

**Sistematización de la Práctica Educativa “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud
y Periodo”**

Erika Fonseca Zaraza

Universidad ICESI

Escuela de Ciencias de la Educación

Maestría en Educación Mediada por las TIC

Santiago de Cali

2021

**Sistematización de la Práctica Educativa “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud
y Periodo”**

Erika Fonseca Zaraza

Trabajo de Grado para Optar el Título en Maestría en Educación

Asesor

Johann Suárez Motato, PhD.

Universidad ICESI

Escuela de Ciencias de la Educación

Maestría en Educación Mediada por las TIC

Santiago de Cali

2021

Resumen

Este trabajo de grado presenta los resultados de la investigación desarrollada con estudiantes de grado décimo y CLEI V de la Institución Educativa Pedagógico Integral, ubicada en el barrio Belén, comuna 16, de la zona urbana de la ciudad de Medellín. El objetivo fue reflexionar sobre las experiencias y repercusiones del uso de la calculadora gráfica de GeoGebra para la construcción de las gráficas de las funciones Seno y Coseno en el aprendizaje de los conceptos de amplitud y periodo, a través de la sistematización de la experiencia. Por otra parte, se realizó un análisis estadístico de los resultados del instrumento de evaluación, para determinar los efectos del uso de GeoGebra sobre el rendimiento académico de los estudiantes, a través de una comparación planeada entre las notas obtenidas al construir las gráficas a mano y haciendo uso de la herramienta TIC.

Como resultado de la interpretación crítica de la experiencia se lograron establecer los elementos propios de la práctica y de la implementación de GeoGebra, que se destacaron y que facilitaron o dificultaron la apropiación del aprendizaje, entre ellos, las funcionalidades de la herramienta TIC y el diseño de la consigna per se, como base para la renovación y transformación de la experiencia. Desde la perspectiva estadística, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de los resultados de la evaluación, indicando que la construcción de gráficas con GeoGebra influyó de manera positiva en la deducción de los conceptos de amplitud y periodo de la función sinusoidal en los dos grupos de estudiantes ($P < 0,05$). Adicionalmente, se evidenció una mejor actitud frente a la participación y desarrollo de las actividades durante la práctica haciendo uso de la aplicación.

Tabla de contenido

Introducción.....	10
Sobre el Objeto de la Sistematización.....	12
El Problema de Sistematización	12
Justificación.....	12
Objeto de la Sistematización	14
Descripción del contexto.....	14
Formulación del Problema (Ejes de Sistematización)	16
Hipótesis.....	17
Antecedentes.....	17
Objetivos de la Sistematización.....	23
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Marco Teórico.....	24
Pedagogía y Didáctica Emergentes.....	24
GeoGebra en Experiencias de Aprendizaje	25
Sistematización de Experiencias de Aprendizaje	29
Metodología de Oscar Jara	30
El Modelo de Sistematización del PESEP	31
Propuesta de Sergio Martinic	32
Propuesta Metodológica de María de la Luz Morgan (CELATS).....	33
Metodología de la Sistematización	35
Diseño Metodológico	35

Instrumentos y Procedimientos para la Recolección de Información.....	36
Análisis estadístico.....	38
Recuperación de la Experiencia.....	39
Descripción de la Experiencia de Aprendizaje Funciones Seno y Coseno: cambios en amplitud y periodo	39
Actividades propuestas.....	41
Sesión 1.	41
Sesión 2	47
Recuperación Cronológica de la Experiencia.....	52
Diario de Campo Grado Décimo	52
Diario de Campo CLEI V.....	54
Actividades desarrolladas.....	56
Resultados y Análisis	68
Percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas	68
Análisis estadístico de los resultados de los instrumentos de evaluación.....	84
Conclusiones.....	89
Recomendaciones	91
Bibliografía.....	92
Anexo A. Formato de Encuesta de percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas	102
Anexo B. Resultados de la Encuesta de percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas	107
Anexo C. Resultados detallados del Instrumento de Evaluación	118

Anexo D. Resultados Estadísticos de la Calificación Total	121
Anexo E. Resultados Estadísticos de los Aspectos a Evaluar Para Grado Décimo	126
Anexo F. Resultados Estadísticos de los Aspectos a Evaluar Para CLEI V	133

Lista de Figuras

Figura 1. GeoGebra: Suite Calculadora	26
Figura 2. Metodología del PESEP	31
Figura 3. Actores de un proyecto acorde con la metodología Sergio Martinic	32
Figura 4. Formato Diario de Campo	37
Figura 5. Aplicación de la consigna de trabajo para la primera sesión.....	40
Figura 6. Aplicación de la consigna de trabajo para la segunda sesión	41
Figura 7. Consigna de trabajo sesión 1 desarrollada por grado Décimo	56
Figura 8. Gráficas realizadas a mano por grado Décimo	58
Figura 9. Consigna de trabajo sesión 2 desarrollada por grado Décimo	59
Figura 10. Entrega de consigna desarrollada por grado Décimo	60
Figura 11. Encuesta realizada por estudiante de grado Décimo	60
Figura 12. Consigna de trabajo sesión 1 desarrollada por CLEI V	62
Figura 13. Gráficas realizadas a mano por CLEI V	64
Figura 14. Consigna de trabajo sesión 2 desarrollada por CLEI V	65
Figura 15. Entrega de consigna desarrollada por CLEI V	66
Figura 16. Encuesta realizada por estudiante de CLEI V	66
Figura 17. Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel	69
Figura 18. ¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase?.....	70
Figura 19. ¿Conocías la herramienta GeoGebra?	73
Figura 20. ¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase?	74

Figura 21. Comparado con el estilo tradicional del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra	75
Figura 22. ¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas?.....	83
Figura 23. Diagrama de cajas y bigotes para la Calificación Total	86

Lista de Tablas

Tabla 1. Dificultades en la realización de gráficas a mano durante la experiencia	71
Tabla 2. Dificultades en el análisis de gráficas hechas a mano durante la experiencia	72
Tabla 3. Percepción acerca de la implementación de GeoGebra dentro de la experiencia	77
Tabla 4. Percepción acerca del uso de GeoGebra durante la experiencia	78
Tabla 5. Dificultades en la realización de gráficas en GeoGebra durante la experiencia	79
Tabla 6. ¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia?	80
Tabla 7. ¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases? ¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje?	81
Tabla 8. Promedios de los resultados de la evaluación para grado décimo y CLEI V	84
Tabla 9. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks	85

Introducción

El uso de las herramientas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en educación ha demostrado tener un impacto positivo e innovador en los procesos de enseñanza-aprendizaje, cambiando significativamente el rol del profesor y la forma en que se relaciona con sus estudiantes y transmite su conocimiento (Adell y Castañeda Quintero, 2012). Un ejemplo de esto es el aprendizaje apoyado por herramientas móviles, donde los estudiantes tienen la posibilidad de desarrollar relaciones entre elementos gráficos y conceptos matemáticos, estimulando en ellos la modelación de expresiones y reduciendo sus niveles de ansiedad en torno al aprendizaje de las matemáticas (Furner, 2018).

Es por ello, que se indaga en este documento acerca de las experiencias y efectos del uso de la calculadora gráfica de GeoGebra para la construcción de las gráficas de las funciones Seno y Coseno en el aprendizaje de los conceptos de amplitud y periodo, a través de la sistematización de la experiencia educativa, la cual fue aplicada a estudiantes de grado décimo en educación regular y educación para jóvenes adultos de CLEI V en modalidad de ciclos, de la Institución Educativa Pedagógico Integral en la ciudad de Medellín. En ese sentido, se efectuó un proceso de reflexión en torno a la práctica desde su planificación y desarrollo, hasta la implementación y la forma en que los estudiantes reaccionaron a esta, aplicando un diseño de investigación que involucró el punto de vista de sus participantes, su percepción frente al uso de GeoGebra y la experiencia de aprendizaje en general. Así mismo, se determinó el efecto de la incorporación de la herramienta sobre el rendimiento de los estudiantes en la deducción de los conceptos de amplitud y periodo de la función sinusoidal, analizando estadísticamente los resultados del instrumento de evaluación aplicado.

Inicialmente, se plantea la planificación del proceso de sistematización a través de la definición del objetivo, su análisis y viabilidad para delimitarlo, así mismo, se precisaron los ejes de sistematización y se compiló la información requerida en el marco teórico y antecedentes. Posteriormente, se presenta la metodología empleada para la recolección de la información que permitió describir y reconstruir la experiencia, la cual fue objeto de una interpretación crítica desde un enfoque descriptivo que permitió establecer la significación de la práctica, identificando su relevancia para los actores y los elementos positivos y negativos que se destacaron durante su ejecución. El análisis estadístico de los resultados de la evaluación permitió establecer los efectos del uso de la calculadora gráfica de GeoGebra en el aprendizaje de la amplitud y el periodo de una función trigonométrica, a través de una comparación planeada entre las notas obtenidas al construir las gráficas a mano y haciendo uso de la herramienta TIC.

Finalmente, se presentan las conclusiones de este estudio en relación con los objetivos de la sistematización, demostrando que efectivamente, esta experiencia de aprendizaje pudo ser sistematizada para potenciar los elementos más importantes de su lógica interna que permitirán contribuir a la creación de alternativas e implementación de pedagogías emergentes en la enseñanza de matemáticas en diferentes niveles educativos en la I.E. Pedagógico Integral.

Sobre el Objeto de la Sistematización

El Problema de Sistematización

Justificación

Dado que la sistematización se define como el proceso de recuperación e interpretación de una experiencia (Picado-Alfaro, 2018), donde se determinan oportunidades efectivas de transformación continua, a través del análisis de los componentes aplicados y las metodologías, con la finalidad de generar oportunidades y pautas para nuevas formas de acción por parte de los docentes y de esa manera, llegar a construir una experiencia significativa (UNESCO. Oficina Internacional de Educación, 2016). Sistematizar la experiencia “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud y Periodo”, empleando GeoGebra como herramienta TIC de apoyo, resultaría adecuado, teniendo en cuenta que constituye una práctica concreta, que se encuentra situada en un espacio/tiempo determinado de acuerdo con su plan de aula y se identifican en él, las acciones y actividades a realizar por cada uno de los actores (Picado-Alfaro, 2018; UNESCO. Oficina Internacional de Educación, 2016). Adicionalmente, esta experiencia fue planeada según el medio cultural y social que rodea la comunidad educativa (sus problemáticas al enfrentar la experiencia) y sus necesidades conforme el plan de área planteado a nivel institucional, teniendo en cuenta las relaciones estudiante/docente en función de la particularidad de cada individuo, sus características socioeconómicas y con ello, sus frustraciones y la afectación del ser por las dificultades (Barragán Triana y Espinosa Sastoque, 2019), incluyendo su edad, lo cual implicaría mayores dificultades en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC (Bustos Yara, 2020; Iovanovich, 2007).

De acuerdo con lo anterior, se observa que las prácticas de los sujetos son llevadas a la reconstrucción, comprensión, interpretación y entendimiento, desde una perspectiva social y

cultural, considerando entender a los participantes en el desarrollo de la práctica en sí (Barbosa-Chacón, Barbosa Herrera, y Rodríguez Villabona, 2010, p. 139; Gómez Baquero y Agudelo Galarza, 2020), mostrando que el interés hacia la sistematización se enmarca desde la experiencia en un ámbito investigativo, esto a razón que busca producir conocimiento sobre la práctica, retroalimentando la experiencia dando información sobre esta y planteando problemas desde una visión sistémica orientada a preguntas, dando un tránsito fluido de lo homogéneo a lo heterogéneo en términos socioculturales y cognitivos, teniendo en cuenta que se trata de una experiencia con un componente digital. Por otra parte, desde los sujetos que sistematizan, se justifica desde lo formativo, al busca propiciar en los actores adoptar una posición ante la interpretación de la experiencia y contar con los elementos necesarios para saber cuáles deberán ser los pasos que seguir en el proceso de sistematización (Barbosa-Chacón et al., 2010).

Finalmente, dentro del contexto educativo, la sistematización de una experiencia apoyada con las TIC resulta significativa por sus potencialidades, ya que permite generar nuevo conocimiento a partir de una visión crítica y reflexiva de las prácticas docentes permitiendo que sean comparadas con las convencionales en matemáticas (Navarro y Roche, 2013), proporcionando al profesor mayor conocimiento acerca de su propia práctica, aprendiendo con ella y desarrollando experiencias mejoradas y potencializadas, además de una disciplina y claridad del profesional responsable. Por su parte, Arévalo y García (2017) indican que la enseñanza de las matemáticas con el uso de software promueve los procesos investigativos a través del trabajo colaborativo. Adicionalmente, concluyen que el uso de tecnologías permite desarrollar en los estudiantes “una comprensión más sólida de los contenidos y los procesos matemáticos”, dejando de lado las experiencias y prácticas memorísticas conducidas a responder, donde el estudiante se limita a manipular y repetir símbolos, variables y procedimientos para la

resolución de problemas (p. 103). En ese sentido, resulta idóneo determinar el uso de GeoGebra como software de apoyo, dadas sus potencialidades y versatilidad en el desarrollo de nuevas estrategias en el área de las matemáticas por parte del docente y realizar los cambios metodológicos correspondientes en sus prácticas, a la vez que el estudiante puede visualizar e interactuar con los conceptos (Restrepo y Herrera, 2013).

Objeto de la Sistematización

La experiencia de aprendizaje seleccionada corresponde a “funciones Seno y Coseno: cambios en amplitud y periodo”, en la cual se plantea como propósito de aprendizaje que el estudiante explique los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, utilizando la aplicación de GeoGebra como apoyo tecnológico en la construcción de gráficas. La práctica se aplicó a estudiantes de grado décimo en Educación Regular y CLEI V en Educación para jóvenes extra-edad y adultos, con un tiempo de ejecución de cuatro (4) horas distribuidas en dos (2) sesiones de clase de matemáticas. Esta actividad se desarrolló dentro de las aulas de clase e informática de la Institución Educativa Pedagógico Integral entre el 20 de septiembre y el 02 de octubre de 2021.

Descripción del contexto

La experiencia de aprendizaje se llevó a cabo de forma presencial en la I.E. Pedagógico Integral (<https://www.iepedagogico.edu.co>), institución amparada en las Resoluciones 11866 de diciembre 27 de 1999 y 8627 de noviembre 1 de 2001, expedidas por la Secretaria de Educación para la Cultura de Antioquia y 11050 de diciembre de 19 de 2006 expedida por la Secretaria de Educación del Municipio de Medellín, a través de las cuales se le concedió licencia de funcionamiento para impartir Educación Formal en los Niveles Preescolar, Básica Ciclo Primaria, Ciclo Secundaria y Media Académica, y en la modalidad de Educación Formal de

Adultos, CLEI I-VI, ubicada en el barrio Belén, comuna 16, de la zona urbana de la ciudad de Medellín. La Institución es de carácter privado y con matrícula contratada que brinda formación integral en los niveles de básica primaria, básica secundaria y media en Educación Regular, además de educación básica secundaria y media para jóvenes extra-edad y adultos en Educación por CLEI (Ciclos Lectivos Especiales Integrados). De acuerdo con el Sistema de Institucional de Evaluación (SIE), se maneja jornada diurna en educación regular con una intensidad horaria de 25 horas y 32 horas a la semana para primaria y bachillerato respectivamente (I.E. Pedagógico Integral, 2014b), en educación por CLEI la intensidad horaria por nivel académico es de 10 horas a la semana en jornada de fin de semana. Los niveles académicos, manejados por CLEI tienen una duración anual para los CLEI III, IV y para los CLEI V, VI una duración semestral. Cada CLEI tiene una correspondencia con los niveles académicos de la educación formal regular, donde el CLEI III corresponde a los grados sexto y séptimo, CLEI IV: grados octavo y noveno, CLEI V: grado décimo y CLEI VI: grado once (I.E. Pedagógico Integral, 2014a), lo que hace necesario orientar y diseñar las experiencias dentro del aula, teniendo en cuenta los recursos físicos disponibles y temporales según el tipo de educación.

De acuerdo con el PEI (Proyecto Educativo Institucional), la misión de la I.E. Pedagógico Integral es formar seres íntegros en la práctica de los valores cristianos, afectivos, intelectuales y sociales, que se proyecten como hombres y mujeres libres, autónomas y humanistas, a través de un proceso de formación permanente. Para el año 2021, la visión de busca que la I.E. sea reconocida por su desempeño académico, calidad humana y organización empresarial, formando estudiantes competitivos y honestos en la palabra y en la acción (I.E. Pedagógico Integral, 2020).

Conforme a la información recolectada durante el año 2020 en el proceso de matrícula de la I.E., la situación socioeconómica de los estudiantes corresponde a los estratos 1, 2 y 3,

principalmente. Con respecto a la matrícula contratada (alianzas público-privadas educativas - APP con la Alcaldía del Municipio de Medellín) se ha evidenciado que un número reducido de estudiantes de regular se matricula bajo esta modalidad, mientras que el 100% de los estudiantes de CLEI corresponde a matrícula contratada.

Por otra parte, se ha encontrado a través de las interacciones y experiencias durante los procesos de enseñanza-aprendizaje entre profesores y estudiantes, que los estudiantes de la I.E. Pedagógico Integral presentan dificultades en el manejo de herramientas TIC, principalmente en educación por CLEI, debido a la insuficiente interacción con la tecnología dentro y fuera del aula, a que no todos los estudiantes cuentan con equipos como una computadora o con acceso a internet y, a la renuencia a la implementación de pedagogías y didácticas emergentes por parte de los mismos estudiantes. Este último aspecto se presenta usualmente porque los adultos ya cuentan con un pensamiento estructurado-racional y unos conceptos fundamentados basados en sus propias experiencias, por lo que sienten la necesidad de ser auto directivos, pero no están actualizados en medios tecnológicos de la era digital y esto los puede llegar a “intimidar” (Gutiérrez, 2019, p. 13; Sierra, 2006).

Formulación del Problema (Ejes de Sistematización)

Este estudio trata de dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿cuál es la significación de la práctica empleando GeoGebra como herramienta de apoyo en términos de la apropiación en la construcción y análisis de graficas en matemáticas por parte de los estudiantes? ¿Cuáles son los elementos que constituyen la práctica que generan dificultad en su ejecución y cómo se podrían potenciar para futuras prácticas?

Se trata de identificar la relevancia de la práctica para los actores, lo que realmente les importa, lo que tiene valor para ellos de esta y en su opinión cuales elementos se destacan, así

como los elementos que son propios de la práctica y la implementación de la herramienta TIC que les generaron confusión y, por tanto, dificultaron la apropiación del aprendizaje. Por otra parte, se busca establecer la pertinencia de la experiencia en apoyo con una herramienta TIC dentro del plan de estudios de matemáticas en la I.E. Pedagógico Integral.

Hipótesis

La experiencia de aprendizaje “Funciones Seno y Coseno: cambios en amplitud y periodo”, empleando como herramienta de apoyo GeoGebra, es una experiencia significativa para sus actores y puede ser sistematizada para potenciar los elementos más importantes de su lógica interna para contribuir a la creación de alternativas e implementación de pedagogías emergentes en la enseñanza de matemáticas en diferentes niveles educativos.

Antecedentes

Aguilar (2020) evidenció que los estudiantes en edad andragógica en proceso de culminación del bachillerato de la Unidad Educativa Tres de Diciembre, de la ciudad de Quito, Ecuador, presentaban múltiples dificultades al momento de utilizar las TIC, posiblemente por las constantes ausencias a clases o por la falta de interacción con herramientas tecnológicas. Por tanto, buscó implementar una Plataforma Didáctica para Lengua y Literatura como herramienta para estudiantes de la Educación Andragógica¹ a través de un estudio de enfoque cuali-cuantitativo aplicado a una muestra de 32 estudiantes en 3ero BGU. Inicialmente se realizó la observación y aplicación de encuestas tipo cuestionario con preguntas cerradas, buscando determinar la percepción de los estudiantes sobre la incidencia y necesidad del uso de las TIC por parte de los estudiantes, demostrando después del análisis estadístico de esta información,

¹ Entendiendo a la andragogía como la disciplina orientada a los procesos educativos de personas adultas, orientados a continuar con el desarrollo de sus capacidades, a la actualización o profundización de sus conocimientos, a la apropiación o profundización en el manejo de nuevas tecnologías y, en general a mantener o mejorar su desempeño personal, profesional y social (Sierra, 2006, p. 100).

que en efecto los adultos plantean tener dificultades importantes en el uso de las TIC. A partir de esta premisa, la autora diseñó una plataforma didáctica para su curso de Lengua y Literatura como alternativa de aprendizaje a través de las TIC, seleccionando Schoology, como Sistema de Gestión de Aprendizaje Educativo (LMS), considerando las necesidades de los adultos y los grados de dificultad para el manejo de estas herramientas.

Gómez y Agudelo (2019) en el marco del proyecto de proyección social “Fortalecimiento de las competencias físico matemáticas en la educación básica, media y universitaria” realizaron la sistematización de la experiencia “Matemáticas y Física al parque”, un evento anual que cuenta con la participación de estudiantes y profesores de diferentes niveles académicos de la región, presentando propuestas didácticas innovadoras para la explicación de un fenómeno físico, una demostración, un concepto o juego matemático. Para la sistematización, siguiendo las orientaciones de Jara (1996), realizaron la reconstrucción de la experiencia a través de las experiencias vividas por docentes, egresados y estudiantes del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de los Llanos, además de estudiantes de algunos colegios invitados al evento, a través de entrevistas orales estructuradas con el fin de obtener los recursos que permitieran evaluar el efecto y significancia del aprendizaje experimental de la física, el juego como aprendizaje, el sentido que le otorgan los actores a la experiencia y la importancia de la trayectoria de la experiencia. De este documento se destaca la variedad de los actores seleccionados y la creación de entrevistas específicas para cada tipo de actor en la sistematización, permitiendo crear un estudio robusto donde se identificaron los aspectos a reevaluar de la experiencia, según las necesidades de cada actor y que le permita al evento tener mayor alcance e impacto social y académico.

Granados-Ortiz y Padilla-Escorcía (2021) investigaron acerca del efecto del uso de GeoGebra en el fortalecimiento de la modelación geométrica de la recta tangente en una muestra aleatoria de 9 estudiantes de 35 de décimo grado de una escuela pública de la ciudad de Barranquilla, a través de una metodología cualitativa de entrevistas y encuestas individuales, y, la aplicación de una prueba diagnóstica y una evaluación final. A partir de los resultados de las pruebas diagnósticas se determinó la necesidad de aplicar estrategias alternas para mejorar la comprensión y apropiación de los saberes previos indispensables para la modelación de la recta tangente. Por otra parte, se determinó a partir de los resultados de la evaluación final que hubo una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes al implementar el programa GeoGebra, donde el 89% respondieron correctamente las preguntas de la prueba. Se concluye de la investigación que el uso de GeoGebra permitió que “los estudiantes modelaran situaciones geométricas de una manera más creativa y didáctica que como suele llevarse a cabo de la manera tradicional” (p. 130). Así mismo, destacan que se hace necesario que los docentes se preparen e innoven en sus prácticas a través de la incorporación y uso de herramientas tecnológicas con el propósito de crear experiencias motivadoras y significativas para sus estudiantes.

López y Torres (2019) determinaron el efecto del uso de la aplicación móvil “calculadora gráfica” de GeoGebra en el aprendizaje de la función lineal en estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Distrital Colegio Alfredo Iriarte en la ciudad de Bogotá, a través de la aplicación de un “postest” a cuatro grupos experimentales, dos grupos control aplicando técnicas convencionales de enseñanza y dos grupos de intervención aplicando la aplicación móvil en el proceso de enseñanza. Las medias de los resultados de las pruebas fueron analizados a través de un ANOVA para determinar diferencias estadísticamente significativas entre el proceso de enseñanza tradicional y el uso de “la calculadora gráfica” de GeoGebra, evidenciando con un

nivel de significancia $p < 0,01$ que “el uso de GeoGebra influyó de manera positiva en los resultados de las pruebas estandarizadas de la función lineal” (p. 182). Por otra parte, determinaron la influencia de un pre-test como medio de control del conocimiento adquirido, encontrando que su uso es no significativo en la experiencia de aprendizaje aplicada. Finalmente, determinaron que, si bien los resultados de los grupos intervenidos con GeoGebra obtuvieron mejores resultados que los grupos control, no alcanzaron la nota mínima aprobatoria de la Institución, por lo que se requiere que la temática tenga mayor tiempo desde los planes de estudio debido a su complejidad.

Mora (2020) realizó un estudio que le permitió determinar la incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes con el uso de GeoGebra en el bloque de aprendizaje Geometría y Medida. Para la investigación tomó en cuenta 16 estudiantes (sin necesidades educativas) de noveno grado de la Unidad Educativa “Santa Rosa” en la zona rural de la ciudad de la Cuenca (Ecuador). El proceso académico constó de dos partes, en la primera se aplicó el método tradicional de enseñanza, evaluando los aprendizajes obtenidos a través de una prueba de 5 preguntas de selección múltiple. La segunda parte consistió en la retroalimentación del bloque de aprendizaje empleando GeoGebra como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza, evaluando los aprendizajes con otra prueba de 5 preguntas de selección múltiple. Se encontró que a través del método tradicional de resolución de problemas con lápiz y papel, los estudiantes presentan nerviosismo e incertidumbre, evidenciado en su porcentaje de respuestas correctas (60%); mientras que, al usar recursos tecnológicos los estudiantes mostraron mayor interés, motivación y confianza al resolver los ejercicios, manifestaron apropiación de los conceptos y fueron capaces de realizar comparaciones de sus respuestas de una manera dinámica, clara y precisa, esto se evidenció con un 80% de respuestas acertadas en la prueba de evaluación. Se

concluye que, al innovar en su práctica apoyado en GeoGebra, el docente, logrará que el estudiante absorba fácilmente los contenidos y construya su propio conocimiento en la resolución de problemas, generando un aprendizaje significativo en matemáticas (p. 80).

Mosquera (2016) evaluó la incidencia de la práctica docente andragógica en el rendimiento académico de los estudiantes de la sección nocturna del básico superior de la Unidad Educativa José María Velasco Ibarra del Cantón Buena Fe, durante el periodo lectivo 2015-2016. Para la investigación se la recopilación de información se emplearon la técnica de observación directa en el lugar de la experiencia, entrevistas para la selección de los instrumentos de evaluación y los involucrados y, encuestas anónimas a estudiantes, docentes y padres de familia acerca del área del básico superior, rendimiento académico general, la sección nocturna, sus instalaciones y su grado de organización, además de la percepción que tienen los actores sobre la importancia de implementar un plan educativo acorde con las necesidades de los estudiantes adultos como capacitaciones en andragogía a los docentes. Del estudio se concluyó que la capacitación de los docentes es indispensable para alcanzar la eficacia educativa, que un porcentaje importante de los docentes trabajan bajo modelos tradicionales de enseñanza y no ocupan estrategias motivadoras para todo el espectro de estudiantes (jóvenes-adultos) que conforman la sección nocturna, lo cual lleva a una tasa significativa de ausentismo y deserción escolar. Confirmando así su hipótesis inicial: “la inadecuada práctica docente andragógica incide negativamente en el rendimiento académico de los estudiantes de la sección nocturna del básico superior de la Unidad Educativa José María Velasco Ibarra” (p. 59).

Murcía (2012) desarrolló un tutorial para la creación de applets empleando GeoGebra como herramienta de apoyo en la enseñanza del Cálculo en su monografía de la Universidad Pedagógica Nacional de la ciudad de Bogotá. Este documento muestra en detalle las

herramientas del software, sus funciones y presenta 15 talleres ejemplo de aplicación y creación de applets, siendo una guía que permite a los docentes crear experiencias más dinámicas e integradoras para sus estudiantes, facilitando el acercamiento de ellos a los conceptos del cálculo diferencial de una manera más amigable y motivadora, los cuales en las experiencias de aprendizaje convencionales no pueden ser profundizados, resultando complejos y desalentadores para los estudiantes.

Sánchez y Quito (2019) en su trabajo “Gamificación en ámbitos educativos: uso de ClassDojo y GeoGebra para la enseñanza de Geometría en el noveno año del EGB”, realizaron la sistematización de una experiencia de aprendizaje desarrollada en 10 sesiones de clases secuenciales en el bloque de Geometría y Medida, donde se contó con la participación de 30 estudiantes de noveno año de la Unidad Educativa Julio María Matovelle, de la ciudad de Cuenca (Ecuador), así como de los padres de familia, pertenecientes a grupos sociales de clase baja-media, con una disponibilidad limitada a recursos tecnológicos. Dentro de sus resultados encontraron que en efecto “el uso de ClassDojo y Geogebra contribuye a la enseñanza y aprendizaje de la geometría desde el factor motivacional porque se apoyan de elementos y componentes de la gamificación” (p. 58), específicamente los retos de GeoGebra llamaron la atención de los estudiantes, despertando su curiosidad, creando un ambiente de diversión e interacción con sus pares.

Objetivos de la Sistematización

Objetivo General

Evaluar el efecto de la implementación de la práctica educativa “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud y Periodo” sobre los estudiantes de grado décimo y CLEI V de la Institución Educativa Pedagógico Integral.

Objetivos Específicos

Construir e implementar una experiencia de aprendizaje apoyada por la calculadora gráfica de GeoGebra que facilite el aprendizaje de la amplitud y el periodo de una función trigonométrica.

Reflexionar sobre las experiencias vividas durante la ejecución de la práctica educativa “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud y Periodo” en el grado décimo y CLEI V.

Establecer los efectos del uso de la calculadora gráfica de GeoGebra en el aprendizaje de la amplitud y el periodo de una función trigonométrica a partir de los resultados del instrumento de evaluación propuesto para la experiencia.

Marco Teórico

Pedagogía y Didáctica Emergentes

De acuerdo con la Real Academia Española, la palabra emergente hace referencia de manera general a aquello que es nuevo, que emerge y que “tiene principio de otra cosa”, mientras que, en el campo de las ciencias hace referencia a presentar nuevos conocimientos y paradigmas novedosos, relacionados con la solución de problemas (Martínez Barragán, 2018). Llevando este adjetivo a los modelos que rigen la educación actual, se establecen como pedagogías emergentes a todas las ideas pedagógicas y didácticas que surgen alrededor del uso de las TIC, buscando aprovechar al máximo su potencial en la comunicación, interacción, colaboración, enfoque creativo, dinámica flexible e innovación en el marco del proceso enseñanza-aprendizaje, creando un cambio significativo en el rol del profesor y llevándolo a cambiar la forma en que se relaciona con el estudiante y transmite su conocimiento, siguiendo a su vez un currículo emergente congruente (Adell y Castañeda Quintero, 2012; Martínez Barragán, 2018). Cabe aclarar que, conceptualmente la didáctica es el saber que organiza en temas el proceso de instrucción, orientando sus métodos, sus estrategias y su eficiencia, es decir, genera los caminos y medios de evaluación del proceso de enseñanza (Lucio, 1989), se enfoca en el aprendizaje de contenidos y las estrategias para lograrlo, limitándose a la tecnología del aprendizaje, la cual varía de acuerdo con el saber (matemáticas, ciencias, lenguaje, computación, etc.) (Romero, 2007; Zambrano, 2015). Mientras que, la pedagogía fija las tesis planteadas desde la aplicación de los métodos de enseñanza y a partir de entender la complejidad de cada individuo y de modificar los métodos para que la conducción del conocimiento se óptima, es decir, “saber enseñar” (Lucio, 1989; Zambrano, 2015).

Con base en lo anterior, las estrategias pedagógicas emergentes, enmarcadas dentro del mar de herramientas TIC (equipos, aplicaciones, plataformas, realidad virtual, etcétera), han permitido que se superen los espacios físicos y formales que implica el trabajo dentro del aula, permitiendo que los recursos se exploren de manera libre y que los estudiantes configuren sus propios espacios de aprendizaje, logrando mayor estimulación y compromiso (Adell y Castañeda Quintero, 2012). Así mismo, permiten que los profesores tengan la oportunidad de demostrar sus destrezas e ingenio, al crear y diseñar actividades que usualmente no se pueden configurar dentro del marco tradicional del proceso enseñanza-aprendizaje (Gros, 2016). Por lo que se evidencia que la posibilidad de exploración, crecimiento, aprendizaje y transformación no se limita exclusivamente al docente, sino también a los profesores y por ende a todo el sistema educativo.

En ese contexto, una estrategia pedagógica emergente que resulta interesante es la utilización de GeoGebra es un software libre de matemáticas para todos los niveles académicos, el cual se puede descargar y acceder de manera gratuita en <https://www.GeoGebra.org/>, no requiere licencias asociadas para su uso por lo que puede ser usado libremente en el aula de clase, en casa o en otros lugares, desde cualquier dispositivo electrónico con conexión a Internet (Furner, 2018).

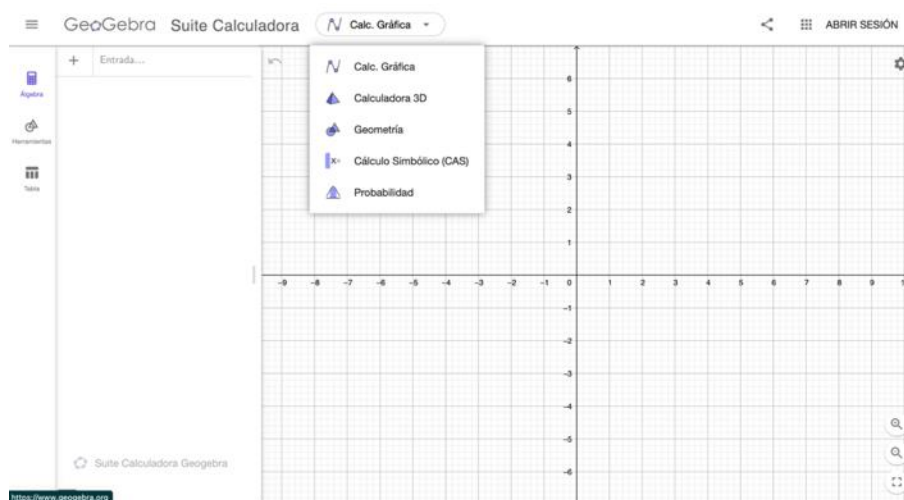
GeoGebra en Experiencias de Aprendizaje

El software matemático GeoGebra es una multiplataforma dinámica para todos los niveles de educación desde primaria hasta la universitaria, que reúne de manera dinámica geometría, álgebra, hojas de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un paquete virtual fácil de usar (Figura 1). Así mismo, permite armonizar lo experimental y lo conceptual en torno a las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas [Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)] (GeoGebra Team, n.d.), permitiendo que, acompañado del modelo de

enseñanza convencional, los profesores puedan diseñar mejores problemas, ayudar a sus estudiantes a comprender y resolver problemas, mientras que alcanzan niveles superiores de aprendizaje de los currículos en matemáticas (Furner, 2018).

Figura 1

GeoGebra: Suite Calculadora.



Nota: Tomado de <https://www.geogebra.org/calculator>, 2021.

Su importancia radica en que los profesores tendrán la capacidad de mostrar un propósito de las matemáticas a través de la experimentación digital; desarrollar relaciones entre conceptos matemáticos, formas e ideas; mostrar aplicaciones prácticas de las matemáticas en la vida real; innovar en el aula de clase; permitir el trabajo en diferentes espacios y tiempos; estimular al estudiante a través del modelamiento y mejorar los niveles de estrés y ansiedad de los estudiantes en torno al aprendizaje de las matemáticas, creándoles confianza, un sentido y motivación por aprender (Arteaga et al., 2019; Furner, 2018; Hohenwarter y Fuch, 2004). Es por ello que resulta indispensable que el docente sea competente y revise constantemente sus actitudes y

disposiciones en torno a la enseñanza de las matemáticas, con la finalidad de reducir sustancialmente la ansiedad que presenta esta área para los estudiantes y comprender su efecto sobre la preparación para el futuro académico y elección de eventuales carreras, así como múltiples decisiones en la vida (Furner, 2018).

Por otra parte, a pesar de las múltiples ventajas de incorporar GeoGebra en las experiencias de aprendizaje, ha surgido una preocupación por parte de algunos profesores frente a las últimas actualizaciones del software en torno a la demostración de teoremas geométricos, ya que GeoGebra ofrece la opción de hacer las demostraciones y darle al usuario la verificación o negación de las propiedades conjeturadas en un problema, sin mostrar la validez del teorema (Hohenwarter et al., 2019), acabando con la búsqueda de los pasos intermedios. Por lo que la sugerencia es crear los medios y las experiencias de aprendizaje adecuadas para que el estudiante sea capaz de utilizar de manera responsable una interfaz tipo apuntar-y-clic para diseñar y describir toda la prueba de un teorema geométrico (Botana et al., 2015). Por ejemplo, De Villiers en 1999, citado por Botana et al. (2015) describe el “cómo probar” puede ayudar a los estudiantes en la comprensión de conceptos matemáticos a través de 5 pasos en la resolución de problemas:

1. Introducción, prerequisites: se debe hacer que los estudiantes comprendan el problema a través de su descripción, los datos suministrados y presentando las técnicas, ecuaciones o métodos posibles para su resolución.
2. Descubrimiento: se debe permitir que los estudiantes exploren y utilicen las herramientas libremente, relacionando propiedades entre sí, al punto que se sientan cómodos con ellas y puedan formular por sí mismos conjeturas. Aunque esto puede tomar más tiempo que el

disponible en el aula de clase, es labor del profesor seleccionar y diseñar experiencias (problemas) según las características y disposiciones de su curso.

3. Verificación (prueba): aquí los estudiantes deben realizar un trabajo de ensayo y error para verificar las conjeturas establecidas en el paso anterior. Esta etapa puede tener el apoyo del profesor como guía del aprendizaje.
4. Reto intelectual: consiste en la recopilación de toda la información relacionada con el problema y su posible solución como preparación para el siguiente paso.
5. Sistematización (la prueba en sí): es la construcción de la solución real del problema planteado y de presentar de manera clara y rigurosa un razonamiento que explique la veracidad o negación de los planteamientos establecidos por el estudiante en los pasos anteriores.

En ese sentido, el uso del software no se limitará a resolver ejercicios una vez se haya estudiado lo conceptual, sino que su verdadero valor como recurso pedagógico es que GeoGebra es una herramienta para producir, construir y descubrir conocimientos ya sea de manera individual o grupal, fomentando su creatividad y la responsabilidad en el trabajo autónomo. Adicionalmente, es una herramienta TIC que permite la utilización de los principios heurísticos en la enseñanza de las matemáticas y la física como la analogía, reducción, inducción, etc. (Arteaga et al., 2019), logrando un trabajo racional, planificado y acertado hacia el objetivo de aprendizaje establecido, que, desde la mirada constructivista, se puede lograr la independencia cognoscitiva de los estudiantes; la integración de nuevos conocimientos con los previos; el desarrollo de capacidades intelectuales de orden superior como analizar, sintetizar, conceptualizar, manejar información, etc.; alcanzar procesos cognitivos de orden superior de la taxonomía de Bloom; e integrar las habilidades del siglo XXI, como el alfabetismo tecnológico

en la selección y uso efectivo de las TIC, habilidades de pensamiento crítico y de solución de problemas, pensamiento creativo, entre otros (Arteaga et al., 2019; Buck Institute for Education (BIE), 2013; Carbonell y Sánchez, 2015; González, 2002).

Sistematización de Experiencias de Aprendizaje

De manera general, se puede definir la sistematización como el proceso teórico y metodológico consciente y crítico, individual o colectivo, que por medio de la interpretación, organización, recopilación y reconstrucción de una experiencia vivida, sea posible identificar los elementos significativos en ella, permitiendo comprender y explicar los contextos, el sentido, los fundamentos, las lógicas y los aspectos problemáticos que presentan tales experiencias con la finalidad de obtener *a posteriori* de la práctica mayor conocimiento sobre el ámbito y la realidad que rodea el aprendizaje y sobre la cual se debe operar (Carvajal-Burbano, 2018; Chacón et al., 2013; Jara, 2014; Navarro y Roche, 2013). La sistematización de experiencias se convirtió en una práctica empleada para la construcción del conocimiento desde mediados de los años ochenta, tomando popularidad y gran protagonismo en el ámbito educativo desde los noventa, siendo un método tomado, adaptado y desarrollado por gran diversidad de instituciones como el Centro Latinoamericano de Trabajo Social (CELATS), el Consejo Regional de Fomento a la Educación de Adultos (CREFAL) en México, la Red FORJA (Centroamérica), el Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Educación (CIDE) en Chile, la Asociación Dimensión Educativa en Colombia, y el Consejo de Educación de Adultos de América Latina (CEAAL), el cuál creo el primer Programa Latinoamericano de Sistematización, liderado inicialmente por Félix Cadena y posteriormente por Oscar Jara (Torres-Carrillo, 2010).

Es por su esencia que se ha evidenciado que no existe un único proceso para sistematizar experiencias, ni lineamientos concretos para tal fin, debido a la diversidad y complejidad de estas

y de los individuos involucrados (Pérez de Maza, 2016), por tanto, se debe seleccionar aquel que sea el más pertinente para la experiencia concreta que ha de sistematizar. Independientemente del método, una vez se cumplan las condiciones para la sistematización de una experiencia, se procede a trabajar la fase de desarrollo de la experiencia, la cual incluye la definición del objeto, definición del marco teórico y metodología, la recuperación y descripción de la experiencia, el análisis de los resultados, evaluación, elaboración del informe y su respectiva publicación (Carvajal-Burbano, 2018).

A continuación, se presentan algunos de los métodos más reconocidos para la sistematización de experiencias:

Metodología de Oscar Jara

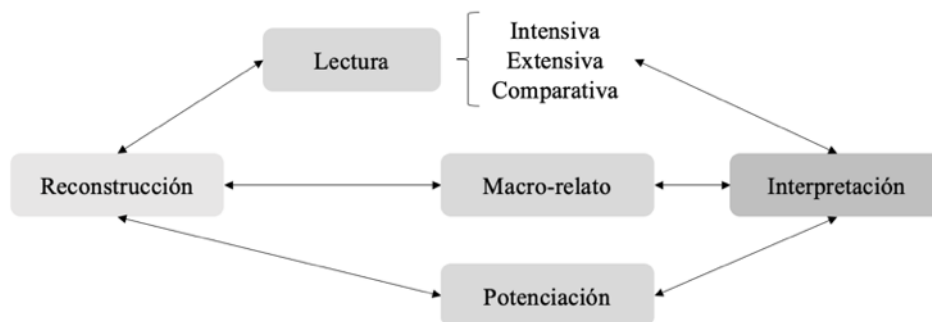
Jara (2011) postuló que los pasos para alcanzar la sistematización incluyen: (1) Registrar las experiencias vividas y recopilar la información, (2) Organizar y revisar críticamente la experiencia vivida, indicando de manera objetiva y subjetiva las opiniones u observaciones de los diferentes actores que intervienen en el proceso, (3) Realizar un rastreo bibliográfico de experiencias donde se manejen variables similares y (4) Generar propuestas que se presentan a partir de los criterios del autor y de su experiencia. Posteriormente, evoluciona el método y menciona que para seguir y ejecutar una sistematización hay cinco pasos, el cual se denomina el método de los “5 tiempos”, estructurados así: (1) La experiencia - haber participado y contar con registros de la(s) experiencias; (2) Formular un plan de sistematización - ¿Para qué sistematizar? ¿Qué experiencias? ¿Qué fuentes?; (3) La recuperación del proceso vivido - reconstruir la historia de la experiencia y, Ordenar y clasificar la información; (4) Las reflexiones de fondo - procesos de análisis, síntesis e interrelaciones, identificación de aprendizajes; (5) los puntos de llegada - formular conclusiones, recomendaciones y propuestas (Jara, 2014)

El Modelo de Sistematización del PESEP

El modelo “Programa de Investigaciones sobre Experiencias de Educación Popular” (PESEP) del Grupo Interuniversitario de Trabajo en Educación Popular (G.I.U), corresponde a un prototipo desarrollado con el objetivo de indagar sobre la significatividad de un conjunto de experiencias de educación Popular, comprendiendo su lógica interna a través de los puntos de vista de sus actores teniendo en cuenta el enfoque cualitativo, participativo y hermenéutico (Carvajal-Burbano, 2018; Sánchez-Hernández, 2016). La metodología PESEP se esquematiza en la Figura 2.

Figura 2

Metodología del PESEP



Nota: Tomado de *Teoría y Práctica de la Sistematización de experiencias (5ta Edición)* (p. 66), por A. Carvajal-Burbano, 2018, Programa Editorial Universidad del Valle.

Esta metodología toma como unidad de análisis cada uno de los relatos de los participantes, leídos de tres maneras: (1) extensiva, que identifica núcleos temáticos y la periodización de la experiencia; (2) intensiva, para construir los ejes y los campos semánticos; y, (3) comparativa, identificando las perspectivas de los diferentes tipos de actores, teniendo en

cuenta su relación con otros actores y sus imaginarios (Carvajal-Burbano, 2018), articulando la reconstrucción, la interpretación y la potenciación de la experiencia como fases básicas para desarrollar la sistematización, las cuales permiten recuperar y reconstruir la experiencia a partir de la investigación cualitativa y la investigación participativa (Carvajal-Burbano, 2018).

Propuesta de Sergio Martinic

El proceso de sistematización de experiencias educativas y de acción social, propuesto por Sergio Martinic, busca explicar la interacción comunicativa entre los actores (agentes externos o educadores y participantes) y de las acciones que implica en el desarrollo de las experiencias o “proyectos”, lo cual contribuye a organizar la interpretación que se tiene de la experiencia. El autor identifica en su propuesta dos ejes de interacción de los actores con la experiencia (Figura 3).

Figura 3

Actores de un proyecto acorde con la metodología Sergio Martinic



Nota: Tomado de *Elementos Metodológicos para la Sistematización de Proyectos de Educación y Acción Social PARTE I* (2. La experiencia como unidad de análisis: actores y condiciones sociales), por S. Martinic, 1998, Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación.

El eje vertical representa a los participantes y el eje horizontal a los promotores, la intersección de ambos representa su interacción en el curso de la experiencia, la cual está limitada a un espacio y un tiempo determinado (Carvajal-Burbano, 2018; Martinic, 1988). A partir de este planteamiento, se proponen tres momentos en el proceso de sistematización: (1) Analizar las situaciones que estructuran la relación pedagógica de la experiencia, por ejemplo, la naturaleza de la institución, situación socioeconómica y cultural de los participantes, su representación de la institución, etc., buscando visualizar la realizar en la cual se desenvuelve la experiencia, así como los límites y posibilidades de esta; (2) Interpretar y explicitar la propuesta de acción propuesta por los actores, reconstruyendo la lógica de la práctica. Se sugiere la construcción de una hipótesis de acción, la cual alude a las propuestas de acción del equipo de educadores o promotores con la finalidad de organizar las actividades y el sentido que tiene para ellos la experiencia. Dado que las hipótesis es un tipo de instrumento analítico se deben tener en cuenta cuatro conceptos operativos para su construcción: problema relevante, problema a enfrentar, intencionalidad y procesos; por último, (3) regresar nuevamente a la acción para reconstruir cómo la experiencia transcurre en un tiempo y lugar específico (Carvajal-Burbano, 2018; Martinic, 1988).

Propuesta Metodológica de María de la Luz Morgan (CELATS)

La propuesta del Centro Latinoamericano de Trabajo Social (CELATS) constituye una buena referencia para la sistematización de experiencias, su autora indica que no se trata de una metodología estricta y rígida, sino que puede ser tomada como guía y reformulada según la experiencia. Para ello se contemplan los siguientes pasos: (1) Primera recuperación y ordenamiento de la experiencia; (2) Delimitación del objeto de la sistematización; (3) Segunda recuperación de la experiencia (desde el objeto); (4) Operacionalización de las preguntas y

recopilación de la información (Análisis); (5) Síntesis, donde se presentan las respuestas a las preguntas centrales o ejes de sistematización; y, (6) Exposición, dando a conocer a otros los nuevos conocimientos adquiridos, corresponden a los resultados de la sistematización (Carvajal-Burbano, 2018; Morgan et al., 1991).

De acuerdo con lo presentado anteriormente y las diferentes metodologías de sistematización, se puede indicar que, si bien el proceso de sistematización es aplicable a cualquier ámbito profesional o personal, se deben tener en cuenta los objetivos de acuerdo con el campo al que se pertenece. Así, el término “sistematización de experiencias” es reconocido entre educadores, investigadores sociales, agencias de cooperación, entre otros, relacionados con las ciencias humanas y sociales, posibilitando la transformación continua de las prácticas o experiencias educativas (incluido el quehacer docente), a partir del factor humano, es decir, contemplando los aspectos socioeconómicos, culturales, políticos, cognitivos, entre otros, que engloban la complejidad del ser humano en sociedad (Ghiso C., 2004; González, 2015). De mano con la investigación, la sistematización se aproxima ontológica y dialécticamente al conocimiento de la realidad a través de una metodología y unas técnicas que favorecen el desarrollo desde la fase diagnóstica como las fases subsecuentes de manera lógica, ordenada y sistemática del proyecto, además de establecer el cumplimiento de los objetivos del proyecto y el alcance de los resultados esperados, con miras a postular mejoras de la práctica y la reformulación del proyecto desde otros enfoques a partir de estos resultados (Pérez de Maza, 2016). Así, la sistematización de experiencias es en sí, una experiencia que da forma y transmite nuevos significados a la práctica y sus actores (Torres-Carrillo, 2010).

Metodología de la Sistematización

Teniendo en cuenta que para la sistematización de experiencias no existe un único método y su selección se debe realizar a partir de la experiencia, sus actores y contexto, la metodología para la sistematización de “Funciones Seno y Coseno: cambios en amplitud y periodo”, empleando como herramienta de apoyo GeoGebra, busca describir y estructurar la información, revisar la experiencia y las vivencias de los actores involucrados para reflexionar sobre estas y lograr transformar la práctica educativa en el aula con la integración apropiada de la herramienta TIC. En ese sentido, la sistematización incluyó la definición del objeto, el análisis de este y su viabilidad para delimitarlo, se establecieron los ejes de sistematización y se compiló la información requerida en el marco teórico y antecedentes, siguiendo las propuestas de Pérez de Maza (2016) en la Guía Didáctica para la Sistematización de Experiencias en Contextos Universitarios y de Carvajal-Burbano (2018) en su libro Teoría y Práctica de la Sistematización de Experiencias. A partir de esto, se realizó la recuperación y descripción de la experiencia a través de la recolección de información de carácter cualitativo y cuantitativo producto de la aplicación de la experiencia y posteriormente se realizó el análisis, síntesis e interpretación del proceso.

Diseño Metodológico

De acuerdo con John Creswell citado por Hernandez-Sampieri et al. (2006), al tener acceso a datos cuantitativos y cualitativos a partir de un proceso mixto de investigación, es posible usar ambas fuentes de datos para comprender con mayor profundidad y amplitud el problema de investigación, obteniendo mejores resultados y en consecuencia, un mayor conocimiento. En ese sentido, para la sistematización de la experiencia de aprendizaje se aplicó un diseño de investigación mixto con enfoque en paralelo, en el cual se condujeron

simultáneamente los dos tipos de estudio sobre diferentes grupos con la finalidad de obtener una perspectiva más amplia sobre el efecto de la incorporación de GeoGebra en procesos de enseñanza-aprendizaje a través de un análisis integrado de los datos obtenidos. Lo anterior, teniendo en cuenta que en el estudio de temáticas en el ámbito pedagógico, el planteamiento de un diseño de método mixto es viable cuando se evidencia en el investigador la intención de dar voz a los participantes del proceso y obtener su visión de la experiencia, además de adquirir datos numéricos, producto de la aplicación de instrumentos de evaluación sobre los estudiantes (Pereira-Pérez, 2011).

Por lo tanto, en esta investigación se describieron las experiencias de manera cualitativa y los efectos de manera cuantitativa, de usar el módulo “Calculadora gráfica” de GeoGebra en la clase de matemáticas para favorecer el proceso de aprendizaje de la amplitud y el período de las funciones Seno y Coseno con 15 estudiantes de décimo grado en educación regular y 12 estudiantes de CLEI V en educación para jóvenes adultos de la I.E. Pedagógico Integral.

Instrumentos y Procedimientos para la Recolección de Información

Para el registro y recuperación de la información se seleccionaron una serie de instrumentos teniendo en cuenta que se busca comprender la experiencia y su proceso en el tiempo, captándola en todos sus detalles de manera descriptiva, así como su efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes:

- **Diario de campo:** registro de toda la información significativa y cronológica del proceso en el formato diseñado (Figura 4) tomando como referencia los aportes de Carvajal-Burbano (2018, p. 97), donde se realizaron de forma digital las anotaciones correspondientes a las actividades realizadas por el docente, diálogos e interacciones entre docentes y estudiantes, uso de espacios, tiempo y recursos y acontecimientos

relevantes. Así mismo, se hizo un registro fotográfico de la experiencia.

Figura 4

Formato Diario de Campo

DIARIO DE CAMPO		
CURSO: matemáticas	PERIODO:	
FECHA:	HORA INICIO:	HORA FIN:
GRADO:		
TEMA:		
OBJETIVO:		
DESCRIPCIÓN	REFLEXIÓN	

- Mecanismos e instrumentos de evaluación:** se aplicaron dos actividades de construcción y análisis de gráficas de las funciones Seno y Coseno. En la primera, la construcción de las gráficas se realizó de forma manual sobre papel milimetrado y en la segunda, las gráficas fueron realizadas empleando la calculadora gráfica de GeoGebra. Para ambas actividades se diseñaron, por la autora, consignas de trabajo que incluían el contexto y objetivo de las actividades, su descripción, los pasos a seguir y los aspectos a evaluar. Como instrumento de evaluación se diseñó y construyó una rúbrica analítica con cinco aspectos a evaluar y cuatro niveles de desempeño, que permitieron valorar el alcance del objetivo de aprendizaje propuesto para cada actividad.

- **Encuesta:** se aplicó un cuestionario auto administrado, diseñado y creado en la plataforma Google Forms, que constaba de 19 preguntas cerradas y abiertas que permitieron realizar una caracterización de la población, establecer sus percepciones respecto a la experiencia de aprendizaje, sus dificultades en la ejecución de las actividades planeadas y su impresión sobre la implementación y uso de GeoGebra en el aula de clase (Ver Anexo A).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo cualitativo para el tratamiento de los datos obtenidos a través de la encuesta empleando el programa Microsoft Excel 365 para macOS. Los resultados de las rúbricas de evaluación se analizaron con el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics 28 para macOS, donde se realizaron comparaciones entre los promedios de los resultados de cada grupo en cada sesión, aplicando la Prueba t para muestras pareadas, con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). Basado en la hipótesis nula que la implementación de GeoGebra en la experiencia de aprendizaje no generó diferencias significativas sobre el promedio de los aspectos de evaluación dados en la consigna de trabajo, siempre que el valor P de la prueba t fuera mayor al valor de significancia ($P>0,05$); si el valor P era menor al nivel de significancia se rechazó la hipótesis nula (Montgomery, 2003).

Así mismo, se calcularon los estadísticos descriptivos para cada variable analizada (normalidad y coeficientes de correlación), que permitieron garantizar la fiabilidad de los resultados y los supuestos que validaron la aplicación de este tipo de prueba estadística en esta investigación (KENT State University, 2021; Montgomery, 2003).

Recuperación de la Experiencia

Descripción de la Experiencia de Aprendizaje Funciones Seno y Coseno: cambios en amplitud y periodo

La siguiente experiencia se propuso como parte del aprendizaje de las funciones trigonométricas, específicamente en las propiedades amplitud y periodo de las funciones Seno y Coseno, haciendo uso del módulo Calculadora Gráfica de la aplicación GeoGebra para los estudiantes de grado décimo y CLEI V de la Institución Educativa Pedagógico Integral. Donde, previamente se realizó una sesión magistral acerca de las generalidades de las funciones trigonométricas y sus correlaciones con el triángulo rectángulo para determinar razones trigonométricas. Es importante destacar que el estudiante debe saber acerca del sistema circular para medición de ángulos, por lo que se incluyó en dicha sesión.

Esta experiencia se dividió en dos sesiones, cada una de dos horas, tanto para los de grado décimo como los de CLEI V, dentro de las instalaciones de la I.E. En la primera sesión, tal como se aprecia en la Figura 5 se les entregó a los estudiantes una consigna de trabajo, en la cual se plantea la construcción a mano sobre papel milimetrado de las gráficas de las funciones $f(x)=\text{Seno}(x)$, $f(x)=\text{Coseno}(x)$ y de las mismas funciones con sus coeficientes modificados, para realizar un análisis de estas y responder a las preguntas dadas, con el propósito de que el estudiante llegue a los conceptos de periodo y amplitud de forma inductiva. En la segunda sesión, se les entregó a los estudiantes una consigna de trabajo con la misma estructura y actividades de análisis, pero con la diferencia que las gráficas fueran construidas empleando el módulo Calculadora Gráfica de GeoGebra (Figura 6), sobre un plano creado por la autora específicamente para esta experiencia. Una vez concluida la sesión dos, se les pidió a los estudiantes responder a la encuesta de percepción del uso de GeoGebra como herramienta de

apoyo en clase de matemáticas. Cabe aclarar que en cada consigna se planteó una rúbrica de evaluación del trabajo realizado en cada sesión y sus resultados constituyeron la base del análisis cuantitativo de esta investigación.

Es importante destacar que, el diseño de esta experiencia se concibió bajo las propias vivencias de la autora como docente del área de matemáticas para las dos poblaciones, donde se han puesto en práctica diversas actividades para la enseñanza bajo un esquema tradicional y sin uso de las TIC, que, desafortunadamente no han logrado fomentar la apropiación del conocimiento y la motivación por el trabajo propuesto dentro del aula de clase.

Figura 5

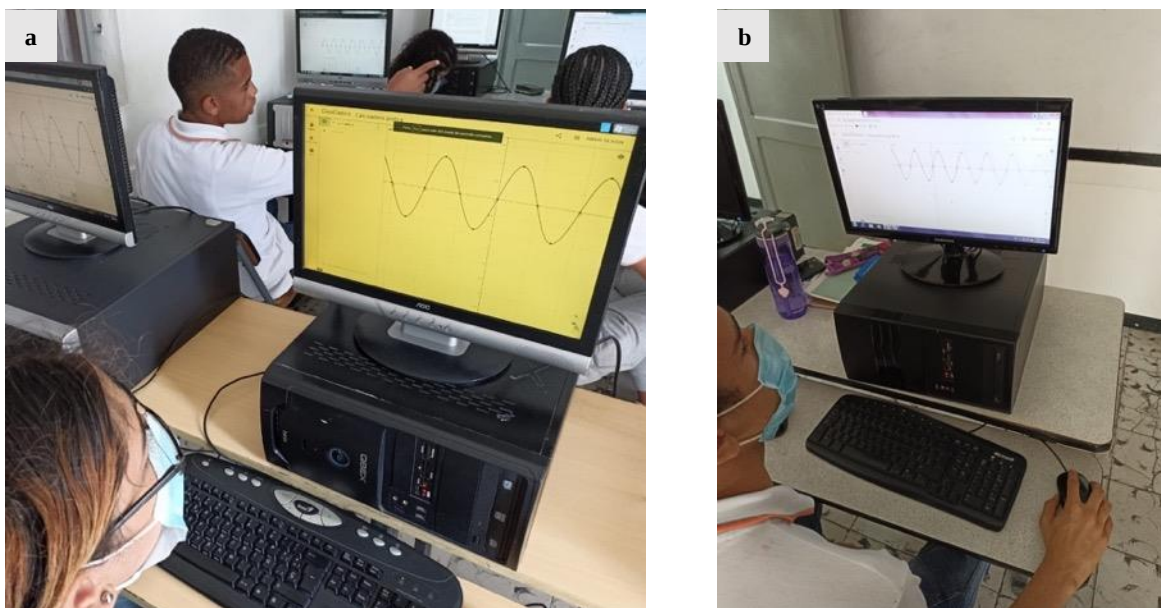
Aplicación de la consigna de trabajo para la primera sesión.



Nota: a. Grado Décimo, b. CLEI V.

Figura 6

Aplicación de la consigna de trabajo para la segunda sesión.



Nota: a. Grado Décimo, b. CLEI V.

Actividades propuestas

Sesión 1.

Unidad de aprendizaje	Funciones trigonométricas: Funciones sinusoidales
Objetivo de aprendizaje	El estudiante estará en la capacidad de explicar los parámetros de las funciones sinusoidales a partir de la modificación de sus gráficas.
Tema	Amplitud y periodo en funciones Seno y Coseno
Nombre de la actividad	Construcción y análisis de gráficas de funciones trigonométricas
Objetivo de la actividad	El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano.

Introducción

Las gráficas de las funciones trigonométricas Seno y Coseno se representan con las expresiones matemáticas $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$ y $f(x) = A \text{ Cos } (Bx + C)$, respectivamente. Estas gráficas se consideran sinusoidales debido a sus características matemáticas particulares en

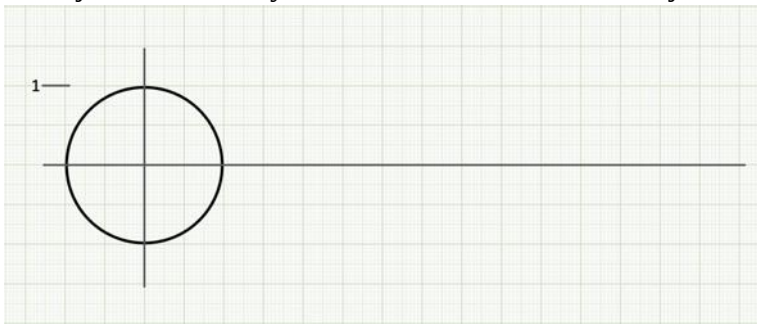
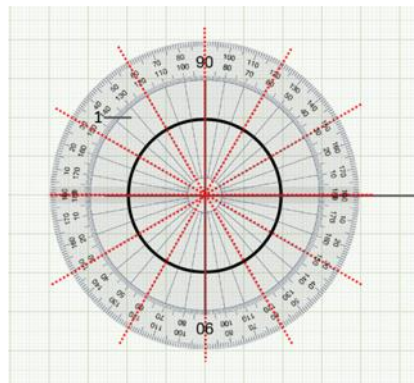
términos de amplitud, periodo, fase, desfase, entre otras y tienen importantes aplicaciones en diferentes campos de la física e ingeniería.

En esta actividad se propone la construcción (sobre papel milimetrado) y el análisis de una serie de gráficas de las familias de las funciones Seno y Coseno, con la finalidad de que el estudiante logre deducir los conceptos de amplitud y periodo, identificando los coeficientes que corresponden en la expresión matemática de las funciones y los efectos de sus modificaciones en las gráficas.

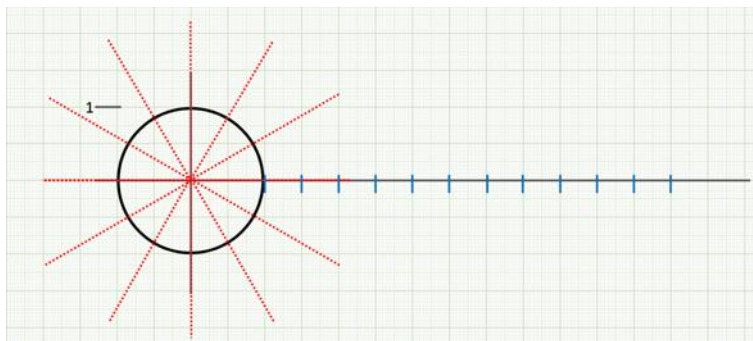
Materiales

- Papel milimetrado
- Regla
- Transportador
- Compás

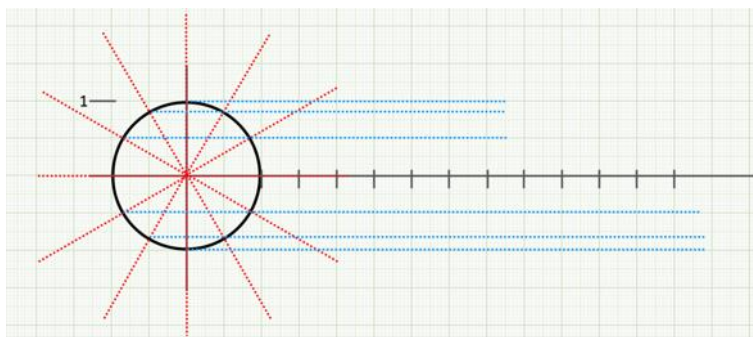
Pasos para la realización de la actividad

1. Sobre el papel milimetrado trazar los ejes, horizontal y vertical en el centro de la hoja. Con ayuda del compás trazar una circunferencia, tal que su centro se ubique en la intersección de los ejes. Tenga en cuenta que el diámetro de esta será considerado la unidad, por ejemplo nuestra circunferencia de diámetro 1 está compuesto por dos cuadros “grandes”.
 
2. Ahora con ayuda del transportador se marcarán los siguientes ángulos sobre la circunferencia: 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°.
 

3. Como se puede observar se trazaron 12 puntos sobre la circunferencia, así se trazarán 12 puntos equidistantes sobre el eje horizontal partiendo de la circunferencia.

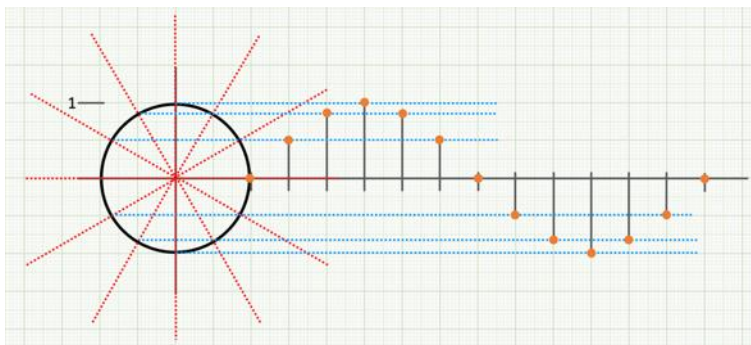


4. Con ayuda de la regla se trazarán líneas horizontales que salgan de cada uno de los ángulos marcados en la circunferencia.



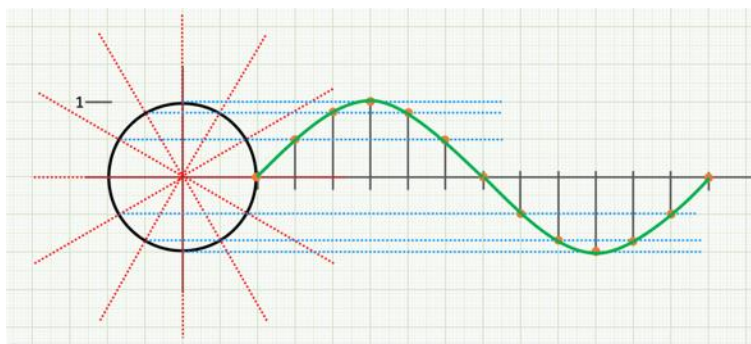
5. Ahora se trazaran verticales a partir de cada una de las divisiones del eje horizontal, tal que se crucen con las líneas antes trazadas y se marcan estos puntos.

Dado que se trata de funciones cíclicas, se requiere un punto adicional para completar el recorrido a través de la circunferencia.



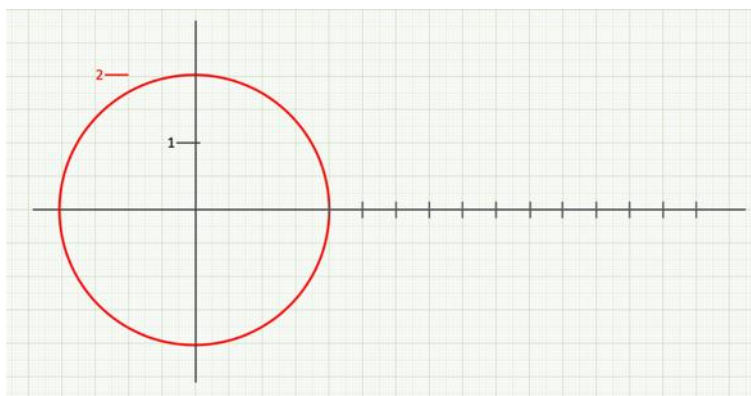
6. Con una línea continua y curva, se unen todos los puntos marcados en el paso anterior.

Y con esto hemos graficado la función Seno $f(x)=\text{Sen}(x)$ y sobre esta misma, realizaremos las demás actividades.

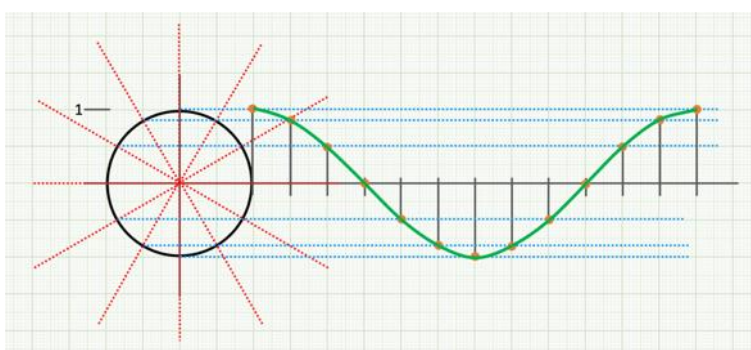


7. Ahora se trazará una circunferencia de diámetro de 2 puntos, para el ejemplo, será de 4 cuadros.

Y se repiten los pasos del 2 al 6 para obtener la gráfica de la función $f(x)=2\text{Sen}(x)$



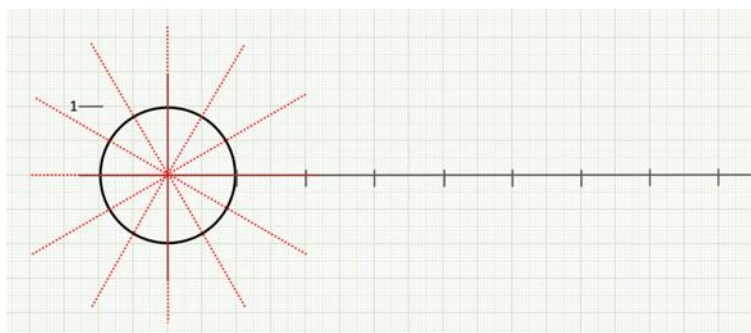
8. Ahora es hora de graficar la función Coseno $f(x)=\text{Cos}(x)$, siguiendo los pasos presentados anteriormente, sin embargo, *en el paso 5*, el punto de partida de la gráfica corresponderá en el ángulo 90° de la circunferencia. Así la gráfica resultante se verá así:



9. Realiza la grafica de la función $f(x)=2\text{Cos}(x)$, teniendo en cuenta las instrucciones del paso 7.
10. A partir de las anteriores graficas, responde:
- ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen } x$ y $y = \text{cos } x$? ¿En qué se diferencian?
 - Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.
11. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:
- ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=2 \text{ Sen } x$ y ¿entre $f(x)=\text{Cos } x$ y $f(x)=2 \text{ Cos } x$?

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

12. Ahora vamos a trabajar sobre otro concepto, para ello, se seguirán los pasos 1 a 3 al pie de la letra, pero, en el paso 4 las divisiones equidistantes *serán del doble de la distancia*. Para el ejemplo, cada división será cada 2 cuadros.



Seguimos con los pasos del 5 al 6 para obtener la gráfica de $f(x)=\text{Sen}(2x)$.

13. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:
- ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen } (2x)$?
 - Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen } (2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

En estos últimos puntos hemos trabajado en el periodo de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Periodo, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

Rúbrica de evaluación

ASPECTO A EVALUAR	NO CUMPLE	DESEMPEÑO PARCIAL	DESEMPEÑO SATISFACTORIO	DESEMPEÑO SOBRESALIENTE
Realización de las gráficas (1.0/5.0)	No se realizan las gráficas con precisión y eficacia. No se emplea los materiales adecuados (compás, transportador, regla, papel milimetrado) para la construcción de las gráficas.	Realiza eficazmente las gráficas, sin embargo, no corresponden de manera precisa a las funciones solicitadas. Emplea los materiales adecuados para la construcción de las gráficas.	Realiza con precisión y eficacia mínimo el 70% de las gráficas. Emplea los materiales adecuados para la construcción de las gráficas.	Realiza con precisión y eficacia cada una de las gráficas. Emplea los materiales adecuados para la construcción de las gráficas.
Presentación de las gráficas (0.5/5.0)	Las graficas no se presentan según lo sugerido en la actividad (una gráfica por función). Las graficas no se presentan de manera clara, ordenada y prolija.	Las graficas se presentan de manera clara, ordenada y prolija, facilitando su visualización y lectura. Sin embargo, las gráficas no se presentan según lo sugerido en la actividad (una gráfica por función).	Las gráficas se presentan de manera ordenada y consistente con la sugerida en la actividad (una gráfica por función). Sin embargo, su presentación no es prolija y se dificulta la lectura de estas.	Las gráficas se presentan de manera ordenada y consistente con la sugerida en la actividad (una gráfica por función). Las gráficas se presentan de manera clara y adecuada, facilitando su visualización y lectura.
Análisis de las gráficas (1.5/5.0)	No se identifican las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas. No se identifican ni explican las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas.	Identifica de manera clara y precisa las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas, sin identificar ni explicar las razones de estos hallazgos.	Identifica y explica de manera coherente y delimitada las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas, aunque se identifique de manera poco clara y precisa las diferencias y similitudes que presentan las gráficas.	Identifica de manera clara y precisa las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas. Identifica y explica de manera coherente y delimitada las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas.
Definición del concepto de amplitud (1.0/5.0)	No se explica de manera clara ni precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. No se asocia este concepto a los coeficientes de la función.	Se asocia de manera coherente y clara el concepto de amplitud con los coeficientes de la función sinusoidal. Sin embargo, no se explica con sus propias palabras, ni claridad o precisión el concepto de amplitud de una función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. Sin embargo, no se asocia el concepto de manera clara ni coherente con los coeficientes de la función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. Se asocia de manera coherente y clara el concepto de amplitud con los coeficientes de la función sinusoidal.
Definición del concepto de periodo (1.0/5.0)	No se explica de manera clara ni precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. No se asocia este concepto a los coeficientes de la función.	Se asocia de manera coherente y clara el concepto de periodo con los coeficientes de la función sinusoidal. Sin embargo, no se explica con sus propias palabras, ni claridad o precisión el concepto de periodo de una función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. Sin embargo, no se asocia el concepto de manera clara ni coherente con los coeficientes de la función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. Asocia de manera coherente y clara el concepto de periodo con los coeficientes de la función sinusoidal.

Sesión 2

Unidad de aprendizaje	Funciones trigonométricas: Funciones sinusoidales
Objetivo de aprendizaje	El estudiante estará en la capacidad de explicar los parámetros de las funciones sinusoidales a partir de la modificación de sus gráficas.
Tema	Amplitud y periodo en funciones Seno y Coseno
Nombre de la actividad	Construcción y análisis de gráficas de funciones trigonométricas empleando Geogebra
Objetivo de la actividad	El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, utilizando la aplicación de Geogebra como simulador de un plano cartesiano.

Introducción

En esta actividad de retroalimentación se propone la construcción y el análisis de una serie de gráficas de las familias de las funciones Seno y Coseno empleando la herramienta TIC Geogebra, con la finalidad de que el estudiante logre deducir los conceptos de amplitud y periodo, identificando los coeficientes que corresponden en la expresión matemática de las funciones y los efectos de sus modificaciones en las gráficas. Su aplicación y resultados permitirá determinar la pertinencia y validez de la implementación de herramientas digitales como GeoGebra en clase de matemáticas.

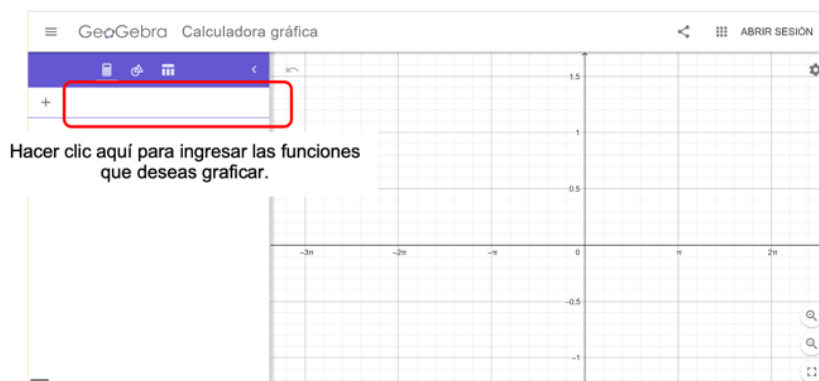
Pasos para la realización de la actividad

1. Ingresa desde el computador, Tablet o celular al siguiente enlace:

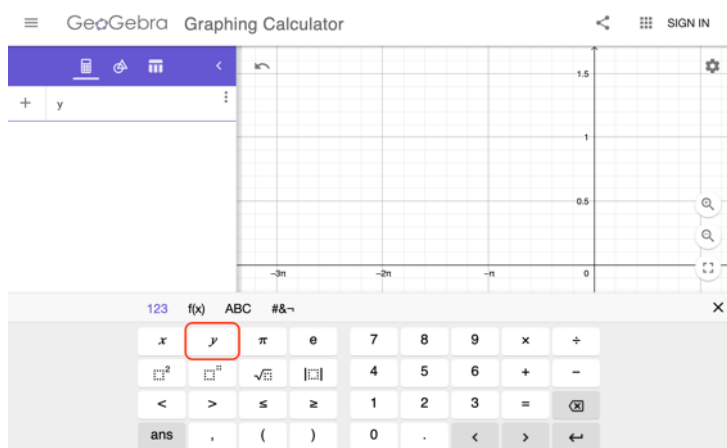
<https://www.geogebra.org/graphing/c7sfbwkq>

Este te llevará a la pantalla principal de GeoGebra, una plataforma interactiva en línea y gratuita que permite realizar múltiples gráficas, modificarlas y analizarlas. En esta ocasión he preparado un plano cartesiano en radianes, listo para graficar funciones trigonométricas y ver su comportamiento.

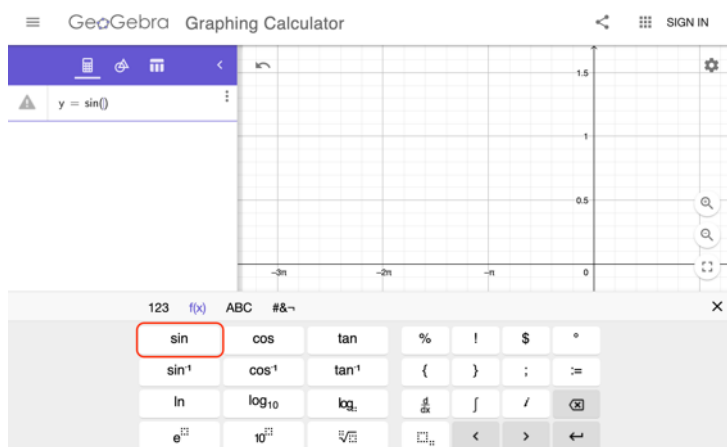
2. Para realizar la primera gráfica, debes hacer clic en donde se indica con el recuadro rojo:



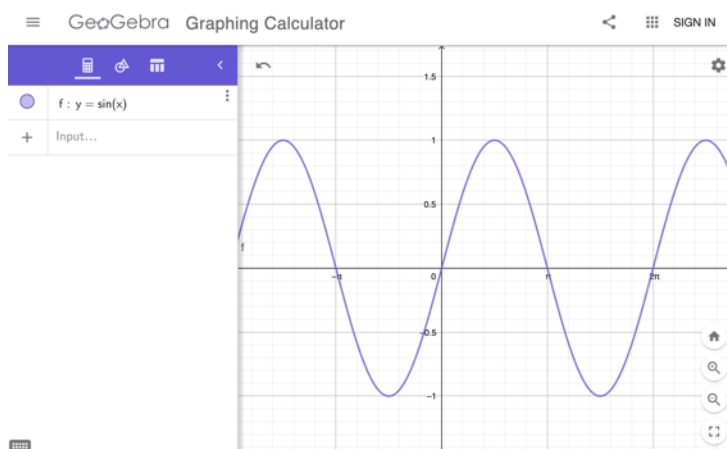
3. Aparecerá un cursor, allí debes escribir: $y=\sin(x)$, esto se puede escribir directamente con el teclado de nuestro dispositivo de trabajo o con el teclado que aparecerá en la plataforma:



En el menú $f(x)$ se encuentran las diferentes funciones:

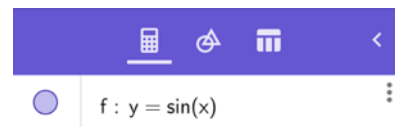


Al dar *Enter* aparecerá la gráfica de la función $y = \text{Sen}(x)$



Y listo, ya has realizado tu primera gráfica.

Para realizar otra solo se debe borrar la anterior función que ha escrito, para ello: se debe dar clic sobre la función, borrar (con la tecla *delete* o *retroceso*) y escribir la siguiente.



Los botones que se encuentran en la parte inferior derecha permiten acercar la gráfica, alejarla y verla en modo de pantalla completa.

4. Ahora, siguiendo las instrucciones dadas anteriormente, construye las siguientes gráficas, cópialas y pégalas en los espacios correspondientes:

Gráfica Función Seno $f(x) = \text{Sen}(x)$	Gráfica Función Coseno $f(x) = \text{Cos}(x)$
$f(x) = 2\text{Sen}(x)$	$f(x) = 2\text{Cos}(x)$

5. Ahora que tenemos las gráficas construidas en GeoGebra, vayamos a las mismas preguntas de la actividad anterior y veamos si encontramos algo diferente en nuestros análisis. Para ello, responde:
- ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen } x$ y $y = \text{cos } x$? ¿En qué se diferencian?
 - Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.
6. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:
- ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = 2 \text{ Sen } x$ y ¿entre $f(x) = \text{Cos } x$ y $f(x) = 2 \text{ Cos } x$?

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

7. Siguiendo los mismos pasos 2 y 3 vamos a graficar las siguientes funciones:

$f(x) = \text{Sen } (x)$	$f(x) = \text{Cos } (x)$
$f(x) = \text{Sen } (2x)$	$f(x) = \text{Cos } (2x)$

8. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

- ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen } (2x)$?
- Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen } (2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

En estos últimos puntos hemos trabajado en el periodo de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Periodo, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

Para concluir con esta actividad responde a la siguiente encuesta, donde compararemos la experiencia de realizar nuestras gráficas sobre papel milimetrado y empleando una herramienta como GeoGebra. *Solo tomará entre 10 y 15 minutos.*

<https://forms.gle/sEgPmngTV1GhWCp86>

Rúbrica de evaluación

ASPECTO A EVALUAR	NO CUMPLE	DESEMPEÑO PARCIAL	DESEMPEÑO SATISFACTORIO	DESEMPEÑO SOBRESALIENTE
Realización de las gráficas (1.0/5.0)	No se realizan las gráficas con precisión y eficacia. No se emplea Geogebra para la construcción de las gráficas.	Realiza eficazmente las gráficas, sin embargo, no corresponden de manera precisa a las funciones solicitadas. Emplea Geogebra para la construcción de las gráficas, empleando adecuadamente las funciones de la herramienta TIC.	Realiza con precisión y eficacia mínimo el 70% de las gráficas. Emplea Geogebra para la construcción de las gráficas, empleando adecuadamente las funciones de la herramienta TIC.	Realiza con precisión y eficacia cada una de las gráficas. Emplea Geogebra para la construcción de las gráficas empleando adecuadamente las funciones de la herramienta TIC.
Presentación de las gráficas (0.5/5.0)	Las graficas no se presentan según lo sugerido en la actividad, no se hace uso de las funciones de visualización de Geogebra para facilitar su lectura.	Las graficas se presentan de manera clara y adecuada, facilitando su visualización y lectura, haciendo uso de las funciones de Geogebra. Sin embargo, las gráficas no se presentan según lo sugerido en la actividad.	Las gráficas se presentan de manera ordenada y consistente con la sugerida en la actividad. Sin embargo, no se emplean las funciones de visualización de Geogebra para facilitar su lectura.	Las gráficas se presentan de manera ordenada y consistente con la sugerida en la actividad. Las gráficas se presentan de manera clara y adecuada, facilitando su visualización y lectura, haciendo uso de las funciones de Geogebra.
Análisis de las gráficas (1.5/5.0)	No se identifican las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas. No se identifican ni explican las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas.	Identifica de manera clara y precisa las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas, sin identificar ni explicar las razones de estos hallazgos.	Identifica y explica de manera coherente y delimitada las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas, aunque se identifique de manera poco clara y precisa las diferencias y similitudes que presenta las gráficas.	Identifica de manera clara y precisa las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas. Identifica y explica de manera coherente y delimitada las razones de las diferencias y similitudes que presentan las gráficas realizadas.
Definición del concepto de amplitud (1.0/5.0)	No se explica de manera clara ni precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. No se asocia este concepto a los coeficientes de la función.	Se asocia de manera coherente y clara el concepto de amplitud con los coeficientes de la función sinusoidal. Sin embargo, no se explica con sus propias palabras, ni claridad o precisión el concepto de amplitud de una función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. Sin embargo, no se asocia el concepto de manera clara ni coherente con los coeficientes de la función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de amplitud de una función sinusoidal. Se asocia de manera coherente y clara el concepto de amplitud con los coeficientes de la función sinusoidal.
Definición del concepto de periodo (1.0/5.0)	No se explica de manera clara ni precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. No se asocia este concepto a los coeficientes de la función.	Se asocia de manera coherente y clara el concepto de periodo con los coeficientes de la función sinusoidal. Sin embargo, no se explica con sus propias palabras, ni claridad o precisión el concepto de periodo de una función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. Sin embargo, no se asocia el concepto de manera clara ni coherente con los coeficientes de la función sinusoidal.	Explica, en sus propias palabras, de manera clara y precisa el concepto de periodo de una función sinusoidal. Asocia de manera coherente y clara el concepto de periodo con los coeficientes de la función sinusoidal.

Recuperación Cronológica de la Experiencia

A continuación, se presentan los diarios de campo con las anotaciones correspondientes a las actividades realizadas, las interacciones y recursos, incluyendo el producto del proceso de reflexión posterior a la ejecución de las actividades planeadas por sesión.

Diario de Campo Grado Décimo

DIARIO DE CAMPO		
CURSO: matemáticas		PERIODO: Tercero
FECHA: 20 de septiembre de 2021	HORA INICIO: 10:00	HORA FIN: 12:00
GRADO: décimo		
TEMA: Periodo y amplitud de las funciones Seno y Coseno		
OBJETIVO: El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano.		
DESCRIPCIÓN	REFLEXIÓN	
Se inició la clase de manera puntual y se realizó la toma de asistencia, todos los estudiantes estuvieron presentes. Esta actividad tomó cerca de 10 minutos. Posteriormente, se presentó la temática a trabajar y se asignó la consigna de trabajo. Ante ella, los estudiantes se mostraron interesados y después de leerla de manera individual, sus dudas se basaron en la forma de presentación de las gráficas y el uso del transportador. Indicaron de manera general, que las actividades a realizar eran claras y procedieron a ejecutarlas. Un par de estudiantes no contaban con los materiales y desafortunadamente, tuvieron que solicitar a sus compañeros el préstamo de estos. Esto les quitó tiempo efectivo de trabajo. Pasada media hora, algunos estudiantes manifestaron inconformidades con respecto a la actividad, ya que les parecía aburrida e innecesaria. -profe, ¿esto para que me va a servir? Fue una de las preguntas realizadas por ellos, a lo que se les indicó que las gráficas permiten visualizar fenómenos de manera más efectiva, al contrario de los números plasmados en una tabla. Conformes con la respuesta, continuaron con la actividad propuesta. Se detectó comunicación entre ellos, principalmente para comparar sus gráficas y las respuestas producto de su análisis, algunos mostraron confusión y frustración porque sus gráficas no les daban y así no eran capaces de llegar a una respuesta a las preguntas de análisis. Faltando aproximadamente 10 minutos para la finalización de la clase, se les indicó que debían preparar la entrega de la actividad, ante esto algunos estudiantes protestaron porque no les había alcanzado el tiempo y que la actividad estaba muy larga. Una vez concluida la clase, se recogieron las actividades y aunque pidieron terminarlas en casa, se les explicó que, para el propósito de la actividad, esto no era posible. No estuvieron muy conformes, pero debieron acceder.	Teniendo en cuenta el propósito de la actividad planeada, es posible decir que efectivamente los estudiantes construyeron las gráficas de las funciones Seno y Coseno, siguiendo las instrucciones de la consigna y, que en su mayoría lograron establecer, a partir de las diferencias y similitudes entre ellas, los conceptos de periodo y amplitud. Sin diferir de la planeación original para esta sesión de clase, por lo que el tiempo de la sesión fue bien calculado. Si bien algunos estudiantes manifestaron inconformidades al ver la extensión del documento, no fueron renuentes a realizar las actividades propuestas y una vez empezaron a hacer las gráficas, su actitud cambió significativamente. Aunque, en algunos se evidenció frustración durante la realización de las gráficas, principalmente al volver a empezar de cero y desechar el trabajo hecho. Esto les pudo generar cansancio y desmotivación, por lo que al momento de analizar las gráficas y responder a las preguntas, no comprendían que era exactamente lo que se les preguntaba. A partir de lo anterior, se debe re-evaluar el formato y presentación de la consigna, de tal forma que sea atractiva y de fácil comprensión para todos los estudiantes. Por otra parte, se determinó la importancia de contar con materiales extra, ya que algunos estudiantes no contaban con ellos y eso les dificultó la ejecución de las actividades.	

DIARIO DE CAMPO		
CURSO: matemáticas		PERIODO: Tercero
FECHA: 22 de septiembre de 2021	HORA INICIO: 10:00	HORA FIN: 12:00
GRADO: décimo		
TEMA: Periodo y amplitud de las funciones Seno y Coseno – Uso Geogebra		
OBJETIVO: El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano empleando GeoGebra.		
DESCRIPCIÓN	REFLEXIÓN	
Se inició la hora de clase puntualmente y se procedió a tomar la asistencia, todos los estudiantes estuvieron presentes. Los estudiantes fueron trasladados a la sala de cómputo para el trabajo planeado para la sesión, así los estudiantes quedaron instalados en sus puestos de trabajo a partir de las 10:15 aproximadamente. Se dieron algunas pautas con respecto a la temática a trabajar, teniendo en cuenta que se podría considerar a esta sesión como retroalimentación de la sesión anterior y que se trabajaría con GeoGebra, explicándoles brevemente las características y funcionalidades de la aplicación. En ese sentido, se les hizo entrega de la consigna de trabajo y después de leerla, los estudiantes se mostraron muy interesados y se dispusieron a trabajar de inmediato, algunos trabajaron en el computador asignado en la sala, otros desde sus propios celulares. No hubo ningún tipo de objeción con respecto a las actividades planteadas en la sesión. Pasados algunos minutos, algunos estudiantes presentaron muchas dificultades para manejar la aplicación y se les tuvo que hacer un acompañamiento importante durante la construcción de las primeras gráficas, después continuaron solos sin dificultad. En general, el periodo de tiempo empleado en la construcción de las gráficas fue aproximadamente de media hora, donde la dificultad radicó en copiar las gráficas y pegarlas sobre el formato de trabajo, ya que el procedimiento no estaba en los pasos de la consigna. El tiempo restante lo tomaron para realizar un análisis más exhaustivo de las gráficas y una vez iban terminando, entregaron su trabajo. Un par de estudiantes continuaron interactuando con la aplicación, mientras que los demás conversaron acerca de esta, indicando que les gustó y que se debería usar más seguido para facilitarles el trabajo en clase. Faltando 15 minutos para la finalización de la clase, ya todos habían concluido y enviado sus trabajos por correo electrónico. Por lo que se les pidió responder de manera individual y personal a la encuesta de percepción que permitiría evaluar la propuesta realizada para ellos.	Teniendo en cuenta el propósito de la actividad planeada, es posible decir que efectivamente los estudiantes construyeron las gráficas de las funciones Seno y Coseno de manera efectiva y eficiente en GeoGebra, siguiendo las instrucciones dadas en la consigna y, que en su mayoría lograron establecer, a partir de las diferencias y similitudes entre ellas, los conceptos de periodo y amplitud, en el tiempo dispuesto para la clase. Fue satisfactorio ver que ningún estudiante mostró objeciones o inconformidades frente a la actividad propuesta y que se evidenció la motivación frente a la realización de las gráficas y el uso de esta herramienta TIC, ya que nunca se había implementado en clase. A diferencia de la sesión anterior, no se presentaron mayores dificultades y no hubo manifestaciones de frustración por no alcanzar a concluir las asignaciones en el tiempo de clase. Sin embargo, sí se evidenciaron dificultades al seguir algunas instrucciones referentes a la presentación de las gráficas, por la poca interacción de los estudiantes con la herramienta. En ese sentido, el uso de GeoGebra dentro del aula de clase resulta efectivo para el proceso de enseñanza-aprendizaje y facilita la visualización y comprensión de las propiedades de las funciones, al tener la posibilidad de interactuar y modificar las gráficas a gusto. Adicionalmente, permite que el trabajo en clase sea más eficiente y que se pueda profundizar en las temáticas para hacer más significativo el proceso de E-A dentro y fuera del aula.	

Diario de Campo CLEI V

DIARIO DE CAMPO		
CURSO: matemáticas		PERIODO: Primero
FECHA: 25 de septiembre de 2021	HORA INICIO: 07:00	HORA FIN: 09:00
GRADO: CLEI V		
TEMA: Periodo y amplitud de las funciones Seno y Coseno		
OBJETIVO: El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano.		
DESCRIPCIÓN		REFLEXIÓN
Se inició la clase con 10 minutos de retraso, evento habitual en la primera clase del día para los CLEI. Se realizó la toma de asistencia, faltaron 4 estudiantes, asistieron 13. Posteriormente, se presentó la temática a trabajar y se asignó la consigna de trabajo. Ante ella, los estudiantes se mostraron apáticos y muy poco interesados, después de leerla de manera individual, manifestaron inconformidades por la extensión y complejidad de las actividades propuestas. Fueron muy renuentes a iniciar la actividad y algunos estudiantes no contaban con los elementos, como papel milimetrado o transportador, a partir de la experiencia con el grado décimo, contaba con elementos adicionales y así pudieron trabajar sin retrasos. Una vez superadas las dificultades iniciales, manifestaron dudas generalizadas en el uso del transportador y se les hizo una presentación magistral para despejarlas. Pasados algunos minutos, las quejas e inconformidades de algunos estudiantes volvieron a presentarse ya que se les dificultó realizar las gráficas y su frustración se hizo evidente, desechando el trabajo realizado e iniciando de cero las gráficas, además de indicar que les parecía una pérdida de tiempo. Esto retrasó su ejecución y ninguno completó la consigna. Sin embargo, se evidenció en algunos estudiantes un interés genuino por realizar las actividades, al comparar su trabajo y construir en equipo soluciones a la construcción de las gráficas. Aproximadamente 10 minutos para la finalización de la clase, se les indicó que debían preparar la entrega de la actividad, ante esto todos protestaron porque no les había alcanzado el tiempo y que la actividad estaba muy larga. Una vez concluida la clase, se recogieron las actividades y aunque pidieron terminirlas en casa, se les explicó sin éxito, que, para el propósito de la actividad, esto no era posible.		Teniendo en cuenta el propósito de la actividad planeada, es posible decir que algunos estudiantes construyeron las gráficas de las funciones Seno y Coseno, siguiendo las instrucciones de la consigna y, que ninguno realizó el análisis de estas. Por lo que, para este grupo, no se logró ejecutar lo planeado y en ese sentido, el tiempo destinado no fue bien calculado. Resulta claro, que este grupo es muy renuente a las propuestas pedagógicas ofrecidas, ya que, al ser adultos, cuentan con un pensamiento estructurado poco flexible, su interés va más allá de lo académico y, por tanto, se deben crear experiencias que les resulten más significativas y los motiven a explorar conceptos desde el aula. Por lo anterior, se debe replantear la consigna de trabajo a un formato más amigable y fácil de interpretar, con instrucciones precisas, pero no en gran cantidad, para evitar conclusiones apresuradas acerca del nivel de dificultad. Ya que resulta evidente que asociaron la extensión de la consigna con el grado de dificultad de esta, sin tomarse el tiempo de leerla a conciencia.

DIARIO DE CAMPO		
CURSO: matemáticas		PERIODO: Primero
FECHA: 02 de octubre de 2021	HORA INICIO: 07:00	HORA FIN: 09:00
GRADO: CLEI V		
TEMA: Periodo y amplitud de las funciones Seno y Coseno – Uso Geogebra		
OBJETIVO: El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano empleando GeoGebra.		
DESCRIPCIÓN	REFLEXIÓN	
Se inició la clase con 10 minutos de retraso, evento habitual en la primera clase del día para los CLEI. Se realizó la toma de asistencia, faltaron 5 estudiantes, asistieron 12. Los estudiantes fueron trasladados a la sala de cómputo para el trabajo planeado para la sesión y fueron instalados en sus puestos de trabajo a las 7:25 am. Se dieron las pautas para el trabajo en sala y sobre el uso de GeoGebra en la sesión, tomándolo como una herramienta de apoyo para realizar en su totalidad el trabajo de análisis propuesto en la sesión anterior. Ante esto, algunos estudiantes se mostraron muy inconformes con continuar con la misma temática y sobretodo con el uso de herramientas digitales, ya que, en sus palabras, no les gusta y no quieren usar eso de los computadores, que su celular no sirve para eso y que no entienden eso, que ya tenían suficiente después de todo un año de estar trabajando frente al computador en la pandemia. Sin embargo, se les indicó que no es opcional y que todos debían darles la oportunidad a las nuevas herramientas, ya que son útiles para facilitar el trabajo en clase, se les recordó lo difícil que fue para ellos hacer las gráficas a mano y con esto, se pusieron más tranquilos y dispuestos para trabajar. Un par de estudiantes trabajaron desde su celular, los demás desde el computador asignado en la sala. Posteriormente, se les entregó la consigna de trabajo y después de leerla, si bien, algunos manifestaron inconformidades porque estaba muy larga, todos iniciaron el trabajo de manera satisfactoria sin mayores contratiempos. Al cabo de algunos minutos, iniciaron las dudas y las dificultades en el uso de la aplicación por parte de todos, se les tuvo que hacer un acompañamiento magistral para la construcción de las primeras gráficas y de ahí en adelante, intentaron trabajar de manera independiente. En el análisis de las gráficas se presentaron algunas dificultades, principalmente por el uso de las funciones de la aplicación y la asociación de conceptos con lo que estaban viendo en pantalla. Para ese momento, ya no había comentarios despectivos acerca de la actividad propuesta, de hecho, algunos preguntaron - ¿por qué no puso a hacer la tarea en esa aplicación la clase pasada?, ¡claro! Nos quería poner a sufrir, ¿cierto?, ante esto, se les indicó que el propósito de la experiencia era determinar que tan efectivo resulta usar ese tipo de herramientas digitales en clase. Faltando 15 minutos para la culminación de la sesión, se les pidió que enviaran sus trabajos y contestaran la encuesta de percepción del uso de GeoGebra en clase de matemáticas. No hubo ninguna objeción y todos lograron concluir con las actividades propuestas.	Teniendo en cuenta el propósito de la actividad planeada, es posible decir que la mayoría de los estudiantes construyeron las gráficas de las funciones Seno y Coseno, siguiendo las instrucciones de la consigna para el trabajo en GeoGebra y, que lograron vagamente establecer los conceptos de periodo y amplitud a través del análisis de las gráficas. Logrando concluir lo planeado en el tiempo dispuesto para la sesión de clase, aunque no con los resultados esperados en términos de los resultados del análisis. Se evidenció al inicio de la sesión una gran resistencia ante el uso de herramientas digitales, debido principalmente a que habitualmente los estudiantes adultos no interactúan con este tipo de aplicaciones y les genera algo de temor o disgusto no poder superarlas. Sin embargo, con los argumentos adecuados, esta aversión puede ser superada. Por otra parte, resultó satisfactorio que, a pesar de las dificultades y aversiones, algunos concluyeran con las actividades propuestas, aunque se debe tener en cuenta para experiencias similares, realizar una presentación magistral con ejemplificación del uso de la herramienta TIC, donde los estudiantes vayan trabajando al tiempo con el profesor para adaptarse a la herramienta, identificar y superar las posibles dificultades. Se concluye que el uso de GeoGebra si bien es efectivo para la construcción de gráficas, se debe intensificar y concientizar sobre su uso, para que realmente facilite el trabajo del estudiante, reduzca su frustración frente a las dificultades y permita efectivamente profundizar en las temáticas de una manera más eficiente, teniendo en cuenta que la intensidad horaria es de 2 horas a la semana, a diferencia de la educación regular con 4 horas a la semana de matemáticas.	

Actividades desarrolladas

De acuerdo con el diario de campo para grado Décimo, los estudiantes realizaron las actividades asignadas en la consigna de trabajo correspondiente, el desarrollo de esta se presenta en la Figura 7, mientras que las gráficas realizadas a mano por los estudiantes se presentan en la Figura 8. En la Figura 9 se presenta el resultado del trabajo realizado durante la sesión 2, la cual incluye la realización de las gráficas en GeoGebra, la entrega se realizó vía correo electrónico (Figura 10). Finalmente, se presenta una de las encuestas desarrolladas a través de Google Forms en la Figura 11, en el Anexo B se encuentran los resultados agrupados de la encuesta aplicada a todos los estudiantes de grado décimo y CLEI V que participaron de la experiencia.

Figura 7

Consigna de trabajo sesión 1 desarrollada por grado Décimo

Isabella Blandin B, Juan Esteban Buitrago

Asignatura	Matemáticas
Tipo	Básica
Institución educativa	Grado
Modalidad	
Unidad de aprendizaje	Funciones trigonométricas: Funciones sinusoidales
Objetivo de aprendizaje	El estudiante estará en la capacidad de explicar los parámetros de las funciones sinusoidales a partir de la modificación de sus gráficas.
Tema	Amplitud y periodo en funciones Seno y Coseno
Actividad 1	Construcción y análisis de gráficas de funciones trigonométricas
Objetivo de la actividad	El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano.

Introducción

Las gráficas de las funciones trigonométricas Seno y Coseno se representan con las expresiones matemáticas $f(x) = A \sin(Bx + C)$ y $f(x) = A \cos(Bx + C)$, respectivamente. Estas gráficas se consideran sinusoidales debido a sus características matemáticas particulares en términos de amplitud, periodo, fase, desfase, entre otras y tienen importantes aplicaciones en diferentes campos de la física e ingeniería.

En esta actividad se propone la construcción (sobre papel milimetrado) y el análisis de una serie de gráficas de las familias de las funciones Seno y Coseno, con la finalidad de que el estudiante logre deducir los conceptos de amplitud y periodo, identificando los coeficientes que corresponden en la expresión matemática de las funciones y los efectos de sus modificaciones en las gráficas.

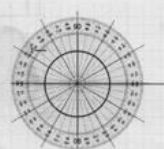
Materiales

- Papel milimetrado
- Regla
- Transportador
- Compás

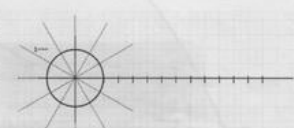
Pasos para la realización de la actividad

1. Sobre el papel milimetrado trazar los ejes, horizontal y vertical en el centro de la hoja. Con ayuda del compás trazar una circunferencia, tal que su centro se ubique en la intersección de los ejes. Tenga en cuenta que el diámetro de esta será considerado la unidad, por ejemplo nuestra circunferencia de diámetro 1 está compuesto por dos cuadros "grandes".

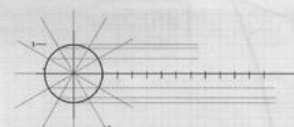
2. Ahora con ayuda del transportador se marcarán los siguientes ángulos sobre la circunferencia: 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°.



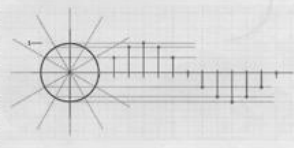
3. Como se puede observar se trazaron 12 puntos sobre la circunferencia, así se trazarán 12 puntos equidistantes sobre el eje horizontal partiendo de la circunferencia.



4. Con ayuda de la regla se trazarán líneas horizontales que salgan de cada uno de los ángulos marcados en la circunferencia.

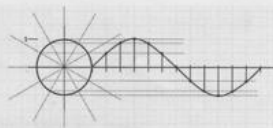


5. Ahora se trazaran verticales a partir de cada una de las divisiones del eje horizontal, tal que se crucen con las líneas antes trazadas y se marcan estos puntos. Dado que se trata de funciones cíclicas, se requiere un punto adicional para completar el recorrido a través de la circunferencia.



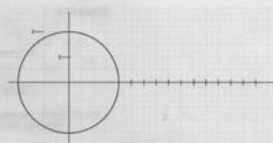
6. Con una línea continua y curva, se unen todos los puntos marcados en el paso anterior.

Y con esto hemos graficado la función $f(x) = \text{Sen}(x)$ y sobre esta misma, realizaremos las demás actividades.

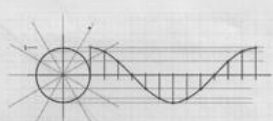


7. Ahora se trazará una circunferencia de diámetro de 2 puntos, para el ejemplo, será de 4 cuadros.

Y se repiten los pasos del 2 al 6 para obtener la gráfica de la función $f(x) = 2\text{Sen}(x)$.



8. Ahora es hora de graficar la función Coseno $f(x) = \text{Cos}(x)$, siguiendo los pasos presentados anteriormente, sin embargo, en el paso 5, el punto de partida de la gráfica corresponderá en el ángulo 90° de la circunferencia. Así la gráfica resultante se verá así:



9. Realiza la gráfica de la función $f(x) = 2\text{Cos}(x)$, teniendo en cuenta las instrucciones del paso 7.

10. A partir de las anteriores gráficas, responde:

a. ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen } x$ y $y = \text{cos } x$? ¿En qué se diferencian?

La función Seno representa la Variación de la ordenada del punto en función de su ángulo, y la función Coseno representa la Variación de la abscisa del punto en función de su ángulo x .

- b. Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.

Porque es el conjunto de puntos en el plano de la forma $C(x, y)$ en donde x está en el dominio de la función.

11. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = 2\text{Sen } x$?

Ambas se obtiene dividiendo un lado entre otro y se expresan en las mismas unidades y tienen gráficas parecidas si representamos sus curvas y ahí se notan las semejanzas.

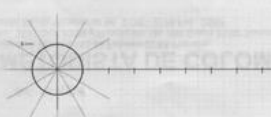
y ¿entre $f(x) = \text{Cos } x$ y $f(x) = 2\text{Cos } x$?

Los ángulos se expresan en grados, pero en trigonometría es más cómodo expresarlos en radianes que es una unidad muy práctica porque esos grados los consideramos equivalentes a 2π radianes.

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

La amplitud de la función Seno y Coseno representa la mitad de la distancia entre los valores máximo y mínimo de la función.

12. Ahora vamos a trabajar sobre otro concepto, para ello, se seguirán los pasos 1 a 3 al pie de la letra,



pero, en el paso 4 las divisiones equidistantes serán del doble de la distancia. Para el ejemplo, cada división será cada 2 cuadros.

Seguimos con los pasos del 5 al 6 para obtener la gráfica de $f(x) = \text{Sen}(2x)$.

13. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

a. ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = \text{Sen}(2x)$?

Representa la medida del ángulo en que la gráfica se desplaza horizontalmente se expresa en radianes o su equivalencia en grados sexagesimales.

b. Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = \text{Sen}(2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

Se repite según la cantidad de ciclos o el número de veces que la gráfica se repite en un ángulo de 360° .

En estos últimos puntos hemos trabajado en el periodo de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Periodo, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

Si multiplicas ambos lados de la igualdad por algún número y le sumas otro número C , obtienes $Af(Cx)$ que sigue siendo Periódica y del mismo Periodo.

Figura 8

Gráficas realizadas a mano por grado Décimo

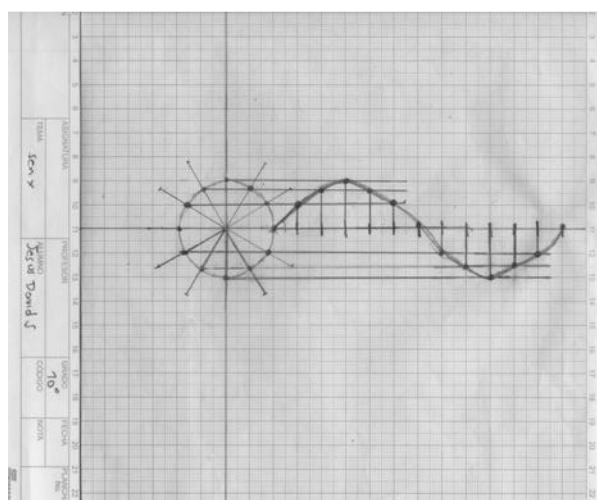
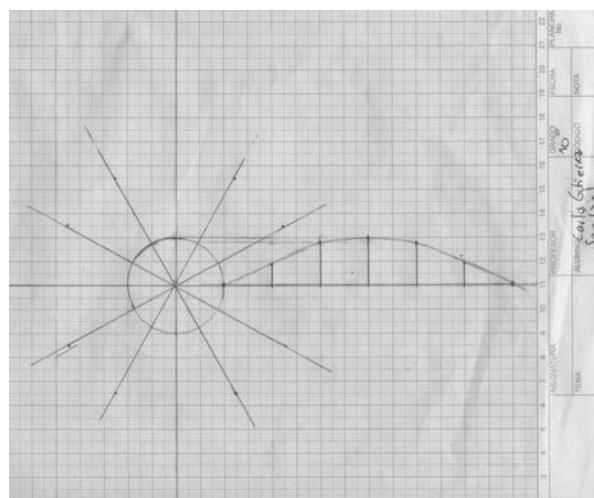
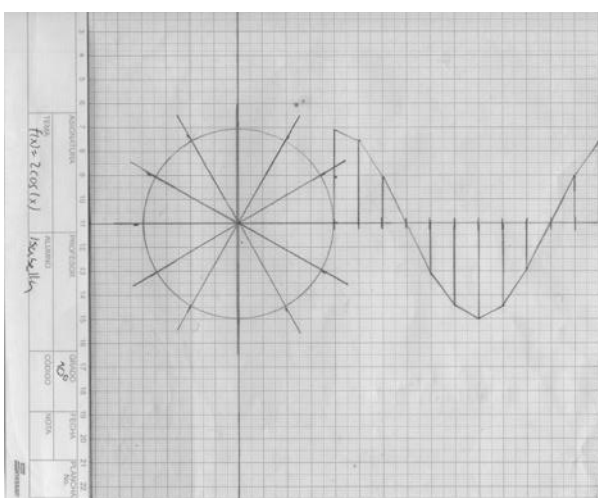
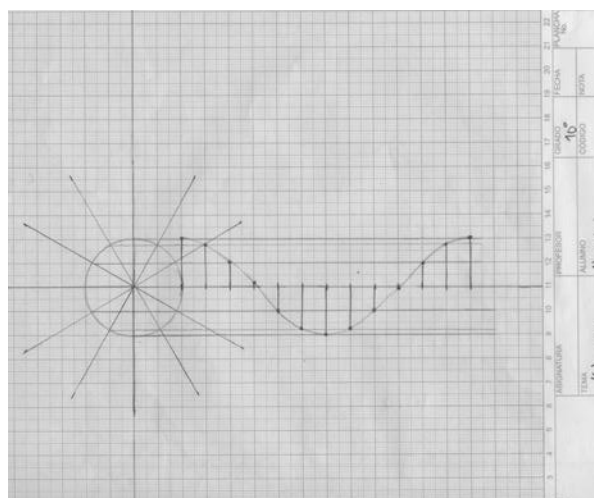
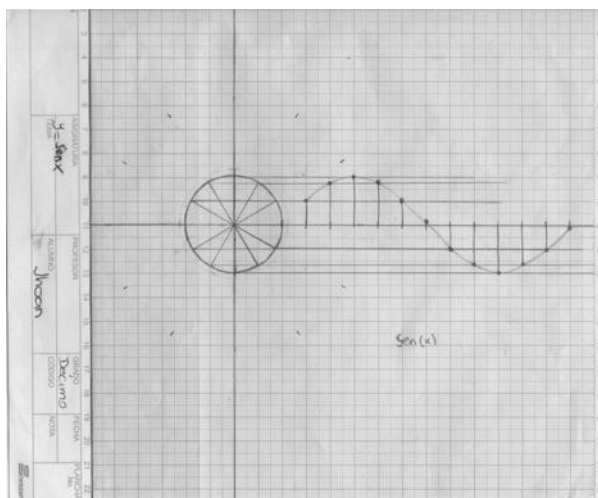


Figura 9

Consigna de trabajo sesión 2 desarrollada por grado Décimo

4. Ahora, siguiendo las instrucciones dadas anteriormente, construye las siguientes gráficas y pégalas en los espacios correspondientes:

Gráfica Función Seno $f(x) = \text{Sen } x$	Gráfica Función Coseno $f(x) = \text{Cos } x$
$f(x) = 2\text{Sen } x$	$f(x) = 2\text{Cos } x$

5. Ahora que tenemos las gráficas construidas en GeoGebra, vayamos a las mismas preguntas de la actividad anterior y veamos si encontramos algo diferente en nuestros análisis. Para ello, responde:

a. ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen } x$ y $y = \text{cos } x$? ¿En qué se diferencian?

Ambas van en ondas similares y Seno pasa por el origen Cos no pasa por el origen

b. Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.

Se comporta de forma repetitiva durante toda la secuencia. Cada cierto valor del ángulo

6. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = 2 \text{ Sen } x$?

En la gráfica 1, los ciclos llegan hasta 1, pero demuestran ser más extensas y en la gráfica 2 hasta 2 pero sus ondas son mucho más cortas

y ¿entre $f(x) = \text{Cos } x$ y $f(x) = 2 \text{ Cos } x$?

Ambas tienen el centro de su onda inicial centrado de manera uniforme, aunque como en la anterior podemos ver como una es más extensa que la otra.

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

La amplitud hace que las ondas sean más extensas, según eso en la función sería la letra A

7. Siguiendo los mismos pasos 2 y 3 vamos a graficar las siguientes funciones:

$f(x) = \text{Sen } x$	$f(x) = \text{Cos } x$
$f(x) = \text{Sen } (2x)$	$f(x) = \text{Cos } (2x)$

8. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

a. ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = \text{Sen } (2x)$?

En esta la primera grafica demuestra ser mucho más larga mientras que la segunda un poco más fina. El ciclo se acorta

b. Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x) = \text{Sen } x$ y $f(x) = \text{Sen } (2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

En el primero cada 2 puntos mientras que en el segundo en cada punto del eje de los ángulos.

En estos últimos puntos hemos trabajado en el periodo de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{ Sen } (Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Periodo, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

El periodo es cada cuanto vuelve a empezar la onda, sería la letra al lado de la x

Para concluir con esta actividad responde a la siguiente encuesta, donde compararemos la experiencia de realizar nuestras gráficas sobre papel y empleando una herramienta como GeoGebra. Puedes dar clic sobre el enlace o escanear el código QR

<https://forms.gle/sEgPmgTV1GHWCP86>

Figura 10

Entrega de consigna desarrollada por grado Décimo

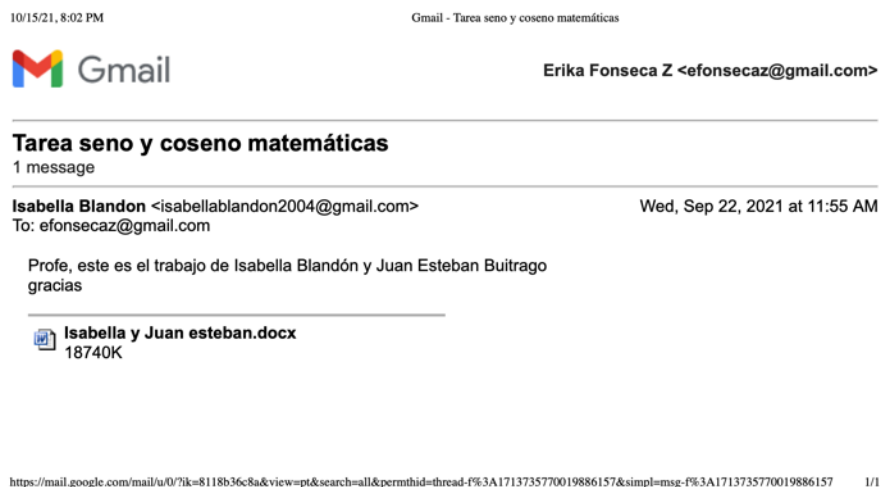


Figura 11

Encuesta realizada por estudiante de grado Décimo

Percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas

Curso *
10

Edad *
17

Situación inicial
Responde las siguientes preguntas con toda la tranquilidad y honestidad según la experiencia vivida al realizar la actividad propuesta

Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

☐ Muy entretenida

☐ Entretenida

☒ Aceptable

☐ Indiferente

☐ Aburrida

¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase? *

☒ Sí

☐ No

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al realizar gráficas de las funciones Seno y Coseno a mano (lápiz y papel)? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

☐ Tardé en entender y seguir las instrucciones

☐ Las instrucciones no eran claras

☐ Me equivoqué ubicando los puntos y haciendo las líneas

☐ Tuve que volver a empezar una o varias veces

☐ Se me dificultó emplear las herramientas (reglas, transportador)

☐ No contaba con las herramientas suficientes de trabajo

☐ La actividad estaba muy larga y el tiempo no fue suficiente para hacer todas las gráficas

☒ No tuve ninguna dificultad

☐ No las realicé

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al determinar la amplitud y el periodo de una función trigonométrica en las gráficas hechas a mano? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

☒ Las gráficas que realicé no me quedaron bien hechas

☐ No pude identificar diferencias entre las gráficas

☐ No supe diferenciar entre amplitud y periodo

☐ No pude identificar los coeficientes que definían la amplitud y el periodo en las funciones

☐ No tuve ninguna dificultad al responder las preguntas

Uso de GeoGebra

Responde las siguientes preguntas referentes a la experiencia de usar GeoGebra en la actividad desarrollada.

¿Conocías la herramienta GeoGebra? *

☐ Sí, pero nunca la había usado

☐ Sí, ya la había usado antes

☒ No

¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase? *

☒ Sí

☐ No

Comparado con el estilo tradicional del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

☐ Muy entretenida

☐ Entretenida

☒ Aceptable

☐ Indiferente

☐ Aburrida

De acuerdo con tu experiencia en clase usando GeoGebra, selecciona una opción para cada afirmación *

	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Se me facilitó usar GeoGebra	☐	☐	☒	☐	☐
Me gustó usar GeoGebra en clase de matemáticas	☐	☒	☐	☐	☐
Me gusta la facilidad de tener y usar GeoGebra desde mi celular, tablet o computador porque facilita mi aprendizaje en cualquier lugar y momento	☐	☐	☒	☐	☐
GeoGebra facilitó la construcción de las gráficas	☐	☒	☐	☐	☐
Las gráficas en GeoGebra quedan bonitas, se pueden ver mejor y corregir fácilmente	☐	☒	☐	☐	☐
GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos de amplitud y periodo en funciones trigonométricas	☐	☐	☐	☒	☐
Me sentí motivado a trabajar y participar de la clase al usar GeoGebra	☐	☐	☒	☐	☐

¿Cuáles fueron las principales dificultades que se le presentaron al usar de GeoGebra? ¿Fuiste que preguntarle mucho al profesor a solucionar esas dificultades? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tus respuestas) *

☐ La aplicación es compleja de manejar

☐ Necesito interactuar más tiempo y hacer más ejercicios con la aplicación para comprenderla mejor

☐ No me fue posible hacer las gráficas en la aplicación

☐ No contaba con un buen dispositivo para utilizar la aplicación

☐ No comprendí el uso y utilidad de la aplicación

☐ Logré realizar las gráficas, pero le tuve que hacer varias preguntas a la profesora

☐ A pesar de las preguntas que le hice a la profesora, no logré manejar la aplicación

☒ No presenté ninguna dificultad

¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia? *

Nada

¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases? ¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje? *

Sí sirve

¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas? *

☐ Sí, aunque no lo soliciten los profesores

☒ Sí, solo si es solicitado por los profesores

☐ Tal vez

☐ No

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Por otra parte, según lo indicado en el diario de campo correspondiente, los estudiantes de CLEI V realizaron las actividades asignadas en la consigna de trabajo para la sesión, el desarrollo de esta se presenta en la Figura 12, donde se evidencia que algunos estudiantes no

lograron relacionar las gráficas y sus características con los conceptos de amplitud y periodo, dejando los espacios de estas preguntas vacíos. Algunas de las gráficas realizadas a mano por los estudiantes se presentan en la Figura 13, donde se puede observar el resultado de las dificultades en cuanto el uso de las herramientas de trabajo como el transportador para la medición de ángulos. El resultado del trabajo realizado durante la sesión 2, la cual incluye la realización de las gráficas en GeoGebra se muestra en la Figura 14, la entrega realizada vía correo electrónico se evidencia en la Figura 15. Finalmente, se presenta una de las encuestas desarrolladas a través de Google Forms en la Figura 16.

Figura 12

Consigna de trabajo sesión 1 desarrollada por CLEI V

Angela maria Castañeda
Leidy vanesa Reyes Giraldo

Asignatura	Matemáticas
Tipo	Básica
Institución educativa	Grado 507
Modalidad	
Unidad de aprendizaje	Funciones trigonométricas: Funciones sinusoidales
Objetivo de aprendizaje	El estudiante estará en la capacidad de explicar los parámetros de las funciones sinusoidales a partir de la modificación de sus gráficas.
Tema	Amplitud y periodo en funciones Seno y Coseno
Actividad 1	Construcción y análisis de gráficas de funciones trigonométricas
Objetivo de la actividad	El estudiante explica los conceptos de amplitud y periodo de las funciones trigonométricas Seno y Coseno a partir de la modificación de sus coeficientes, graficando las funciones en el plano cartesiano.

Introducción

Las gráficas de las funciones trigonométricas Seno y Coseno se representan con las expresiones matemáticas $f(x) = A \text{ Sen}(Bx + C)$ y $f(x) = A \text{ Cos}(Bx + C)$, respectivamente. Estas gráficas se consideran sinusoidales debido a sus características matemáticas particulares en términos de amplitud, periodo, fase, desfase, entre otras y tienen importantes aplicaciones en diferentes campos de la física e ingeniería.

En esta actividad se propone la construcción (sobre papel milimetrado) y el análisis de una serie de gráficas de las familias de las funciones Seno y Coseno, con la finalidad de que el estudiante logre deducir los conceptos de amplitud y periodo, identificando los coeficientes que corresponden en la expresión matemática de las funciones y los efectos de sus modificaciones en las gráficas.

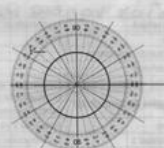
Materiales

- Papel milimetrado
- Regla
- Transportador
- Compás

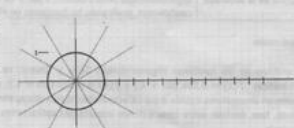
Pasos para la realización de la actividad

1. Sobre el papel milimetrado trazar los ejes, horizontal y vertical en el centro de la hoja. Con ayuda del compás trazar una circunferencia, tal que su centro se ubique en la intersección de los ejes. Tenga en cuenta que el diámetro de esta será considerado la unidad, por ejemplo, nuestra circunferencia de diámetro 1 está compuesto por dos cuadros "grandes".

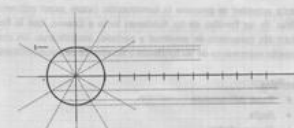
2. Ahora con ayuda del transportador se marcarán los siguientes ángulos sobre la circunferencia: $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$.



3. Como se puede observar se trazaron 12 puntos sobre la circunferencia, así se trazarán 12 puntos equidistantes sobre el eje horizontal partiendo de la circunferencia.

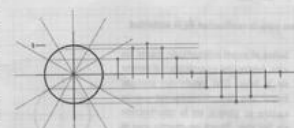


4. Con ayuda de la regla se trazarán líneas horizontales que salgan de cada uno de los ángulos marcados en la circunferencia.



5. Ahora se trazaran verticales a partir de cada una de las divisiones del eje horizontal, tal que se crucen con las líneas antes trazadas y se marcan estos puntos.

Dado que se trata de funciones cíclicas, se requiere un punto adicional para completar el recorrido a través de la circunferencia.



6. Con una línea continua y curva, se unen todos los puntos marcados en el paso anterior.

Y con esto hemos graficado la función Seno $f(x)=\text{Sen}(x)$ y sobre esta misma, realizaremos las demás actividades.

7. Ahora se trazará una circunferencia de diámetro de 2 puntos, para el ejemplo, será de 4 cuadros.

Y se repiten los pasos del 2 al 6 para obtener la gráfica de la función $f(x)=2\text{Sen}(x)$

8. Ahora es hora de graficar la función Coseno $f(x)=\text{Cos}(x)$, siguiendo los pasos presentados anteriormente, sin embargo, en el paso 5, el punto de partida de la gráfica corresponderá en el ángulo 90° de la circunferencia. Así la gráfica resultante se verá así:

9. Realiza la gráfica de la función $f(x)=2\text{Cos}(x)$, teniendo en cuenta las instrucciones del paso 7.

10. A partir de las anteriores graficas, responde:

a. ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen } x$ y $y = \text{cos } x$? ¿En qué se diferencian?

$\text{Sen } x$ y $\text{cos } x$ inician en 0 y $\text{cos } x$ en 1
ambos se mueven entre 1 y -1 en el eje Y

b. Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.

Son funciones que se repiten o tienen comportamiento repetitivo

11. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=2\text{Sen } x$?

Se mueven en intervalos diferentes
 $\text{sen } x (1, -1)$, $\text{sen } x (2, -2)$

y entre $f(x)=\text{Cos } x$ y $f(x)=2\text{Cos } x$?

tienen una amplitud distinta
 $\text{cos } x (1, -1)$ $2\text{cos } x (2, -2)$

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A\text{Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

12. Ahora vamos a trabajar sobre otro concepto, para ello, se seguirán los pasos 1 a 3 al pie de la letra,

pero, en el paso 4 las divisiones equidistantes serán del doble de la distancia. Para el ejemplo, cada división será cada 2 cuadros.

Seguimos con los pasos del 5 al 6 para obtener la gráfica de $f(x)=\text{Sen}(2x)$.

13. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

a. ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen}(2x)$?

la amplitud es igual pero se diferencia en su superioridad

b. Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x)=\text{Sen } x$ y $f(x)=\text{Sen}(2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

en ambas cosas es de 3

En estos últimos puntos hemos trabajado en el periodo de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A\text{Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Periodo, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

Figura 13

Gráficas realizadas a mano por CLEI V

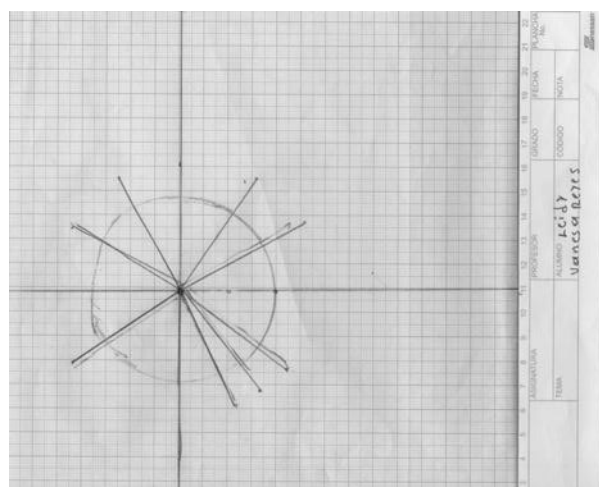
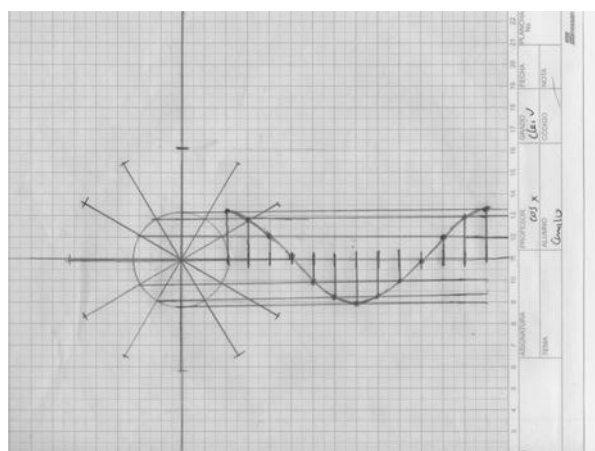
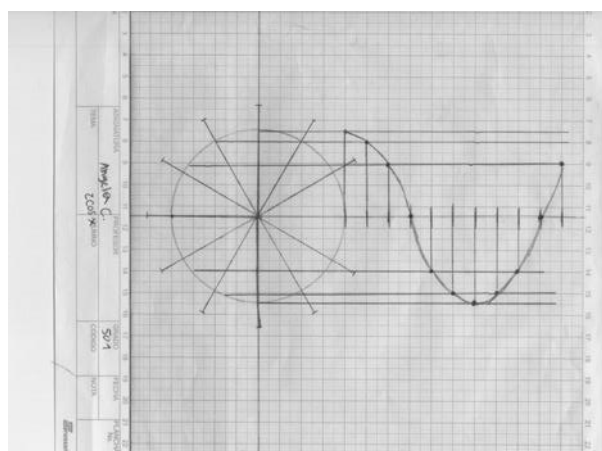
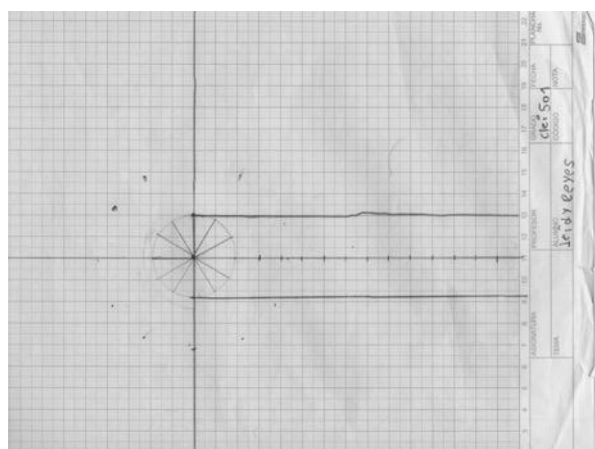
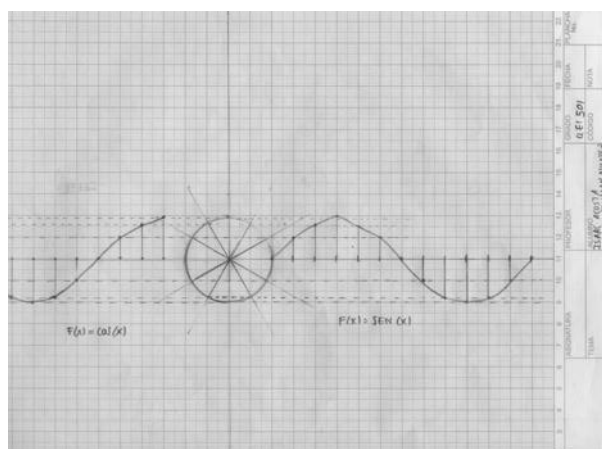


Figura 14

Consigna de trabajo sesión 2 desarrollada por CLEI V

4. Ahora, siguiendo las instrucciones dadas anteriormente, construye las siguientes gráficas y pégalas en los espacios correspondientes:

Gráfica Función Seno $f(x) = \text{Sen}(x)$	Gráfica Función Coseno $f(x) = \text{Cos}(x)$
$f(x) = 2\text{Sen}(x)$	$f(x) = 2\text{Cos}(x)$

5. Ahora que tenemos las gráficas construidas en GeoGebra, vayamos a las mismas preguntas de la actividad anterior y veamos si encontramos algo diferente en nuestros análisis. Para ello, responde:

a. ¿Qué tienen en común las gráficas de $y = \text{sen}(x)$ y $y = \text{cos}(x)$? ¿En qué se diferencian?

SENO DE X INICIA DESDE 0 Y COSENO INICIA DESDE 1
LAS DOS SE MUEVEN ENTRE -1 Y 1

b. Al observar las gráficas, se puede afirmar sin duda que corresponden a funciones cíclicas, ¿por qué? Con tus propias palabras define este concepto.

SON FUNCIONES QUE SE REPITEN EN UN INTERVALO ESPECÍFICO

6. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen}(x)$ y $f(x) = 2\text{Sen}(x)$?

SE MUEVEN EN INTERVALOS DIFERENTES Y AMBAS COMIENZAN DESDE 0

y ¿entre $f(x) = \text{Cos}(x)$ y $f(x) = 2\text{Cos}(x)$?

SU AMPLITUD ES DISTINTA PORQUE UNA ES MAS ALTA QUE LA OTRA

Hasta este punto hemos trabajado en la amplitud de una función trigonométrica del tipo $f(x) = A \text{Sen}(Bx + C)$, modificando uno de sus coeficientes. Así, usa las respuestas dadas en la pregunta anterior y con tus propias palabras explica el concepto de Amplitud, identificando el coeficiente en la función Seno y Coseno que lo representa.

LOS PUNTOS HASTA LOS QUE SE MUEVE LA ONDA CON LA LETRA A

7. Siguiendo los mismos pasos 2 y 3 vamos a graficar las siguientes funciones:

$f(x) = \text{Sen}(x)$	$f(x) = \text{Cos}(x)$
$f(x) = \text{Sen}(2x)$	$f(x) = \text{Cos}(2x)$

8. A partir de las gráficas realizadas hasta ahora, responde:

a. ¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre las funciones $f(x) = \text{Sen}(x)$ y $f(x) = \text{Sen}(2x)$?

LA AMPLITUD ES IGUAL PERO SU PERIODO ES DIFERENTE

b. Ya hemos considerado el concepto de ciclo y que en efecto las funciones Seno y Coseno son cíclicas, pero al observar las funciones $f(x) = \text{Sen}(x)$ y $f(x) = \text{Sen}(2x)$ ¿cada cuánto se repite el ciclo en cada gráfica para cada función?

EN SEÑO SE MUEVE CADA DIVISION Y EN SEN 2X SE MUEVE CADA MEDIA DIVISION

EL PERIODO ES EL ESPACIO ENTRE CADA CICLO

Para concluir con esta actividad responde a la siguiente encuesta, donde comparemos la experiencia de realizar nuestras gráficas sobre papel y empleando una herramienta como GeoGebra. Puedes dar clic sobre el enlace o escanear el código QR

<https://forms.gle/sfgpmngTV1GhWCp86>

Figura 15

Entrega de consigna desarrollada por CLEI V



Figura 16

Encuesta realizada por estudiante de CLEI V

Percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas

Curso *

CLEI 5

Edad *

25

Situación inicial

Responde las siguientes preguntas con toda la tranquilidad y honestidad según la experiencia vivida al realizar la actividad propuesta

Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel. (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

☐ Muy entretenida
☐ Entretenida
☐ Aceptable
☐ Indiferente
☒ Aburrida

¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase? *

☐ Sí
☒ No

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al realizar gráficas de las funciones Seno y Coseno a mano (lápiz y papel)? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

☒ Tardé en entender y seguir las instrucciones
☒ Las instrucciones no eran claras
☐ Me equivoqué ubicando los puntos y haciendo las líneas
☒ Tuve que volver a empezar una o varias veces
☒ Se me dificultó emplear las herramientas (reglas, transportador)
☐ No contaba con las herramientas suficientes de trabajo
☒ La actividad estaba muy larga y el tiempo no fue suficiente para hacer todas las gráficas
☐ No tuve ninguna dificultad
☐ No las realicé

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al determinar la amplitud y el periodo de una función trigonométrica en las gráficas hechas a mano? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

☒ Las gráficas que realicé no me quedaron bien hechas
☐ No pude identificar diferencias entre las gráficas
☐ No supe diferenciar entre amplitud y periodo
☐ No pude identificar los coeficientes que definían la amplitud y el periodo en las funciones
☐ No tuve ninguna dificultad al responder las preguntas

Uso de GeoGebra

Responde las siguientes preguntas referentes a la experiencia de usar GeoGebra en la actividad desarrollada:

¿Conocías la herramienta GeoGebra? *

☐ Sí, pero nunca la había usado.

☐ Sí, ya la había usado antes

☒ No

¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase? *

☒ Sí

☐ No

Comparado con el estilo tradicional, del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

☐ Muy entretenida

☒ Entretenida

☐ Aceptable

☐ Indiferente

☐ Aburrida

De acuerdo con tu experiencia en clase usando GeoGebra, selecciona una opción para cada afirmación *

	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Se me facilitó usar GeoGebra	☐	☒	☐	☐	☐
Me gustó usar GeoGebra en clase de matemáticas	☒	☐	☐	☐	☐
Me gusta la facilidad de tener y usar GeoGebra desde mi celular, tablet o computador porque facilita mi aprendizaje en cualquier lugar y momento	☒	☐	☐	☐	☐
GeoGebra facilitó la construcción de las gráficas	☒	☐	☐	☐	☐
Las gráficas en GeoGebra quedan bonitas, se pueden ver mejor y corregir fácilmente	☒	☐	☐	☐	☐
GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos de amplitud y periodo en funciones trigonométricas	☐	☐	☒	☐	☐
Me sentí motivado a trabajar y participar de la clase al usar GeoGebra	☐	☒	☐	☐	☐

¿Cuáles fueron las principales dificultades que se te presentaron al usar de GeoGebra? ¿tuviste que preguntarle mucho al profe para solucionar esas dificultades? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tus respuestas) *

☐ La aplicación es compleja de manejar

☒ Necesito interactuar más tiempo y hacer más ejercicios con la aplicación para comprenderla mejor

☐ No me fue posible hacer las gráficas en la aplicación

☐ No contaba con un buen dispositivo para utilizar la aplicación

☐ No comprendí el uso y utilidad de la aplicación

☒ Logré realizar las gráficas, pero le tuve que hacer varias preguntas a la profesora

☐ A pesar de las preguntas que le hice a la profesora, no logré manejar la aplicación

☐ No presenté ninguna dificultad

¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia? *

que no pidan hacer graficas a mano es muy difícil

¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases? ¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje? *

si sirve para haser las cosas mas facil

¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas? *

☐ Sí, aunque no lo soliciten los profesores

☒ Sí, solo si es solicitado por los profesores

☐ Tal vez

☐ No

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Resultados y Análisis

Percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas

A partir de los resultados de la encuesta aplicada finalizando la sesión 2 de la experiencia de aprendizaje propuesta para cada grupo de estudio, se encontró que el rango de edad para grado décimo en educación regular está entre los 15 y 18 años, mientras que para CLEI V está entre los 22 y 41 años. Con promedios de 16,5 y 32,1 años respectivamente, los cuales concuerdan con los rangos de edad teóricos para cursar estos niveles educativos (Ministerio de Educación Nacional, 2008).

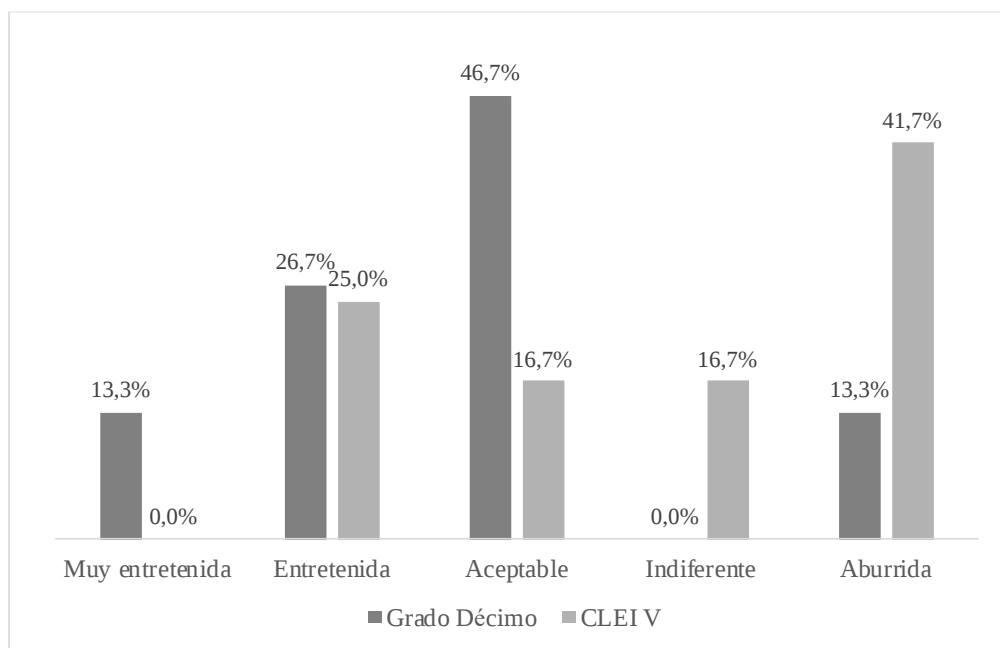
Así mismo, se encontró que para el 40% de los estudiantes de grado décimo su experiencia dentro del aula de clase, siguiendo el modelo tradicional de enseñanza, fue satisfactorio (Figura 17) y, aún cuando presentaron dificultades y cuestionaron en algún punto el propósito de las actividades propuestas, fueron más receptivos y la mayoría de los estudiantes del grupo concluyó con éxito las asignaciones para la sesión 1, esto de acuerdo con los resultados presentados en la Figura 18.

Por su parte, aproximadamente el 60% de los estudiantes de CLEI consideraron este modelo poco satisfactorio o aburrido, manifestando importantes inconformidades hacia las actividades propuestas, ya que se debe tener en cuenta que el aprendizaje en adultos se debería orientar y centrar en la vida, y se deben crear experiencias que les permitan vivir y analizar situaciones de la vida real que concuerden con sus expectativas y necesidades personales (Arcia-Cáceres, 2009). Cantoral (2002), citado por Bolaños González y Céspedes (2019) indica que en disciplinas poco relacionadas con la experiencia directa, como las matemáticas, el estudiante adulto pierde el interés y por tanto, se le debe llevar a considerar que estas les proporcionan

habilidades y destrezas para la vida, más allá de contemplar el contenido curricular y con ello se producirá la apropiación del conocimiento.

Figura 17

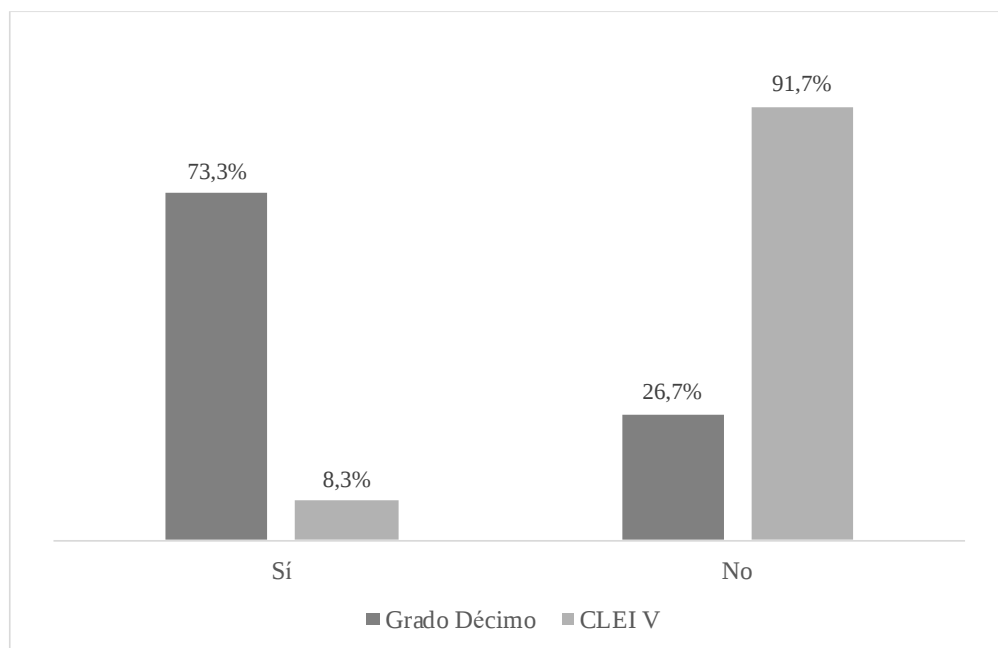
Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel



Lo anterior se asocia con los resultados presentados en la Figura 18, donde la gran mayoría de los estudiantes no completó las actividades propuestas en la consigna de la sesión 1, de hecho, algunos no las realizaron, argumentando dificultades en la lectura y comprensión de la consigna, tal como se presentó en el diario de campo correspondiente. De hecho, Torres (2000) determinó en un estudio con 140 estudiantes entre los 18 y 35 años, que un nivel deficiente en la comprensión lectora en adultos, puede generar mayores dificultades en el aprendizaje en cualquier nivel o modalidad educativa, afectando directamente el rendimiento académico.

Figura 18

¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase?



Con respecto a las principales dificultades presentadas durante la ejecución de las actividades de la sesión, correspondientes a la realización y análisis de las gráficas hechas a mano, se evidencian importantes diferencias entre las percepciones y vivencias de los estudiantes de grado décimo y los de CLEI V. Se destacan de estos últimos, la comprensión y el seguimiento de las instrucciones, la claridad percibida de las instrucciones dadas, el uso de las herramientas y la realización de las gráficas, al tener que rehacerlas una o varias veces (Tabla 1). Al respecto, Gustafsson y Mouwitz (2004) indican que muchos adultos presentan bloqueos frente a las matemáticas, debido a experiencias negativas del pasado, donde el profesor no daba las explicaciones o no mostraba importancia hacia sus estudiantes, el ritmo de la clase era acelerado o simplemente el contenido de la materia les parecía aburrido y por tanto, incomprensible, dando como resultado una marcada resistencia hacia el aprendizaje de las matemáticas sin importar el

tipo de actividad propuesta. Por su parte, Zimmerman (2021) establece que esta resistencia también está asociada que algunos adultos consideran que las competencias y experiencias del día a día no requieren, contemplan o tienen relación con las matemáticas.

Tabla 1

Dificultades en la realización de gráficas a mano durante la experiencia

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al realizar gráficas de las funciones Seno y Coseno a mano (lápiz y papel)?	Grado décimo	CLEI V
Tardé en entender y seguir las instrucciones	40,0	83,3
Las instrucciones no eran claras	0,0	75,0
Me equivoqué ubicando los puntos y haciendo las líneas	33,3	33,3
Tuve que volver a empezar una o varias veces	0,0	75,0
Se me dificulta emplear las herramientas (reglas, transportador)	6,7	50,0
No contaba con las herramientas suficientes de trabajo	13,3	8,3
La actividad estaba muy larga y el tiempo no fue suficiente para hacer todas las gráficas	13,3	33,3
No tuve ninguna dificultad	60,0	16,7
No las realicé	0,0	16,7

Nota: Los resultados corresponden a porcentajes, cada uno relaciona la cantidad de estudiantes que seleccionaron la opción con respecto la totalidad del grupo correspondiente.

Con relación al análisis de las gráficas construidas durante la experiencia, se evidencia en la Tabla 2 que para los estudiantes de CLEI asociar los conceptos de amplitud y periodo a las gráficas construidas les generó dificultad, ya que sus gráficas no correspondieron a lo esperado para este tipo de funciones, tardaron en realizarlas y la mayoría de los estudiantes no completó la actividad (Figura 18). Por su parte, los estudiantes de grado décimo indicaron que realizar estas

asociaciones no les generó dificultades importantes, aunque consideraron que sus gráficas no quedaron bien hechas.

Tabla 2

Dificultades en el análisis de gráficas hechas a mano durante la experiencia

¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al determinar la amplitud y el periodo de una función trigonométrica en las gráficas hechas a mano?	Grado décimo	CLEI V
Las gráficas que realicé no me quedaron bien hechas	46,7	83,3
No pude identificar diferencias entre las gráficas	0,0	41,7
No supe diferenciar entre amplitud y periodo	13,3	58,3
No pude identificar los coeficientes que definían la amplitud y el periodo en las funciones	20,0	58,3
No tuve ninguna dificultad al responder las preguntas	20,0	8,3

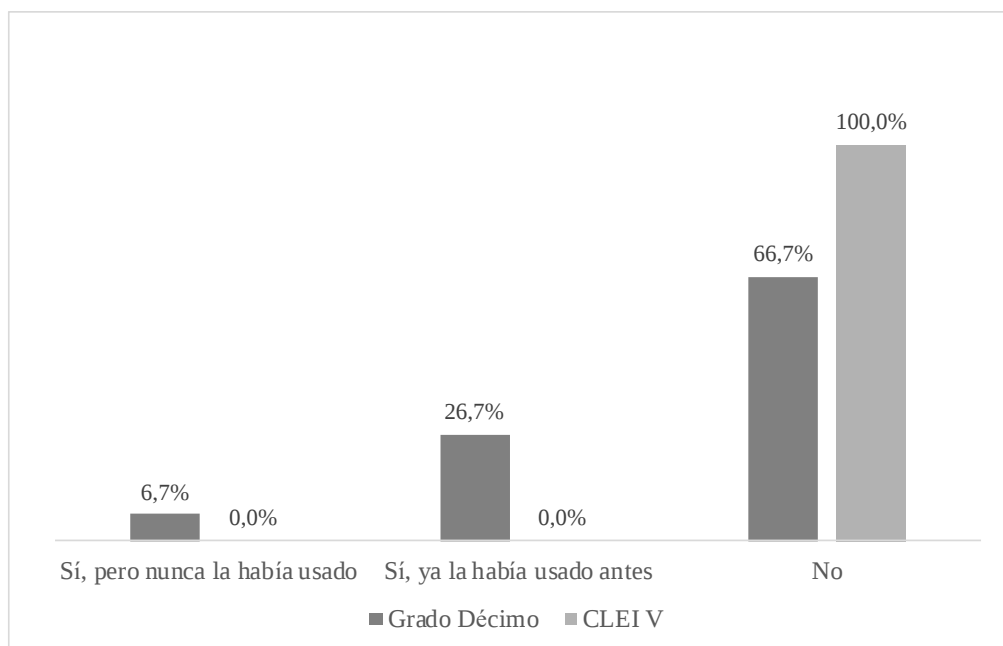
Nota: Los resultados corresponden a porcentajes, cada uno relaciona la cantidad de estudiantes que seleccionaron la opción con respecto la totalidad del grupo correspondiente.

En cuanto al conocimiento de la herramienta seleccionada para la experiencia, se encontró que casi la totalidad de los estudiantes la desconocía (Figura 19), dado que no es una práctica habitual en la Institución hacer uso de este tipo de herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje. A pesar de que durante la pandemia el trabajo se realizó desde la virtualidad, no se explotaron las funcionalidades de las TIC y las actividades asignadas eran realizadas bajo métodos tradicionales y los estudiantes enviaban las evidencias de su trabajo a través de fotografías al correo electrónico o Google Classroom. Lo anterior, como alternativa frente a la situación socioeconómica de esta población, ya que, al no disponer fácilmente con dispositivos electrónicos, conexión a internet o recursos para adquirirlos, la transición hacia la

virtualidad generó conflictos para estudiantes y profesores, desmotivación y aversión frente a este tipo de procesos.

Figura 19

¿Conocías la herramienta GeoGebra?

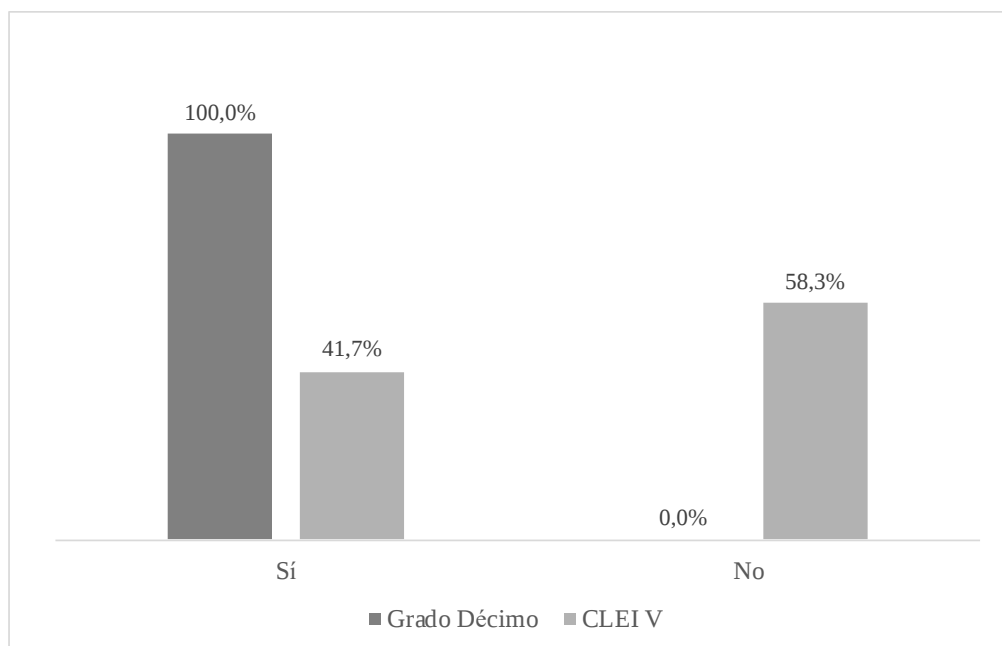


Las dificultades mencionadas previamente se tomaron como oportunidades de mejora para crear una experiencia que facilitara el trabajo dentro y fuera del aula, fuera accesible y significativa para los estudiantes. Así se contempló el uso de GeoGebra por primera vez en la clase de matemáticas, lo cual permitió que un 26,7% más de estudiantes de grado décimo y un 33,4% más de estudiantes de CLEI completaran las actividades propuestas de construcción y análisis de las gráficas en la conceptualización de amplitud y periodo de una función trigonométrica, esto al comparar los resultados expuestos en las Figura 18 y Figura 20. Lo cual demuestra que la implementación de este tipo de herramientas impulsa la ejecución efectiva de

las actividades y permite que el profesor se concentre en las ideas fundamentales y en el razonamiento matemático (Fuchs y Hohenwarter, 2004; Furner, 2018).

Figura 20

¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase?

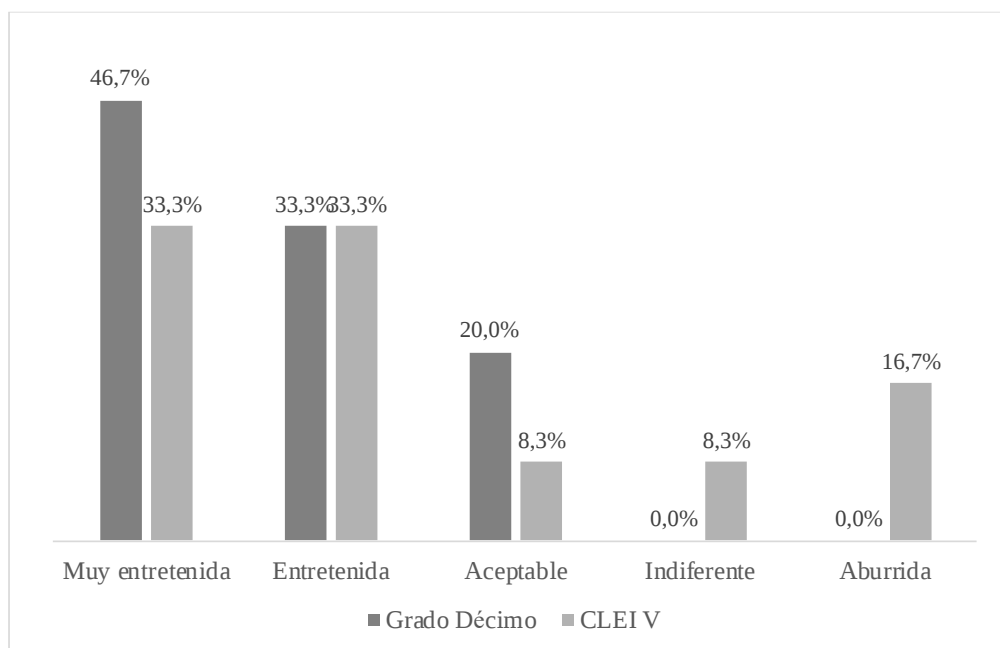


Al comparar la satisfacción de los estudiantes durante la experiencia de trabajar con GeoGebra frente a la de realizar las gráficas sobre papel milimetrado, los resultados de la Figura 21 indican que gran parte de los estudiantes de grado décimo la consideraron entretenida y en efecto, les gustó usar la herramienta durante la experiencia y su accesibilidad desde sus propios dispositivos celulares (Tabla 3). Esto presenta una concordancia con lo planteado por Arbain y Shukor (2015) donde encontraron un alto grado de satisfacción por parte de estudiantes de secundaria frente a GeoGebra, con lo que determinaron que su uso mejoró el interés, la confianza y la motivación en el aprendizaje de las matemáticas. Así mismo, se encontró que incorporar

GeoGebra dentro de la experiencia impulsó a los estudiantes a la realización de las actividades, motivándolos a trabajar y participar de la clase, dado que la interfaz al ser amigable con el usuario, facilita la realización de las asignaciones, genera mayor satisfacción y reduce la ansiedad propia de enfrentarse a actividades matemáticas (Furner, 2018). GeoGebra como una nueva forma de apoyo en el aprendizaje, pudo ser considerada por algunos estudiantes de CLEI como una ayuda real para poder mejorar y afianzar los conocimientos y su capacidad de ejecución de las acciones propuestas de manera autónoma, ya que en el adulto, de acuerdo con Torres (2000), el aumento del sentido de la autoestima, el auto concepto y el gusto por conocer algo nuevo son los motivantes para aprender.

Figura 21

Comparado con el estilo tradicional del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra



A pesar de las inconformidades, dificultades y en general, poca disposición durante la sesión 2, más de la mitad de los estudiantes de CLEI V consideraron entretenida la experiencia de trabajar con GeoGebra (Figura 21), indicando que comparado con los métodos tradicionales en cuanto a la construcción de gráficas hay una preferencia por el uso de GeoGebra (Figura 17), lo cual confirma lo establecido por Wassie y Zergaw (2019) con respecto al uso de GeoGebra como herramienta para fomentar el interés y los logros de los estudiantes. De tal manera que, la implementación de la herramienta TIC resultó efectiva, impulsando la motivación del grupo durante la ejecución de la experiencia, tal como se indica en la Tabla 3 para esta población. Abdul-Rahman y Puteh (2016) determinaron que el uso de GeoGebra en procesos de enseñanza-aprendizaje en trigonometría mejoraba significativamente el interés y la atención de los estudiantes durante las sesiones de clase, manifestándose en ellos un alto grado de satisfacción y atracción durante su interacción con el software, generándoles una sensación de confianza frente a las temáticas propias de la materia. Por su parte, Al-Emran et al. (2016) señalan en un estudio sobre el uso de dispositivos electrónicos, que, sin importar el género, la edad o las dificultades en el aprendizaje, los estudiantes aceptan, se sienten motivados e interesados en usar este tipo de tecnologías en sus procesos académicos, siendo promisorio como recurso pedagógico dentro y fuera del aula de clase.

Aproximadamente la mitad de los estudiantes de CLEI V indicaron que les gustó usar la herramienta y un poco más consideraron útil su accesibilidad desde diferentes dispositivos electrónicos, por lo que, en efecto, implementar GeoGebra en este tipo de poblaciones resultaría prometedor y efectivo para futuras experiencias en diferentes áreas, siempre que se integre adecuadamente al currículo, al entorno educativo diseñado por el profesor y a las necesidades

educativas y personales de los estudiantes adultos de la I.E. Pedagógico Integral (da Silva y Couto, 2018; Jiménez-Daza, 2019).

Tabla 3

Percepción acerca de la implementación de GeoGebra dentro de la experiencia

Grado Décimo					
	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Me gustó usar GeoGebra en clase de matemáticas	33,3	66,7	0,0	0,0	0,0
Me sentí motivado a trabajar y participar de la clase al usar GeoGebra	20,0	60,0	20,0	0,0	0,0
Me gusta la facilidad de tener y usar GeoGebra desde mi celular, tablet o computador porque facilita mi aprendizaje en cualquier lugar y momento	60,0	26,7	13,3	0,0	0,0
CLEI V					
	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Me gustó usar GeoGebra en clase de matemáticas	25,0	33,3	16,7	0,0	25,0
Me sentí motivado a trabajar y participar de la clase al usar GeoGebra	33,3	33,3	8,3	8,3	16,7
Me gusta la facilidad de tener y usar GeoGebra desde mi celular, tablet o computador porque facilita mi aprendizaje en cualquier lugar y momento	25,0	41,7	16,7	0,0	16,7

Nota: Los resultados corresponden a porcentajes.

Por lo que se refiere al uso de GeoGebra durante la experiencia, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 4, para los estudiantes de grado décimo la herramienta fue fácil de emplear, lo cual coincide con los hallazgos de López y Torres (2019) sobre un grupo de estudiantes de grado undécimo en la ciudad de Bogotá, quienes indicaron un gusto generalizado

por GeoGebra y su implementación para la comprensión de conceptos matemáticos, al ser una herramienta fácil de usar. Caso contrario para CLEI, quienes presentaron dificultades en su uso a pesar de que les pareció atractiva, haciendo necesario el acompañamiento a los estudiantes durante la sesión 2 en la realización de las gráficas. Estas dificultades dieron lugar a que una buena parte de ellos considerara que GeoGebra no era efectiva para la realización de las gráficas y que, por consiguiente, no lograran asociarlas con los conceptos de amplitud y periodo. Sin embargo, se logró con esta implementación que los estudiantes de CLEI notaran algunas potencialidades de la herramienta, como lo es la visualización y manipulación de las gráficas. En ese sentido, se deberá reevaluar y diseñar la consigna para que facilite la exploración de la herramienta y por supuesto, el análisis de estas gráficas, incorporando guías o recursos que le proporcionen al estudiante directrices sobre el uso de GeoGebra, tal como lo propone Aguilar (2020), generando que su confianza se desarrolle al mismo tiempo que su aprendizaje frente al uso de la tecnología.

Tabla 4

Percepción acerca del uso de GeoGebra durante la experiencia

	Grado Décimo				
	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Se me facilitó usar GeoGebra	53,3	26,7	20,0	0,0	0,0
GeoGebra facilitó la construcción de las gráficas	33,3	46,7	20,0	0,0	0,0
Las gráficas en GeoGebra quedan bonitas, se pueden ver mejor y corregir fácilmente	46,7	40,0	13,3	0,0	0,0
GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos de amplitud y periodo en funciones trigonométricas	6,7	60,0	20,0	13,3	0,0

CLEI V					
	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Se me facilitó usar GeoGebra	0,0	16,7	41,7	16,7	25,0
GeoGebra facilitó la construcción de las gráficas	8,3	33,3	25,0	8,3	25,0
Las gráficas en GeoGebra quedan bonitas, se pueden ver mejor y corregir fácilmente	41,7	33,3	8,3	0,0	16,7
GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos de amplitud y periodo en funciones trigonométricas	0,0	25,0	33,3	25,0	16,7

Nota: Los resultados corresponden a porcentajes.

Dentro de las dificultades en el uso de GeoGebra para la construcción de gráficas, en la Tabla 5 se destaca para CLEI V su complejidad, una percepción asociada al desconocimiento de la herramienta y que como ellos mismos señalaron, se requiere mayor tiempo de interacción con ella y la realización de más ejercicios antes de emprender un análisis y asociar conceptos, cuando se evidenció que ya es desgastante para ellos aprenderla a usar. Producto de las dificultades señaladas, algunos estudiantes de CLEI no le hallaron sentido ni propósito al uso de GeoGebra en clase y, por tanto, no lograron alcanzar efectivamente el objetivo propuesto para la actividad.

Tabla 5

Dificultades en la realización de gráficas en GeoGebra durante la experiencia

¿Cuáles fueron las principales dificultades que se te presentaron al usar de GeoGebra? ¿tuviste que preguntarle mucho al profe para solucionar esas dificultades?	Grado décimo	CLEI V
La aplicación es compleja de manejar	26,7	58,3
Necesito interactuar más tiempo y hacer más ejercicios con la aplicación para comprenderla mejor	33,3	66,7
No me fue posible hacer las gráficas en la aplicación	0,0	16,7

¿Cuáles fueron las principales dificultades que se te presentaron al usar de GeoGebra? ¿tuviste que preguntarle mucho al profe para solucionar esas dificultades?	Grado décimo	CLEI V
No contaba con un buen dispositivo para utilizar la aplicación	0,0	8,3
No comprendí el uso y utilidad de la aplicación	0,0	33,3
Logré realizar las gráficas, pero le tuve que hacer varias preguntas a la profesora	13,3	66,7
A pesar de las preguntas que le hice a la profesora, no logré manejar la aplicación	0,0	8,3
No presenté ninguna dificultad	53,3	8,3

Nota: Los resultados corresponden a porcentajes, cada uno relaciona la cantidad de estudiantes que seleccionaron la opción con respecto la totalidad del grupo correspondiente.

Dentro de la encuesta también se les preguntó a los estudiantes acerca de qué cambiarían de las actividades realizadas en la experiencia, frente a esto, todos los estudiantes de grado décimo consideraron no cambiar nada (Anexo B, p.113); mientras que algunos estudiantes de CLEI V señalaron que efectivamente las consignas eran largas, que el uso de la tecnología no les llamaba la atención por su complejidad o por que simplemente no entendieron nada (Tabla 6). Siendo esto coherente con las percepciones y comportamientos señalados en los diarios de campo y analizados en apartes anteriores dentro de este documento.

Tabla 6

¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia?

Estudiante	Respuesta
1	No me gustaría cambiar nada
2	Nada
3	Que no sean tan largas
4	Que no pidan hacer graficas a mano es muy difícil
5	Todo porque no se entiende nada

Estudiante	Respuesta
6	Que se entiendan mas fácil mucha cosa tenia
7	Nada, toca esforzarse mas
8	Que siempre para hacer graficas toque con el programa
9	Todo porque eso es muy complicado así con el computador
10	Nada, ambas me gustaron mucho, pero toca es que se vea menos larga
11	A la primera muy larga, pero eso si estaba fácil de entender
12	Nada

Por otra parte, en la Tabla 7 se presentan las opiniones de los estudiantes con respecto al uso de herramientas TIC en las clases y su utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en ella todos los estudiantes de grado décimo coincidieron en que el uso de las TIC sirve y facilita la ejecución de las actividades y la comprensión de conceptos. Mientras que en CLEI, las opiniones fueron divididas entre la utilidad que le encontraron al uso de la tecnología, la complejidad que les representa y la aversión que esto les genera a su implementación en las clases.

Tabla 7

¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases? ¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje?

Grado Décimo	
Estudiante	Respuesta
1	Es muy bueno
2	Sirve porque facilita las cosas
3	Me gusta mucho porque facilita hacer y comprender las clases
4	sirve
5	Sirve de gran manera
6	Si sirve

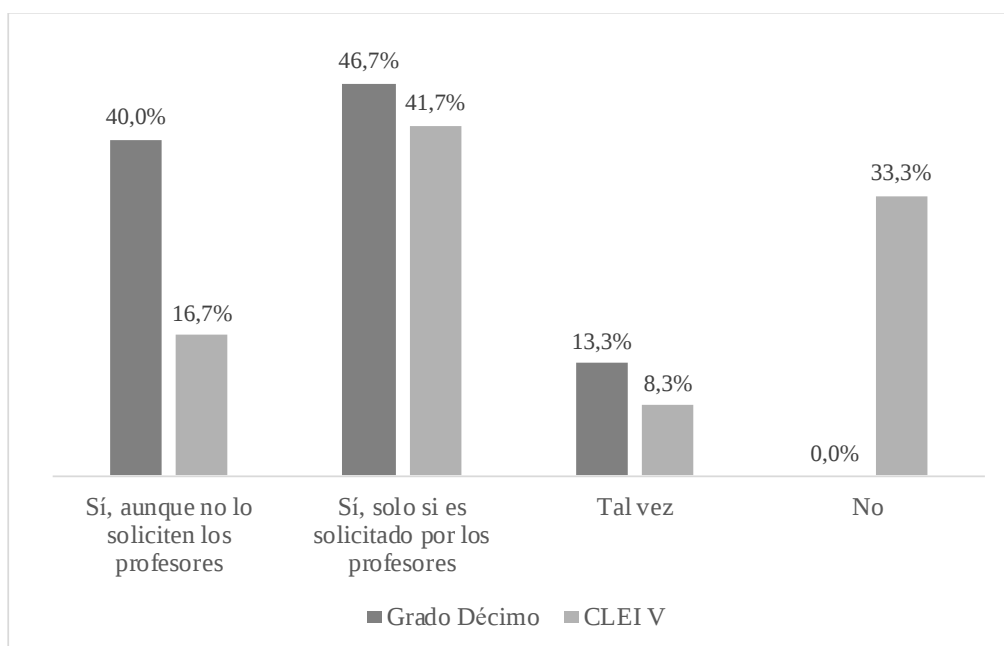
Grado Décimo	
Estudiante	Respuesta
7	Sirve para ayudarnos hacer los ejercicios
8	Sirve por que hace mas fácil hacer los trabajos
9	Sirve para hacer las cosas fáciles y me ayuda a comprender las clases
10	Sirve mucho, mejore lo que no había hecho haciendo las cosas a mano
11	Sirve mucho en las clases facilita todo
12	Sirve para hacer trabajos
13	Sirve para hacer los ejercicios más fáciles
14	Sirve mucho y nos facilita las cosas
15	Si, sirve demasiado en clases
CLEI V	
Estudiante	Respuesta
1	Que hay que utilizar la tecnología, ya que para esto fue creada
2	sirve para hacer las cosas mas rápido
3	si sirve para hacer las cosas mas fáciles
4	eso es complicarle la vida a los demás
5	sirve, pero si lo muestran primero como se usa
6	si sirve, pero toca practicar mas en la clase y en la casa
7	sirve mucho porque facilita las cosas para la clase y uno entiende mejor
8	eso complicarles la vida a todos
9	sirve mucho porque no se necesita siempre tener un computador para trabajar
10	mucho porque uno puede hacer sus graficas en el celular y rinde mucho
11	si sirve porque es mas rápido así
12	complique ahí

Lo anterior sumado a si volverían a usar GeoGebra en sus clases (Figura 22), donde la mayoría de los estudiantes de grado décimo y CLEI respondieron que la usarían de nuevo, pero

de preferencia si es solicitado por el profesor, abre la potencialidad de incorporar esta y otras herramientas TIC dentro del aula de clase en la Institución Educativa Pedagógico Integral a la luz de sus ventajas funcionales y pedagógicas, como son la oferta de recursos multimedia que facilitan el aprendizaje, la interactividad y comunicación entre estudiantes y materiales o recursos (Ceobanu y Boncu, 2014), la accesibilidad desde cualquier dispositivo en todo momento, la oportunidad de implementar el aprendizaje colaborativo (Martínez Barragán, 2018) y de crear entornos que permitan al estudiante representar, procesar, transmitir y compartir información (Coll, 2008), creando un ambiente de comodidad, confianza, entusiasmo y motivación por el proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier área (Arbain y Shukor, 2015).

Figura 22

¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas?



Análisis estadístico de los resultados de los instrumentos de evaluación

Para analizar los efectos de la implementación de la calculadora gráfica de GeoGebra durante la experiencia se analizaron estadísticamente los resultados del instrumento de evaluación propuesto en la consigna para grado décimo y CLEI V. En la Tabla 8 se presentan los promedios de los resultados de la evaluación de las actividades y la calificación promedio total para los dos grupos, mientras que los resultados detallados para cada uno se presentan en el Anexo C. Es importante aclarar que las comparaciones pareadas se realizaron entre los resultados de la aplicación de la consigna por el método tradicional y los resultados al usar GeoGebra para cada grupo de manera independiente. Los resultados estadísticos detallados, producto del análisis de datos en SPSS®, para la calificación total se presentan en Anexo D, de los aspectos a evaluar para grado décimo se encuentran en el Anexo E y para CLEI V en el Anexo F.

Tabla 8

Promedios de los resultados de la evaluación para grado décimo y CLEI V

Aspecto por evaluar	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)	Calificación Promedio Total
Grado Décimo						
Tradicional	0,55 ^a	0,37 ^a	0,89 ^a	0,63 ^a	0,55 ^a	3,00^a
GeoGebra	0,90 ^b	0,48 ^a	1,28 ^b	0,91 ^b	0,96 ^b	4,50^b
CLEI V						
Tradicional*	0,28 ^a	0,23 ^a	0,29 ^a	0,29 ^a	0,04 ^a	1,13^a
GeoGebra	0,68 ^b	0,33 ^a	0,67 ^b	0,61 ^a	0,37 ^b	2,65^b

Nota: Letras diferentes significan promedios diferentes. *De los resultados se excluyó la evaluación del estudiante que no estuvo en la sesión 2 (ver Diario de Campo CLEI V).

Inicialmente se garantizó el cumplimiento de los supuestos para muestras pareadas dependientes a través de estadísticos descriptivos. Así, con un nivel de significancia del 5% es posible afirmar que se presentó una correlación positiva entre los resultados de cada uno de los aspectos a evaluar de la consigna tradicional y de la consigna usando GeoGebra para los grados décimo y CLEI V, con coeficientes de correlación superiores a $r=0,25$ y $r=0,05$, respectivamente, y dado que los estudiantes que realizaron la primera actividad fueron los mismos que realizaron la segunda para cada grupo, se confirma la aplicación de un análisis pareado. Así mismo, se garantizó la fiabilidad de la Prueba t para muestras pareadas al confirmar que la diferencia entre las parejas de datos se ajusta a la distribución normal para cada una de las variables analizadas, con valores de probabilidad mayores al nivel de significancia (Tabla 9) (KENT State University, 2021; Montgomery, 2003).

Tabla 9

Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks

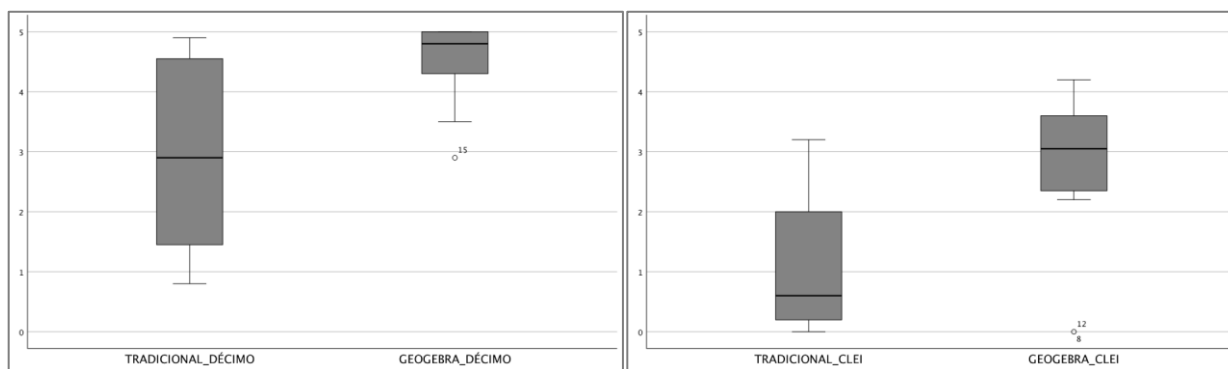
Variable	Valor p	
	Décimo	CLEI V
Calificación total	0,145	0,997
Realización de las gráficas	0,437	0,568
Presentación de las gráficas	0,096	0,576
Análisis de las gráficas	0,531	0,410
Definición de concepto de Amplitud	0,055	0,204
Definición del concepto de Período	0,054	0,051

Una vez asegurado el cumplimiento de los supuestos, se pudo afirmar estadísticamente, con un intervalo de confianza del 95%, que se presentaron diferencias significativas entre los promedios de los resultados de la evaluación total para los dos grupos ($P_{\text{décimo}} < 0,001$;

$P_{CLEI}=0,006$). En la Figura 23 se pueden visualizar estos resultados, donde se evidencia que la consigna donde se propuso el uso de GeoGebra para la construcción de las gráficas generó un promedio de notas superior que al realizar las gráficas a mano para los dos grupos, siendo congruente con los hallazgos de la encuesta con relación a la culminación efectiva de las consignas. Estos resultados concuerdan con los estudios conducidos por Zengin et al. (2012) y Kepceoğlu y Yavuz (2016), donde a través de comparaciones pareadas comprobaron que el uso de GeoGebra en procesos de enseñanza-aprendizaje de las funciones y gráficas trigonométricas mejoraba significativamente el rendimiento de los estudiantes comparado con procesos de instrucción tradicionales. Blessing y Nchelem (2020) incluso encontraron que el rendimiento académico en trigonometría de estudiantes con discalculia mejoraba con la implementación de GeoGebra dentro de las clases comparado con el método de instrucción deductiva empleado de manera tradicional. Por su parte, López y Torres (2019), determinaron que el uso de la Calculadora Gráfica AM de GeoGebra influyó de manera positiva en las calificaciones de pruebas estandarizadas en la enseñanza de la función lineal en estudiantes de undécimo grado.

Figura 23

Diagrama de cajas y bigotes para la Calificación Total



Con respecto a la realización de las gráficas, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de los resultados para grado décimo y CLEI V ($P_{\text{décimo}}=0,003$; $P_{\text{CLEI}}=0,001$), donde efectivamente el uso de GeoGebra permitió que los estudiantes construyeran gráficas con mayor precisión y en un tiempo considerablemente menor que al hacerlas a mano, teniendo en cuenta los criterios descritos en la rúbrica. Sin embargo, en la presentación de las gráficas, no se presentaron diferencias significativas entre los promedios de los resultados para los dos grupos ($P_{\text{décimo}}=0,621$; $P_{\text{CLEI}}=0,139$). Los estudiantes de grado décimo presentaron en ambas actividades gráficas ordenadas y consistentes con las sugerencias dadas en la consigna, mientras que, los estudiantes de CLEI presentaron gráficas que no se adecuaron a las indicaciones de la consigna, fueron poco prolijas y en el caso de GeoGebra, presentaron las gráficas agrupadas en la misma plantilla, dificultando su visualización y lectura (Figura 14).

En cuanto al análisis de las gráficas, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de los resultados para los dos grupos ($P_{\text{décimo}}<0,001$; $P_{\text{CLEI}}=0,017$), mostrando que efectivamente las gráficas construidas en GeoGebra les permitieron a los estudiantes no solo identificar diferencias y similitudes entre estas, sino también establecer las razones de estas características al facilitar su construcción, corrección y visualización. Estos hallazgos son similares a los encontrados por Mudaly y Fletcher (2019), donde estudiantes con poco o nulo conocimiento en funciones y en el uso de GeoGebra, asociaron correctamente las gráficas obtenidas con los valores de los coeficientes m y c de la función lineal, al identificar similitudes y diferencias en la distribución de las gráficas dentro del plano cartesiano, mostrando que la herramienta TIC resultó efectiva para la mayoría de los estudiantes en el descubrimiento de las propiedades de líneas rectas y aplicación de conceptos matemáticos. Cortas-Nordlander (2021), determinó que, a través de las funciones de visualización de GeoGebra, estudiantes de secundaria

lograron observar con mayor facilidad las pequeñas diferencias y similitudes entre diferentes puntos del círculo unitario que representa la función $\text{Sen}(\theta)$ al explicar el límite trigonométrico $\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\sin \theta}{\theta} = 1$, demostrando una correlación positiva entre la visualización y la habilidad de asociar diferentes representaciones gráficas con conceptos trigonométricos.

Finalmente, se encontraron diferencias significativas entre los promedios de los resultados de la definición de periodo y amplitud del grado décimo ($P_{\text{periodo}}:0,006$; $P_{\text{amplitud}}:0,002$), permitiendo establecer que el uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en la experiencia desarrollada, facilitó la asociación de las gráficas construidas con los conceptos de amplitud y periodo. Para CLEI V, estadísticamente se presentó una ligera diferencia significativa entre los promedios de la definición de periodo ($P:0,010$) y no se presentó diferencia significativa entre los promedios de la definición de amplitud ($P:0,065$). Sin embargo, durante la experiencia la mayoría no completó la consigna bajo la metodología tradicional para la construcción de graficas y no logró determinar las definiciones, dejando los espacios en blanco; mientras que, al usar GeoGebra, una buena parte de los estudiantes lograron explicar el concepto de amplitud y un poco más de la mitad, el concepto de periodo, por lo que el uso de la herramienta TIC mejoró sus resultados en las evaluaciones y el alcance del objetivo de aprendizaje, a través de la asociación de conceptos con elementos visuales. Estos resultados son coherentes con el estudio conducido por Kepceoglu y Yavuz (2016), donde encontraron que el uso de GeoGebra en la enseñanza de la periodicidad de la función trigonométrica permitió que los estudiantes, de manera autónoma, comprendieran y definieran conceptualmente el período de una función trigonométrica a partir de las gráficas construidas en la aplicación, donde fueron capaces de establecer asociaciones y deducciones acerca de los coeficientes de la función y sus efectos al manipular las gráficas en GeoGebra.

Conclusiones

A través de la sistematización de la experiencia de aprendizaje “Funciones Seno y Coseno: Cambios en Amplitud y Periodo” fue posible describir, estructurar, revisar e interpretar las vivencias de los actores involucrados en los diferentes momentos con el propósito de reflexionar sobre esta, logrando obtener la suficiente información que permitió su comprensión para poder mejorarla, de manera que se logre facilitar el aprendizaje de los conceptos amplitud y periodo en los estudiantes de grado décimo y CLEI V de la I.E. Pedagógico Integral, en la ciudad de Medellín.

La ejecución de la experiencia se llevó a cabo de manera satisfactoria en los dos grupos de estudiantes, sin embargo, al inicio de cada sesión de trabajo se evidenció una fuerte resistencia frente a las actividades propuestas, relacionada directamente con el contenido y presentación de las consignas de trabajo, ya que por su extensión generaron dificultades en su comprensión y seguimiento, haciendo necesario el acompañamiento permanente de la profesora. En ese sentido, se deberán rediseñar las consignas para que resulten más atractivas para los estudiantes y faciliten su exploración y comprensión, como incluir audios o videos que apoyen en la orientación de la práctica, ya que, en términos del contenido, las consignas abarcaron todos los elementos que permiten guiar al estudiante acerca de las actividades que se iban a trabajar (contexto, objetivo, descripción, pasos a seguir y aspectos a evaluar).

Con respecto a la implementación de GeoGebra, desde la perspectiva de los estudiantes en general, resultó ser una herramienta atractiva, que les facilitó la construcción y análisis de las gráficas de las funciones sinusoidales, permitiéndoles interpretarlas para explicar los conceptos de amplitud y periodo, comparado con la metodología tradicional de construcción de gráficas a mano. Así mismo, su percepción fue favorable en cuanto a su uso e incorporación dentro del aula

de clase, creando un ambiente satisfactorio que les motivó a desarrollar las actividades propuestas. También, destacaron sus funcionalidades y potencialidades al ser una herramienta portable y de fácil acceso desde cualquier dispositivo electrónico. Sin embargo, para los estudiantes de CLEI la herramienta generó dificultades en cuanto al manejo y comprensión de las funciones, creando en ellos sentimientos de frustración al no concretar las actividades propuestas, reaccionando con rabia y malestar durante algunos momentos de la práctica, emociones naturales al ser la primera vez que se interactuó con GeoGebra, por lo que se deberán disponer de recursos introductorios en el manejo de la herramienta, incorporándolos en las actividades previas a la clase y que les permitan interactuar con la aplicación, de tal manera que durante la clase el enfoque esté ligado al aprendizaje de los conceptos de amplitud y periodo.

Finalmente, se pudo establecer estadísticamente que el uso de la calculadora gráfica de GeoGebra para la construcción de gráficas influyó de manera positiva en la deducción de los conceptos de amplitud y periodo de la función sinusoidal en los estudiantes del grado décimo y CLEI V de la I.E. Pedagógico Integral, al generar un promedio de notas superior en los diferentes aspectos evaluados en el instrumento de evaluación, que al realizar las gráficas a mano. Y aunque, el rendimiento en los estudiantes de CLEI V no superó la nota mínima aprobatoria estipulada por el SIE de la Institución (3.0) (I.E. Pedagógico Integral, 2014a), por sus funcionalidades, Geogebra permite la retención y promueve la comprensión conceptual a través de la visualización, que al final es lo que impulsa el aprendizaje y los resultados en matemáticas (Mudaly & Fletcher, 2019).

Recomendaciones

A partir de los resultados de este estudio y, para crear mayor impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se sugiere que para futuras experiencias se diseñen consignas atractivas e instauren ambientes de discusión en torno a un tema o problemática del día a día desde diversas perspectivas (social, cultural o política), para que a través de elementos matemáticos (procesamiento de información, porcentajes, ecuaciones, gráficas, mediciones) con la implementación de las TIC, se puedan dar alternativas de solución y con ello una comprensión del mundo centrada en la acción de la realidad, lo cual resultaría significativo para estudiantes jóvenes y adultos, impulsando su motivación y disposición frente a las actividades propuestas en el aula de clase (da Silva & Couto, 2018; Zimmerman, 2021).

Así mismo, se sugiere que desde la Institución se incorpore dentro de los planes de estudio y los programas de capacitación a los profesores, el uso de herramientas TIC, ya que a través de esta investigación se logró establecer su pertinencia y efecto sobre el rendimiento de los estudiantes de educación regular y jóvenes extra-edad y adultos. Por supuesto, ajustando su selección a los recursos disponibles dentro de la Institución y que permitan atender a las necesidades de los estudiantes y fomenten su interacción con la tecnología.

Teniendo en cuenta que este estudio se realizó con un número limitado de estudiantes, se sugiere efectuar las mismas mediciones con un número mayor de individuos de ambos grupos (regular y jóvenes extra-edad y adultos) para validar las observaciones realizadas a nivel estadístico, incluso para validar la selección del mecanismo de evaluación y de los aspectos evaluados dentro del instrumento (Cortas-Nordlander, 2021).

Bibliografía

- Abdul-Rahman, M. H., & Puteh, M. (2016). Learning trigonometry using GeoGebra learning module: Are under achieve pupils motivated? *AIP Conference Proceedings* , 1750(1).
<https://doi.org/10.1063/1.4954586>
- Adell, J., & Castañeda Quintero, L. J. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? In *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp. 13–32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/29916>
- Aguilar, R. V. (2020). *Plataforma Didáctica para Lengua y Literatura como Herramienta para Estudiantes de la Educación Andragógica* [Universidad Tecnológica Israel].
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/2414/1/UISRAEL-EC-MASTER-EDU-378.242-2020-039.pdf>
- Al-Emran, M., Elsherif, H. M., & Shaalan, K. (2016). Investigating attitudes towards the use of mobile learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 56, 93–102.
<https://doi.org/10.1016/J.CHB.2015.11.033>
- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214.
<https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.01.356>
- Arcia-Cáceres, I. (2009). *Dificultades Del Aprendizaje Adulto*. Andragogía y Educación a Distancia. <http://andragogia-educadistancia.blogspot.com/2009/03/dificultades-del-aprendizaje-adulto.html>
- Arévalo, M., & García, M. (2017). Orientación pedagógica del docente de matemáticas durante el desarrollo de sus clases. Acciones y proceso de instrucción para aprender matemáticas con tecnología. *II Encuentro Internacional En Educación Matemática*, 97–104.

https://ww2.ufps.edu.co/public/archivos/oferta_academica/8c86ed0111abd2ac61fa2f8fc7d99448.pdf

Arteaga, E., Medina, J. F., & del Sol, J. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado*, 15(70).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500102

Barbosa-Chacón, J. W., Barbosa Herrera, J. C., & Rodríguez Villabona, M. (2010). Concepto, enfoque y justificación de la sistematización de experiencias educativas. *Perfiles Educativos*, 41(1), 277–306.

Barragán Triana, M., & Espinosa Sastoque, L. (2019). *El Proceso de Educación Inclusiva: Sistematización de Experiencia Colegio José Félix Restrepo Jornada Nocturna* [Fundación Universitaria Los Libertadores].

https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2613/Triana_Mónica_Sastoque_Leidy_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Blessing, O., & Nchelem, G. (2020). Effects of GeoGebra Software Package on the Mathematics Performance of Senior Secondary Students with Discalculia in Bayelsa State Nigeria. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 5(1). <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd38235.pdf>

Bolaños González, H., & Céspedes, M. (2019). Una reflexión acerca de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática con la población andragógica. *I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales*, 1–9. <https://doi.org/10.15359/cicen.1.16>

Botana, F., Hohenwarter, M., Janiči, P., Kovács, Z., Petrovi, I., Recio, T., & Weitzhofer, S. (2015). Automated Theorem Proving in GeoGebra: Current Achievements. *Journal of Automated Reasoning*, 55, 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10817-015-9326-4>

- Buck Institute for Education (BIE). (2013). *Revisión de 6 marcos de referencia para habilidades de siglo XXI*. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/sigloXXI>
- Bustos Yara, N. J. (2020). *Inclusión de escolares extra-edad del programa “volver a la escuela” a la educación media de aula regular en el Colegio Restrepo Millán: sistematización de experiencias* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/25064/1/TRABAJO DE ESPECIALIALIZACION %28CORECCION DEFINITIVA%29 77.pdf>
- Carbonell, A., & Sánchez, Y. (2015). Algunas consideraciones sobre los procedimientos Heurísticos en la enseñanza de la matemática y la física. *Revista Boletín Redipe Virtual*, 4(2), 123–129. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/download/346/343>
- Carvajal-Burbano, A. (2018). *Teoría y Práctica de la Sistematización de experiencias* (5ta Edició). Programa Editorial Universidad del Valle.
- Ceobanu, C., & Boncu, Ș. (2014). The Challenges of the Mobile Technology in the Young Adult Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 142, 647–652.
<https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2014.07.680>
- Chacón, J., Herrera, J., & Villabona, M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 27(61), 83–105.
- Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: Expectativas, realidad y potencialidades. In *Los desafíos de la TIC para el cambio educativo, Colección METAS EDUCATIVAS* (pp. 17–36). OEI, Fundación Santillana.
https://pdfs.semanticscholar.org/662c/b1105e8148485ba1d6c52ded06e612683bc6.pdf?_ga=

2.28600060.1504605028.1599262973-982652220.1599262973

Cortas-Nordlander, M. (2021). Lifting the understanding of trigonometric limits from procedural towards conceptual. *Https://Doi.Org/10.1080/0020739X.2021.1927226*.

<https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1927226>

da Silva, N. L., & Couto, M. E. S. (2018). Mathematics in Youth and Adult Education: A Practice Under Construction. In K. Safford-Ramus, J. Maaß, & E. Süß-Stepancik (Eds.), *Contemporary Research in Adult and Lifelong Learning of Mathematics* (pp. 163–181). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96502-4_10

Fuchs, K. J., & Hohenwarter, M. (2004). *Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra*.

<https://www.researchgate.net/publication/228398347>

Furner, J. M. (2018). Geogebra, photography, and picture books: a means to end Math anxiety. *30th International Conference on Technology in Collegiate Mathematics (ICTCM)*, 12.

GeoGebra Team. (n.d.). *About GeoGebra*.

<https://www.geogebra.org/m/pR5DME5S#material/uy93nfzr>

Ghiso C., A. (2004). Capítulo 1. Entre el hacer lo que se sabe y el saber lo que se hace. In *Sistematización de Experiencias: Propuestas y debates* (pp. 7–22). Dimensión.

Gómez Baquero, M. A., & Agudelo Galarza, E. A. (2020). *Matemáticas y Física al Parque Sistematización de una Experiencia*.

<https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1590#.XtarxDnOAFo.mendeley>

Gómez, M., & Agudelo, E. (2019). *Matemáticas y física al parque: Sistematización de una experiencia* [Universidad de los Llanos].

<https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1590>

González, C. M. (2015). *Própositos y metológias de la sistematización*.

<http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/2e43da6b-2db8-43f5-95fa-a3026ade8d77/PROPÓSITOS+Y+METODOLOGÍA+DE+LA+SISTEMATIZACIÓN.pdf?MOD=AJPERES>

González, H. (2002). *Capacidades intelectuales de orden superior*. EDUTEKA.

<https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/6/134/276/1?url=6/134/276/1>

Granados-Ortiz, C. A., & Padilla-Escorcía, I. A. (2021). El aprendizaje gráfico de la recta

tangente a través de la modelación de las secciones cónicas utilizando GeoGebra. *Revista Científica*, 40(1), 118–132. <https://doi.org/10.14483/23448350.16137>

Gros, B. (2016). The Dialogue Between Emerging Pedagogies and Emerging Technologies. In *The Future of Ubiquitous Learning, Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 3–23).

https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3_1

Gustafsson, L., & Mouwitz, L. (2004). Adults and Mathematics - a vital subject. *Natonal Center for Mathematics Education, NCM*, 22. <http://ncm.gu.se/media/ncm/rapporter/adult-en.pdf>

Gutiérrez, A. J. (2019). *La Educación en el Adulto, Perspectiva desde la Pedagogía en Colombia* [Universidad Militar Nueva Granada].

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35825/GutierrezGutierrezAnaJeremy2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernandez-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2006). Capítulo 17. Los proceso mixtos o multimodales. In *Metodología de la Investigación* (4ta Ed., pp. 751–808). McGraw Hill.

Hohenwarter, M., & Fuch, K. (2004). *Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra*.

https://www.researchgate.net/publication/228398347_Combination_of_dynamic_geometry_algebra_and_calculus_in_the_software_system_GeoGebra

Hohenwarter, M., Kovács, Z., & Recio, T. (2019). Determinando propiedades geométricas simbólicamente con GeoGebra (versión libre en español: “Deciding geometric properties symbolically in GeoGebra”). *Números. Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 100(mayo), 79–84.

I.E. Pedagógico Integral. (2014a). *Sistema Institución de Evaluación Adultos*.

[https://media.master2000.net/menu/232/1083/mper_arch_30690_SIE PEDAGOGICO ADULTOS \(1\).pdf](https://media.master2000.net/menu/232/1083/mper_arch_30690_SIE_PEDAGOGICO_ADULTOS(1).pdf)

I.E. Pedagógico Integral. (2014b). *Sistema Institucional de Evaluación Regular*.

[https://media.master2000.net/menu/232/1083/mper_arch_30689_SIE PEDAGOGICO REGULAR.pdf](https://media.master2000.net/menu/232/1083/mper_arch_30689_SIE_PEDAGOGICO_REGULAR.pdf)

I.E. Pedagógico Integral. (2020). *Institución Educativa Pedagógico Integral*.

<https://www.iepedagogico.edu.co/index.php#>

Iovanovich, M. L. (2007). La sistematización de la práctica docente en educación de jóvenes y adultos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(3).

<https://rieoei.org/historico/deloslectores/624Iovanovich.PDF>

Jara, O. (2014). Capítulo V: ¿Cómo sistematizar experiencias? Una propuesta metodológica. In *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles* (pp. 198–233). CEP-Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.

Jiménez-Daza, D. (2019). *Herramientas digitales para la enseñanza de las matemáticas en la educación básica* [Universidad Cooperativa de Colombia].

<http://hdl.handle.net/20.500.12494/11110>

KENT State University. (2021). *Paired Sample Test*. SPSS Tutorials.

<https://libguides.library.kent.edu/SPSS>

Kepceoğlu, I., & Yavuz, Ilyas. (2016). Teaching a concept with GeoGebra: Periodicity of trigonometric functions. *Educational Research and Reviews*, 11(8), 573–581.

<https://doi.org/10.5897/ERR2016.2701>

López, C., & Torres, M. (2019). *Experiencias y efectos del uso de la aplicación móvil “Calculadora Gráfica” de GeoGebra en el aprendizaje de la función lineal en los estudiantes de undécimo grado de la Institución Educativa Distrital Alfredo Iriarte Sede A «Chircales»* [Fundación Universitaria los Libertadores].

https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2773/López_Carlos_Torres_Marcela_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lucio, R. (1989). Educación y pedagogía, Enseñanza y Didáctica: diferencias y relaciones. *Revista de La Universidad de La Salle*, 17, 35–46.

Martínez Barragán, N. (2018). Pedagogías emergentes y ambientes mediados por TIC. *Revista Universitaria Experiencia Docente*, 5(2), 11–23.

<http://experienciadocente.ecci.edu.co/index.php/experienciadoc/article/view/82>

Martinic, S. (1988). Elementos metodológicos para la sistematización de proyectos de educación popular y de acción social. In S. Martinic & H. Walker (Eds.), *Profesionales en la Acción*. Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación.

<https://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/8272/txt5.pdf?sequence=1>

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *La Revolución Educativa: Plan Sectorial de Educación 2006-2010*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-156179_recurso_7.unknown

- Montgomery, D. (2003). Inferencias acerca de las diferencias en las medias, diseños de comparaciones pareadas. In *Diseño y análisis de experimentos* (2da ed., pp. 47–51). Editorial Limusa Wiley.
- Mora, J. (2020). GeoGebra como herramienta de transformación educativa en Matemática. *MamaKuna Revista de Divulgación de Experiencias Pedagógicas*, Mayo, 71–81.
<https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/349/402>
- Morgan, M., Monreal, M., Escobar, M., & García-Escalante, N. (1991). *Sistematización, propuesta metodológica y dos experiencias: Perú y Colombia*. CELATS.
- Mosquera, J. C. (2016). *Práctica docente andragógica y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes de la sección nocturna del Básico superior de la Unidad Educativa José María Velasco Ibarra del Cantón Buena Fé. Periodo Lectivo 2015-2016* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1719/1/T-UTEQ-0015.pdf>
- Mudaly, V., & Fletcher, T. (2019). The effectiveness of geogebra when teaching linear functions using the iPad. *Problems of Education in the 21st Century*, 77(1), 55–81.
<https://doi.org/10.33225/PEC/19.77.55>
- Murcia, M. (2012). *Tutorial de Geogebra: “Geogebra apoyo tecnológico para la enseñanza del Cálculo.”* Universidad Pedagógica Nacional.
- Navarro, A., & Roche, A. M. (2013). Investigación en educación: los procesos de sistematización de experiencias educativas. *Oficios Terrestres*, 1(29), 1–17.
<http://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/oficiosterrestres/article/view/1955>
- Pereira-Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Educare*, XV(1), 15–29.

<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>

Pérez de Maza, T. (2016). *Guía Didáctica para la Sistematización de Experiencias en Contextos*

Universitarios. Universidad Nacional Abierta. <https://cepalforja.org/sistem/bvirtual/wp-content/uploads/2016/04/GUIA-DIDÁCTICA-SISTEMATIZACIÃO-abril-2016.pdf>

Picado-Alfaro, M. (2018). Sugerencias didácticas para la implementación de un curso de nivelación en matemáticas: La sistematización de una experiencia en la Universidad Nacional de Costa Rica. *Educare*, 22(3), 1–18.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/ree.22-3.15>

Restrepo, C., & Herrera, H. (2013). Integración de GeoGebra en unidades de aprendizaje. In F.

Córdoba & J. Cardeno (Eds.), *Innovación en la enseñanza de las matemáticas: Uso de GeoGebra* (pp. 57–62). Fondo Editorial ITM. [https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-](https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-electronicos/innovacion-en-la-ensenanza/mobile/index.html#p=4)

[electronicos/innovacion-en-la-ensenanza/mobile/index.html#p=4](https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-electronicos/innovacion-en-la-ensenanza/mobile/index.html#p=4)

Romero, C. (2007). Delimitación del campo didáctico de la Educación Física y de su actividad científica. *Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 11(2), 45.

Sánchez-Hernández, A. (2016). *Sistematización de la Práctica Profesional ejecutada en el Sanatorio de Agua de Dios, empresa social del Estado* [Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://repository.uniminuto.edu/jspui/bitstream/10656/4735/1/T.C_SANCHEZ_HERNANDEZ_ADRIANA_JUDITH_2016.pdf

Sánchez, E., & Quito, L. (2019). *Gamificación en ámbitos educativos: uso de Classdojo y Geogebra para la enseñanza de geometría en el noveno año de EGB* [Universidad Nacional de la Educación]. [http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1095/1/Trabajo de](http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1095/1/Trabajo de titulacion Quito y Sanchez.pdf)
titulación Quito y Sanchez.pdf

Sierra, R. (2006). La Andragogía, modelo propicio para el desarrollo de la educación en adultos.

- PROSPECTIVA*, 4(1), 100–102. <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496251107016.pdf>
- Torres-Carrillo, A. (2010). Generating Knowledge in Popular Education: From Participatory Research to the Systematization of Experiences. *International Journal of Action Research*, 6(2–3), 196–222. https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/41415/ssoar-ijar-2010-2-3-torres_carrillo-Generating_Knowledge_in_Popular_Education.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-ijar-2010-2-3-torres_carrillo-Generating_Knowledge_in_Popular_Education.pdf
- Torres, M. E. (2000). La comprensión lectora desde la perspectiva de la investigación andragógica. *Educere*, 4(11), 171–180. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35601106.pdf>
- UNESCO. Oficina Internacional de Educación. (2016). *Sistematización de experiencias educativas innovadoras, texto 3*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247007>
- Wassie, Y. A., & Zergaw, G. A. (2019). Some of the Potential Affordances, Challenges and Limitations of Using GeoGebra in Mathematics Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8), em1734. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>
- Zambrano, A. (2015). Pedagogía y didáctica: esbozo de las diferencias, tensiones y relaciones de dos campos. *Praxis & Saber*, 7(13), 45–61.
- Zengin, Y., Furkan, H., & Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software geogebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 183–187. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.12.038>
- Zimmerman, J. (2021). *Algebraic Expression: A Case Study of Mathematical Thinking in the Adult Education Classroom* [University of California]. <https://escholarship.org/uc/item/2fm1j805>

Anexo A. Formato de Encuesta de percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas

Percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas

* Required

1. Curso *

2. Edad *

Situación
inicial

Responde las siguientes preguntas con toda la tranquilidad y honestidad según la experiencia vivida al realizar la actividad propuesta

3. Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

Mark only one oval.

- ☐ Muy entretenida
- ☐ Entretenida
- ☐ Aceptable
- ☐ Indiferente
- ☐ Aburrida

4. ¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase? *

Mark only one oval.

- ☐ Sí
- ☐ No

5. ¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al realizar gráficas de las funciones Seno y Coseno a mano (lápiz y papel)? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

Check all that apply.

- ☐ Tardé en entender y seguir las instrucciones
- ☐ Las instrucciones no eran claras
- ☐ Me equivoqué ubicando los puntos y haciendo las líneas
- ☐ Tuve que volver a empezar una o varias veces
- ☐ Se me dificultó emplear las herramientas (reglas, transportador)
- ☐ No contaba con las herramientas suficientes de trabajo
- ☐ La actividad estaba muy larga y el tiempo no fue suficiente para hacer todas las gráficas
- ☐ No tuve ninguna dificultad
- ☐ No las realicé

6. ¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al determinar la amplitud y el periodo de una función trigonométrica en las gráficas hechas a mano? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta) *

Check all that apply.

- ☐ Las gráficas que realicé no me quedaron bien hechas
- ☐ No pude identificar diferencias entre las gráficas
- ☐ No supe diferenciar entre amplitud y periodo
- ☐ No pude identificar los coeficientes que definían la amplitud y el periodo en las funciones
- ☐ No tuve ninguna dificultad al responder las preguntas

Uso de
GeoGebra

Responde las siguientes preguntas referentes a la experiencia de usar GeoGebra en la actividad desarrollada.

7. ¿Conocías la herramienta GeoGebra? *

Mark only one oval.

- ☐ Sí, pero nunca la había usado
- ☐ Sí, ya la había usado antes
- ☐ No

8. ¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase? *

Mark only one oval.

☐ Sí

☐ No

9. Comparado con el estilo tradicional del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta) *

Mark only one oval.

☐ Muy entretenida

☐ Entretenida

☐ Aceptable

☐ Indiferente

☐ Aburrida

10. De acuerdo con tu experiencia en clase usando GeoGebra, selecciona una opción para cada afirmación *

Mark only one oval per row.

	Mucho	Bastante	A medias	Poco	Para nada
Se me facilitó usar GeoGebra	☐	☐	☐	☐	☐
Me gustó usar GeoGebra en clase de matemáticas	☐	☐	☐	☐	☐
Me gusta la facilidad de tener y usar GeoGebra desde mi celular, tablet o computador porque facilita mi aprendizaje en cualquier lugar y momento	☐	☐	☐	☐	☐
GeoGebra facilitó la construcción de las gráficas	☐	☐	☐	☐	☐
Las gráficas en GeoGebra quedan bonitas, se pueden ver mejor y corregir fácilmente	☐	☐	☐	☐	☐
GeoGebra me ayudó a comprender mejor los conceptos de amplitud y periodo en funciones trigonométricas	☐	☐	☐	☐	☐
Me sentí motivado a trabajar y participar de la clase al usar GeoGebra	☐	☐	☐	☐	☐

11. ¿Cuáles fueron las principales dificultades que se te presentaron al usar de GeoGebra? ¿tuviste que preguntarle mucho al profe para solucionar esas dificultades? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tus respuestas) *

Check all that apply.

- ☐ La aplicación es compleja de manejar
- ☐ Necesito interactuar más tiempo y hacer más ejercicios con la aplicación para comprenderla mejor
- ☐ No me fue posible hacer las gráficas en la aplicación
- ☐ No contaba con un buen dispositivo para utilizar la aplicación
- ☐ No comprendí el uso y utilidad de la aplicación
- ☐ Logré realizar las gráficas, pero le tuve que hacer varias preguntas a la profesora
- ☐ A pesar de las preguntas que le hice a la profesora, no logré manejar la aplicación
- ☐ No presenté ninguna dificultad

12. ¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia? *

13. ¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases?
¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje? *

14. ¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas? *

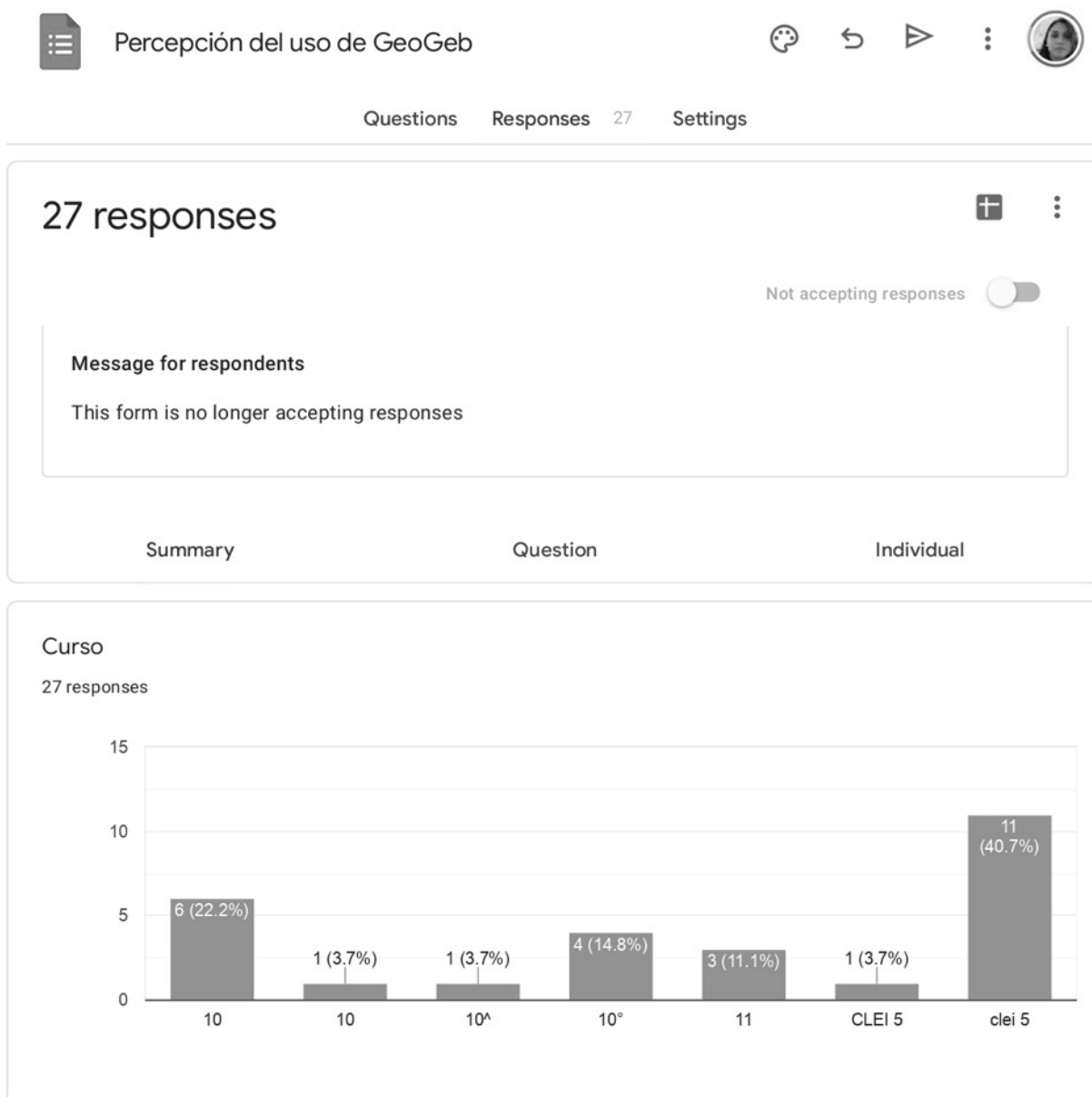
Mark only one oval.

- ☐ Sí, aunque no lo soliciten los profesores
- ☐ Sí, solo si es solicitado por los profesores
- ☐ Tal vez
- ☐ No

This content is neither created nor endorsed by Google.

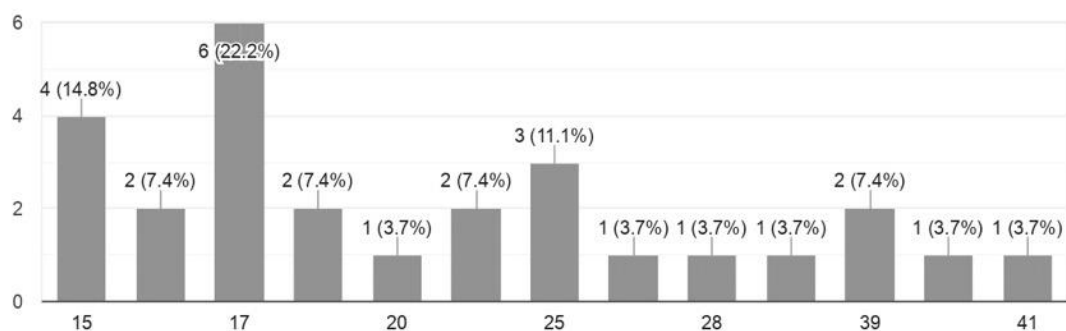
Google Forms

Anexo B. Resultados de la Encuesta de percepción del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo en clase de matemáticas



Edad

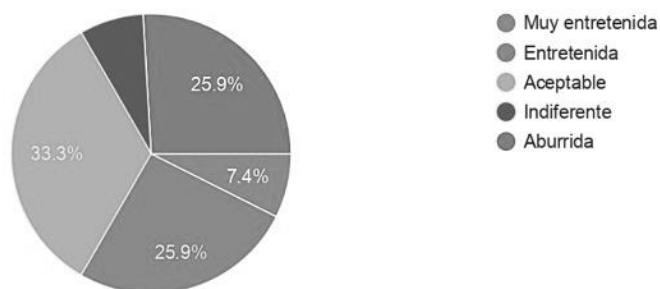
27 responses



Situación inicial

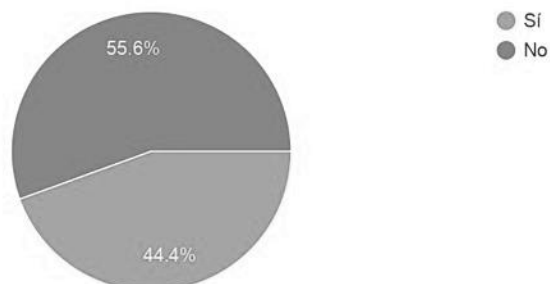
Describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas en el colegio con el método tradicional de lápiz y papel (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta)

27 responses



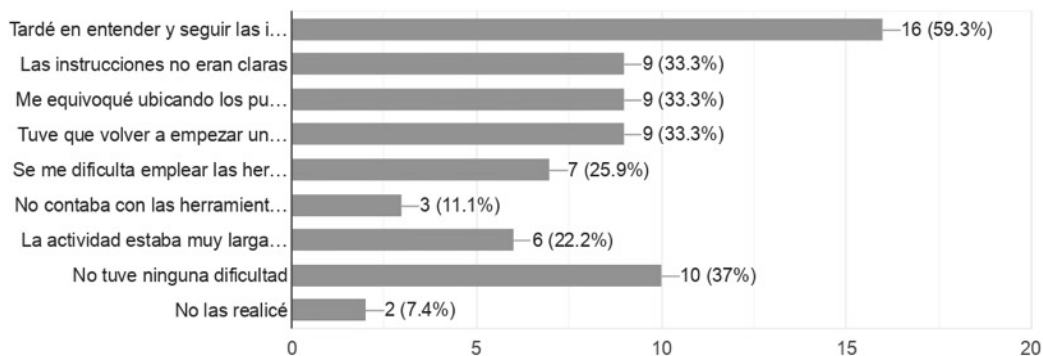
¿Alcanzaste a terminar la actividad de lápiz y papel en clase?

27 responses



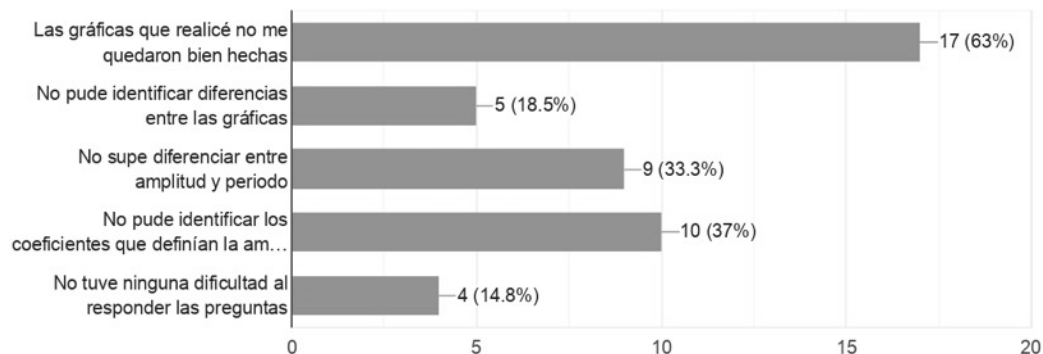
¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al realizar gráficas de las funciones Seno y Coseno a mano (lápiz y papel)? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta)

27 responses



¿Cuáles fueron las dificultades que encontraste al determinar la amplitud y el periodo de una función trigonométrica en las gráficas hechas a mano? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tu respuesta)

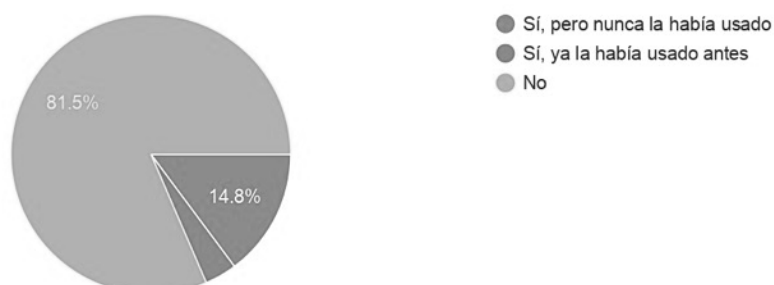
27 responses



Uso de GeoGebra

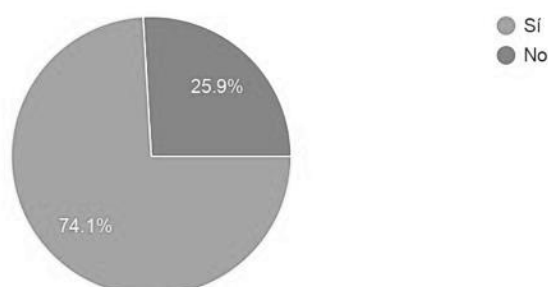
¿Conocías la herramienta GeoGebra?

27 responses



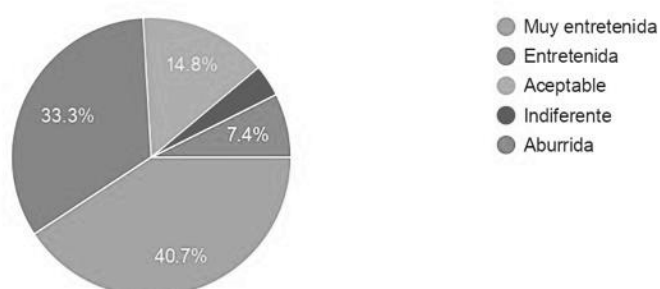
¿Alcanzaste a terminar la actividad con GeoGebra en clase?

27 responses

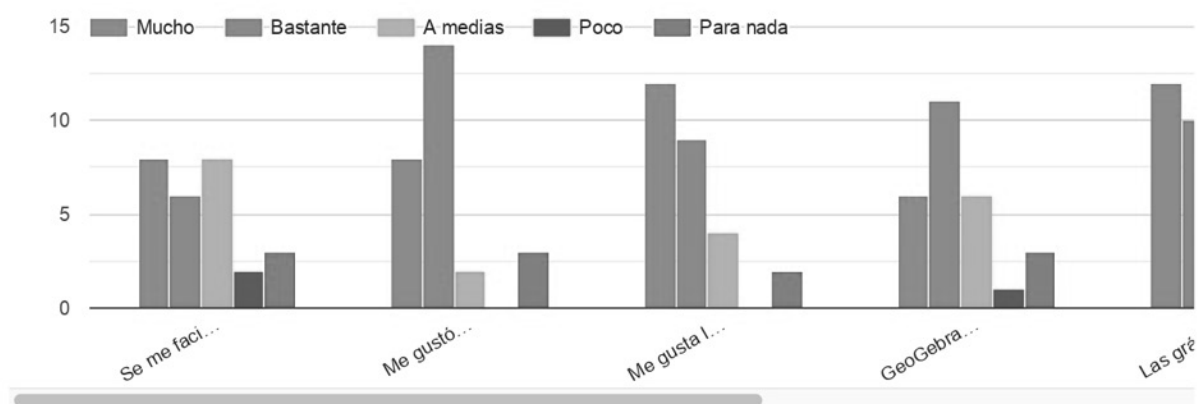


Comparado con el estilo tradicional del lápiz y el papel, describe tu experiencia en el aprendizaje de las matemáticas al usar GeoGebra (selecciona la opción que más se ajuste a tu respuesta)

27 responses

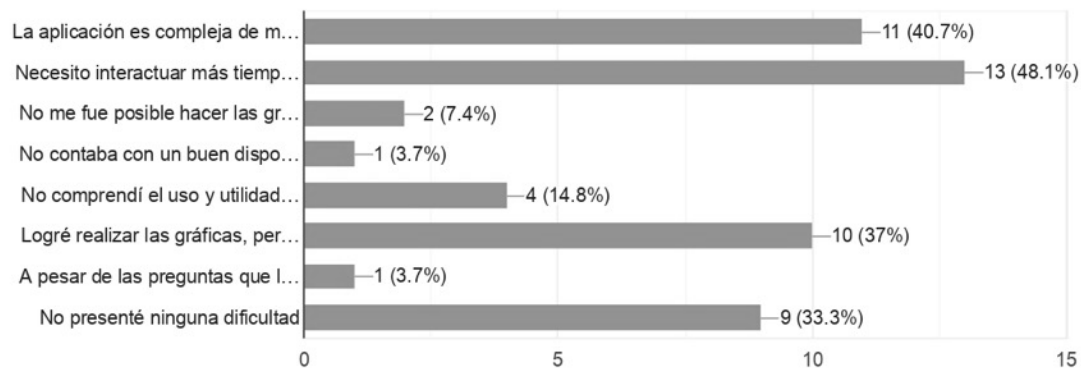


De acuerdo con tu experiencia en clase usando GeoGebra, selecciona una opción para cada afirmación



¿Cuáles fueron las principales dificultades que se te presentaron al usar de GeoGebra?
¿tuviste que preguntarle mucho al profe para solucionar esas dificultades? (Selecciona las opciones que más se ajustan a tus respuestas)

27 responses



¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en esta experiencia?

Nada

13 responses

nada

2 responses

nada, ambas me gustaron mucho, pero toca es que se vea menos larga

1 response

todo porque eso estaba muy largo y difícil y no lo hice por eso

1 response

a la primera muy larga, pero eso si estaba facil de entender

1 response

todo porque eso es muy complicado asi con el computador

1 response

que siempre para hacer graficas toque con el programa

1 response

que no pidan hacer graficas a mano es muy dificil

1 response

que se entiendan mas facil mucha cosa tenia

todo porque no se entiende nada

1 response

muy largas y eso no se entendia

1 response

No me gustaría cambiar nada

1 response

nada, toca esforsarse mas

1 response

que no sean tan largas

1 response

¿Qué opinas del uso de recursos como programas, aplicaciones o dispositivos electrónicos durante las clases? ¿Sirve o no sirve para mejorar el aprendizaje?

sirve mucho porque no se necesita siempre tener un computador para trabajar

1 response

sirve mucho porque facilita las cosas para la clase y uno entiende mejor

mucho porque uno puede hacer sus graficas en el celular y rinde mucho

1 response

Sirve para hacer las cosas faciles y me ayuda a comprender las clases

1 response

Sirve mucho, mejore lo que no había hecho haciendo las cosas a mano

1 response

Que hay que utilizar la tecnologia, ya que para esto fue creada

1 response

Me gusta mucho porque facilita hacer y comprender las clases

1 response

si sirve, pero toca practicar mas en la clase y en la casa

1 response

Sirve por que hace mas fácil hacer los trabajos

1 response

sirve pero si lo muestran primero como se usa

1 response

Sirve para ayudarnos hacer los ejercicios

1 response

Sirve para hacer los ejercicios más fácil

1 response

Sirve mucho en las clases facilita todo

1 response

si sirve para haser las cosas mas facil

1 response

eso es complicarle la vida a los demas

sirve para hacer las cosas mas rapido

1 response

Sirve mucho y nos facilita las cosa

1 response

si sirve porque es mas rapido asi

1 response

eso complicarle la vida a todos

1 response

Sirve porque facilita las cosas

1 response

Si, sirve demasiado en clases

Sirve para hacer trabajos

1 response

mucho complike para que

1 response

Sirve de gran manera

1 response

complique ay

1 response

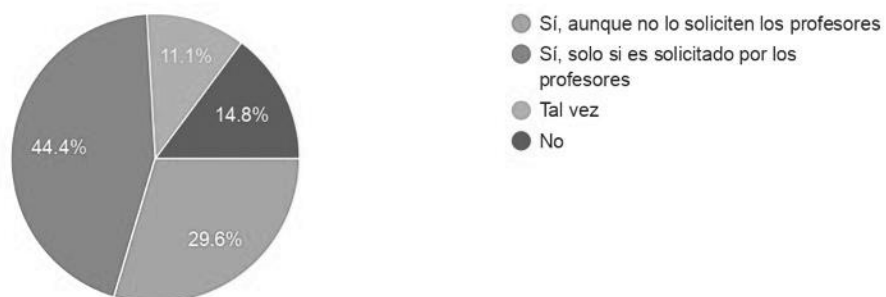
Si sirve

1 response

sirve

¿Usarías GeoGebra para realizar otras actividades y gráficas en tus clases de matemáticas?

27 responses



Anexo C. Resultados detallados del Instrumento de Evaluación

Tabla C 1

Resultados de la evaluación de la Actividad 1 para grado Décimo

Aspectos Por Evaluar					
Estudiante	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)
1	0,2	0,2	0,7	0,5	0,0
2	0,8	0,5	1,5	1,0	1,0
3	0,6	0,4	1,4	1,0	1,0
4	0,5	0,4	0,7	0,7	0,5
5	0,2	0,2	0,4	0,5	0,0
6	1,0	0,5	1,4	1,0	1,0
7	0,3	0,4	0,5	0,0	0,0
8	0,7	0,3	1,0	1,0	0,7
9	0,6	0,4	1,0	0,7	1,0
10	0,6	0,4	0,7	0,7	0,5
11	0,2	0,3	0,5	0,0	0,0
12	0,9	0,5	1,4	0,9	1,0
13	1,0	0,5	1,2	1,0	1,0
14	0,5	0,3	0,6	0,5	0,5
15	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0

Tabla C 2

Resultados de la evaluación de la Actividad 2 para grado Décimo

Aspectos por Evaluar					
Estudiante	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)
1	0,7	0,5	1,3	1,0	1,0
2	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0
3	1,0	0,5	1,4	1,0	1,0
4	0,7	0,5	1,2	1,0	1,0
5	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0

Aspectos por Evaluar					
Estudiante	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)
6	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0
7	0,5	0,3	1,0	0,7	1,0
8	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0
9	1,0	0,5	1,4	0,7	1,0
10	0,7	0,4	1,0	0,7	0,7
11	0,7	0,5	1,0	1,0	1,0
12	1,0	0,5	1,3	1,0	1,0
13	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0
14	1,0	0,5	1,4	1,0	1,0
15	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7

Tabla C 3

Resultados de la evaluación de la Actividad 1 para CLEI V

Aspectos Por Evaluar					
Estudiante	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)
1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0
2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,8	0,4	1,0	0,5	0,5
5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
6	0,2	0,3	0,5	1,0	0,0
7	0,5	0,4	1,0	1,0	0,0
8	0,2	0,3	0,5	0,5	0,0
9	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla C 4*Resultados de la evaluación de la Actividad 2 para CLEI V*

Estudiante	Aspectos Por Evaluar				
	Realización de las gráficas (1.0)	Presentación de las gráficas (0.5)	Análisis de las gráficas (1.5)	Definición del concepto de amplitud (1.0)	Definición del concepto de periodo (1.0)
1	1,0	0,3	1,0	0,7	0,7
2	0,5	0,5	1,0	0,7	0,5
3	0,7	0,3	0,7	1,0	0,0
4	1,0	0,3	1,2	0,7	0,5
5	1,0	0,5	0,7	1,0	0,0
6	0,7	0,3	0,5	0,7	0,7
7	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,5	0,5	0,7	0,5	0,0
10	1,0	0,5	0,7	1,0	1,0
11	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo D. Resultados Estadísticos de la Calificación Total

Grado Décimo

[DataSet5] /Users/erikafonseca/Documents/Maestría en Educación ICESI/Trabajo de grado ERIKA FONSECA/Tesis/ANALISIS DE DATOS/DÉCIMO.sav

Normalidad de la Diferencia de Calificación Total

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
DIFERENCIA_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

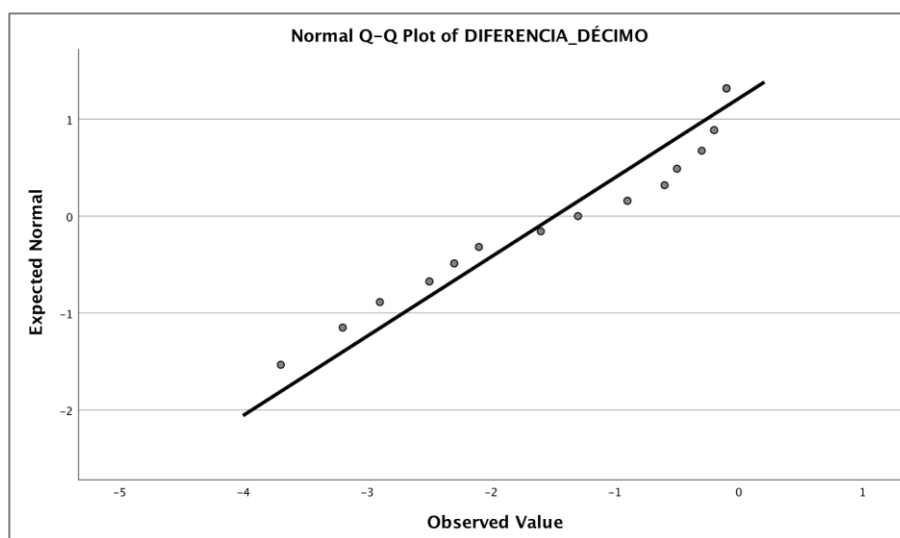
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DIFERENCIA_DÉCIMO	.166	15	.200*	.912	15	.145

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gráfico de Distribución



T-Test para Calificación Total**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TRADICIONAL_DÉCIMO	2.9933	15	1.53319	.39587
	GEOGEBRA_DÉCIMO	4.4800	15	.67210	.17353

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	TRADICIONAL_DÉCIMO y GEOGEBRA_DÉCIMO	15	.633	.006	.011

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	TRADICIONAL_DÉCIMO - GEOGEBRA_DÉCIMO	-1.48667	1.22350	.31591	-2.16422	-.80911
						t
						-4.706

Paired Samples Test - continued

			Significance	
			One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	TRADICIONAL DÉCIMO - GEOGEBRA DÉCIMO	14	<.001	<.001

Paired Samples Effect Sizes

				Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Pair 1	TRADICIONAL_DÉCIMO - GEOGEBRA_DÉCIMO	Cohen's d	1.22350	-1.215	-1.877	-.529
		Hedges' correction	1.25754	-1.182	-1.826	-.514

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

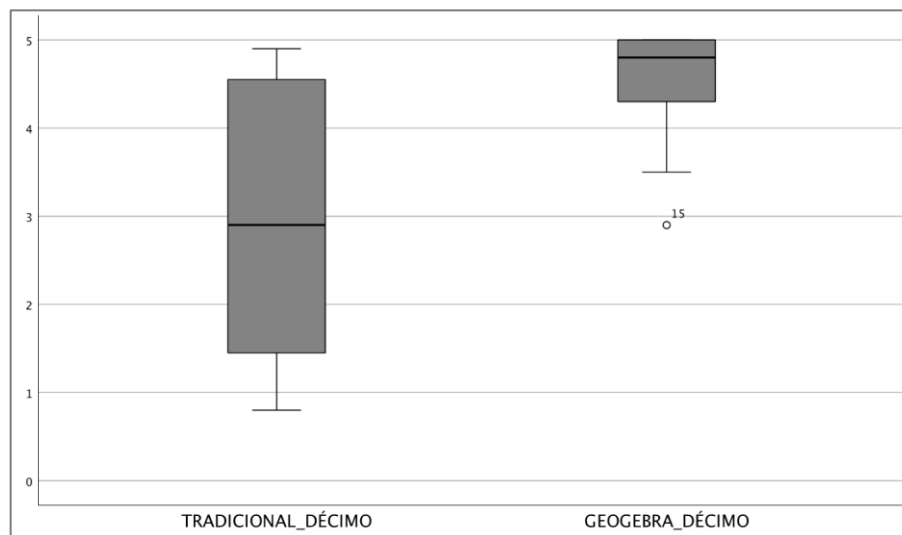
Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Diagrama de Cajas y Bigotes Para Calificación Total

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
TRADICIONAL_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
GEOGEBRA_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%



CLEI V

[DataSet6] /Users/erikafonseca/Documents/Maestría en Educación ICESI/Trabajo de grado ERIKA FONSECA/Tesis/ANALISIS DE DATOS/CLEI V.sav

Normalidad de la Diferencia de Calificación Total

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
DIFERENCIA_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

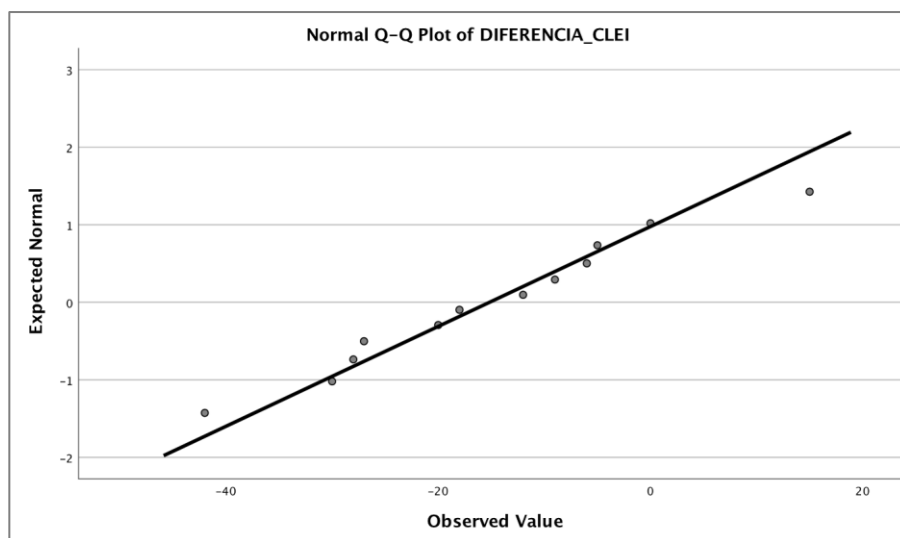
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DIFERENCIA_CLEI	.110	12	.200*	.985	12	.997

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gráfico de Distribución



T-Test Para Calificación Total

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TRADICIONAL_CLEI	1.1333	12	1.14997	.33197
	GEOGEBRA_CLEI	2.6500	12	1.35747	.39187

Paired Samples Correlations

			N	Correlation	Significance	
					One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	TRADICIONAL_CLEI y GEOGEBRA_CLEI		12	.242	.225	.449

Paired Samples Test

		Paired Differences					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t
					Lower	Upper	
Pair 1	TRADICIONAL_CLEI - GEOGEBRA_CLEI	-1.51667	1.55261	.44820	-2.50315	-.53018	-3.384

Paired Samples Test - continued

			Significance	
			One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	TRADICIONAL_CLEI - GEOGEBRA_CLEI	df 11	.003	.006

Paired Samples Effect Sizes

				Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Pair 1	TRADICIONAL_CLEI - GEOGEBRA_CLEI	Cohen's d	1.55261	-.977	-1.657	-.268
		Hedges' correction	1.60817	-.943	-1.600	-.258

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

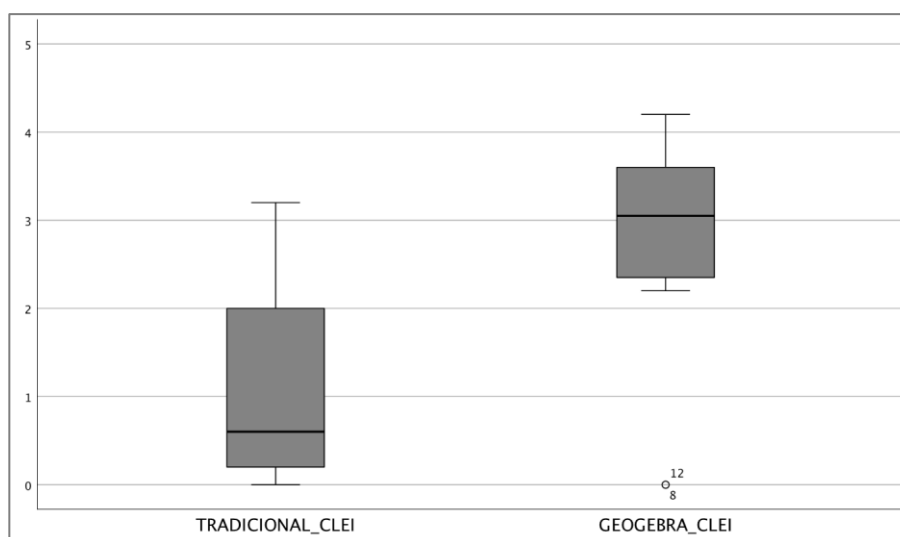
Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Diagrama de Cajas y Bigotes Para CLEI V

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
TRADICIONAL_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
GEOGEBRA_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%



Anexo E. Resultados Estadísticos de los Aspectos a Evaluar Para Grado Décimo

[DataSet1] /Users/erikafonseca/Documents/Maestría en Educación ICESI/Trabajo de grado ERIKA FONSECA/Tesis/ANALISIS DE DATOS/DÉCIMO_RÚBRICA.sav

Normalidad de la Diferencia de los Aspectos a Evaluar

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
DIFERENCIA_GRAF_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
DIFERENCIA_PRESEN_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
DIFERENCIA_ANÁLISIS_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
DIFERENCIA_AMPLITUD_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
DIFERENCIA_PERIODO_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DIFERENCIA_GRAF_DÉCIMO	.142	15	.200*	.944	15	.437
DIFERENCIA_PRESEN_DÉCIMO	.208	15	.080	.900	15	.096
DIFERENCIA_ANÁLISIS_DÉCIMO	.161	15	.200*	.950	15	.531
DIFERENCIA_AMPLITUD_DÉCIMO	.267	15	.015	.808	15	.055
DIFERENCIA_PERIODO_DÉCIMO	.233	15	.027	.805	15	.054

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gráfico de distribución Realización de Gráficas

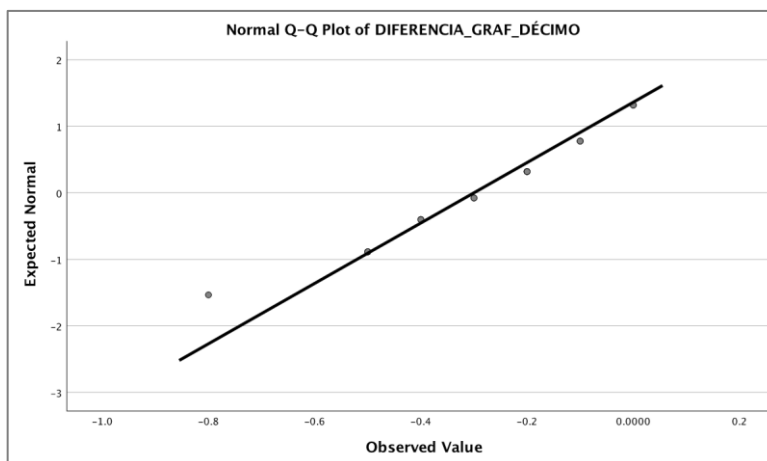


Gráfico de distribución Presentación de Gráficas

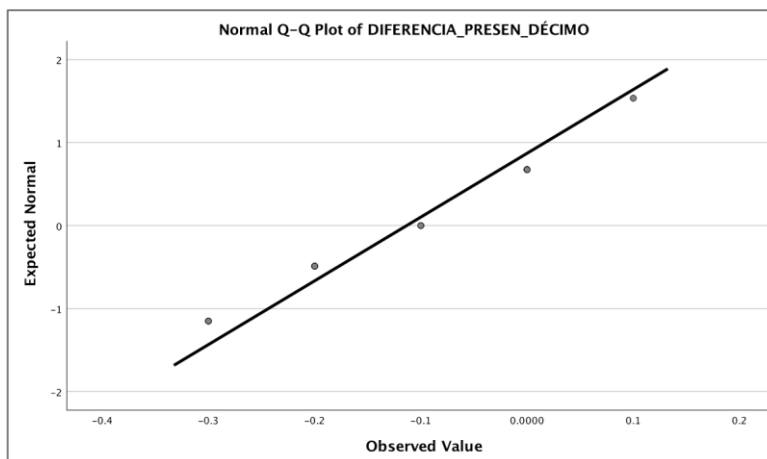


Gráfico de distribución Análisis de Gráficas

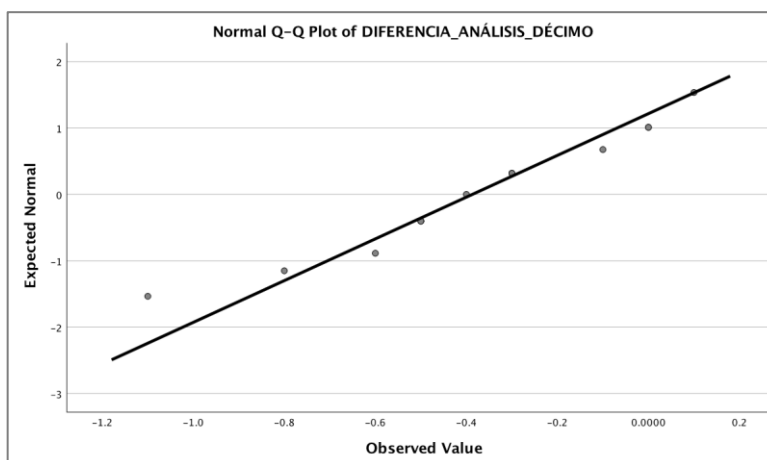


Gráfico de distribución Concepto de Amplitud

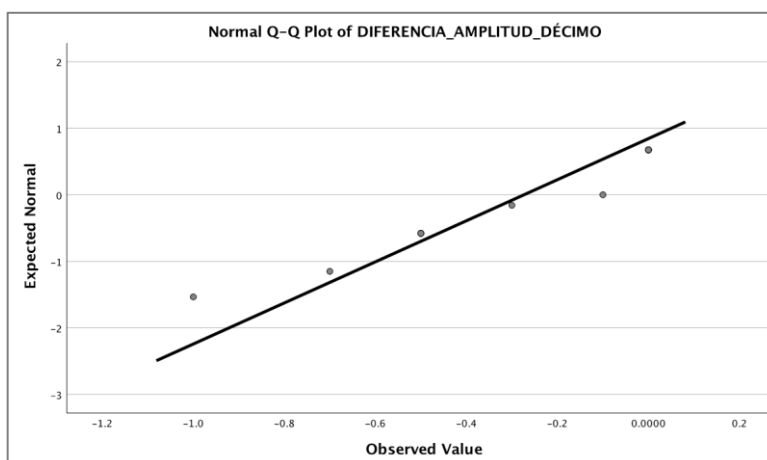
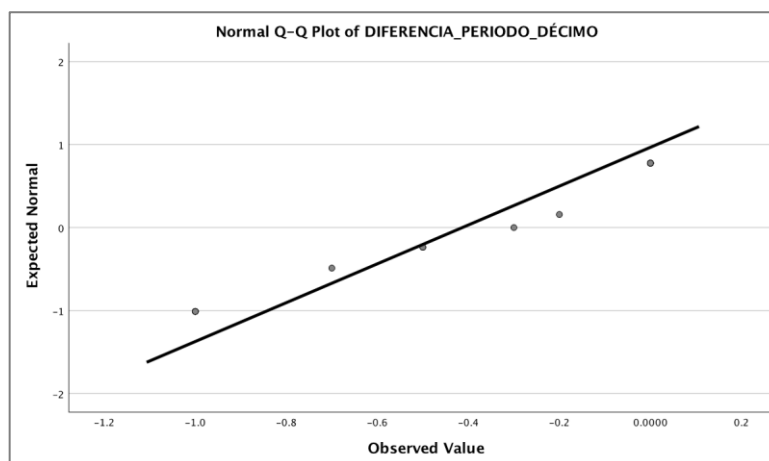


Gráfico de distribución Concepto de Periodo



T-Test Para los Aspectos a Evaluar

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_DÉCIMO	.5533	15	.28999	.07488
	GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	.3667	15	.11127	.02873
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO	.8933	15	.40083	.10349
	PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	.8533	15	.19591	.05058
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO	.4800	15	.05606	.01447
	ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	1.2800	15	.24842	.06414
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO	.6333	15	.37922	.09791
	AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	.9067	15	.16676	.04306
Pair 5	PERIODO_TRAD_DÉCIMO	.5467	15	.44379	.11459
	PERIODO_GEOG_DÉCIMO	.9600	15	.10556	.02726

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	GRAF_TRADICIONAL_DÉCIMO y GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	.856	<.001	<.001
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO y PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	.669	.003	.006
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO y ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	.431	.054	.109
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO y AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	15	.527	.022	.043
Pair 5	PERIODO_TRAD_DÉCIMO y PERIODO_GEOG_DÉCIMO	15	.271	.164	.328

Paired Samples Test

		Paired Differences					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t
					Lower	Upper	
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_DÉCIMO - GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	.18667	.20307	.05243	.07421	.29912	3.560
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO - PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	.04000	.30659	.07916	-.12979	.20979	.505
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO - ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	-.80000	.22991	.05936	-.92732	-.67268	-13.477
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO - AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	-.27333	.32396	.08365	-.45274	-.09393	-3.268
Pair 5	PERIODO_TRAD_DÉCIMO - PERIODO_GEOG_DÉCIMO	-.41333	.42740	.11035	-.65002	-.17665	-3.746

Paired Samples Test-continued

			Significance	
			One-Sided p	Two-Sided p
		df		
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_DÉCIMO - GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	14	.002	.003
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO - PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	14	.311	.621
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO - ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	14	<.001	<.001
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO - AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	14	.003	.006
Pair 5	PERIODO_TRAD_DÉCIMO - PERIODO_GEOG_DÉCIMO	14	.001	.002

Paired Samples Effect Sizes

				Point	95% Confidence	
				Estimate	Interval	
				Standardizer ^a	Lower	Upper
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_DÉCIMO - GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	Cohen's d	.20307	.919	.300	1.516
		Hedges' correction	.20872	.894	.292	1.475
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO - PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	Cohen's d	.30659	.130	-.380	.636
		Hedges' correction	.31512	.127	-.370	.619
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO - ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	Cohen's d	.22991	-3.480	-4.842	-2.100
		Hedges' correction	.23630	-3.385	-4.711	-2.043
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO - AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	Cohen's d	.32396	-.844	-1.426	-.240
		Hedges' correction	.33298	-.821	-1.387	-.233

Pair 5	PERIODO_TRAD_DÉCIMO - PERIODO_GEOG_DÉCIMO	Cohen's d	.42740	-.967	-1.574	-.338
		Hedges' correction	.43929	-.941	-1.531	-.328

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Diagrama de Cajas y Bigotes Para Realización de Gráficas

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
GRAF_TRADICONAL_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
GRAF_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

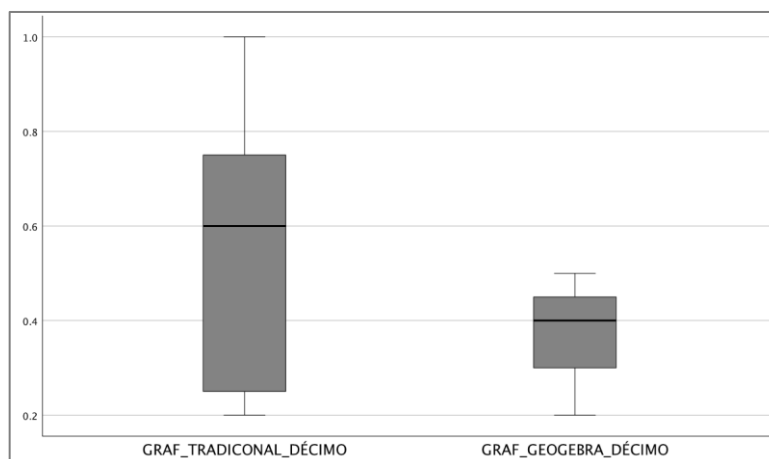


Diagrama de Cajas y Bigotes para Presentación de Gráficas

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PRESEN_TRADICIONAL_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
PRESEN_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

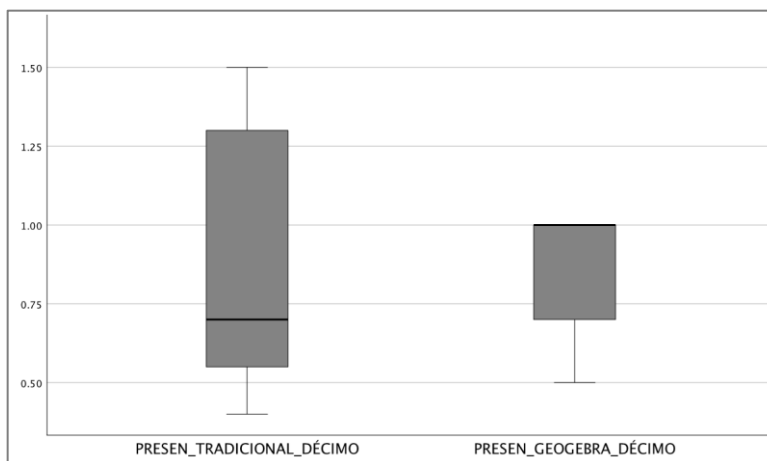


Diagrama de Cajas y Bigotes para Análisis de Gráficas

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ANÁLISIS_TRADICIONAL_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
ANÁLISIS_GEOGEBRA_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

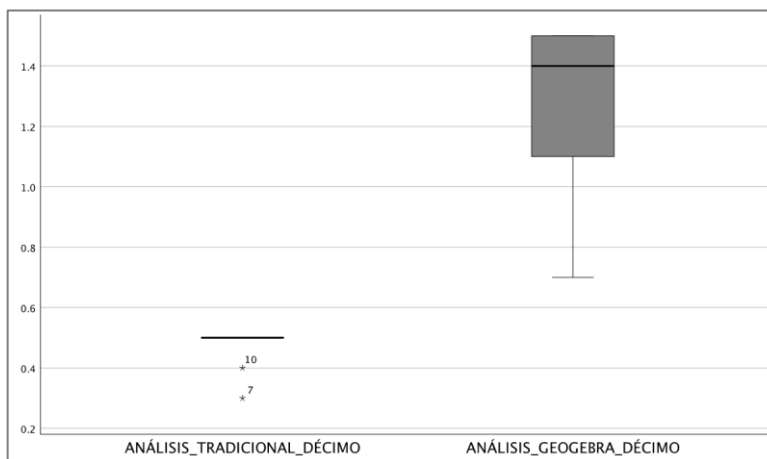


Diagrama de Cajas y Bigotes Para Concepto de Amplitud

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
AMPLITUD_TRAD_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
AMPLITUD_GEOG_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

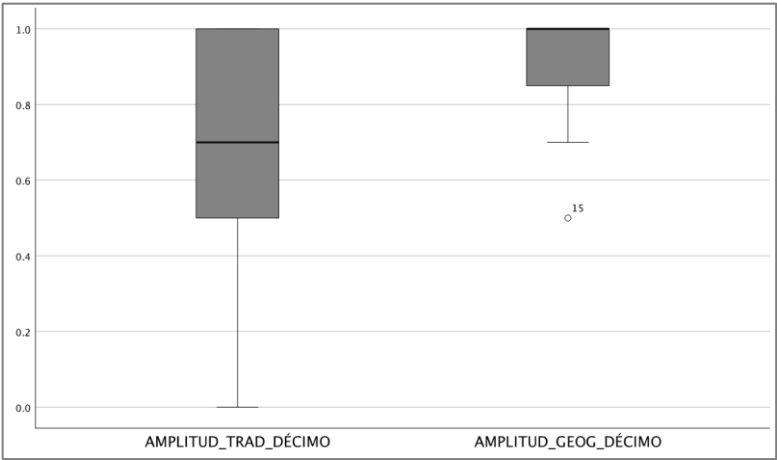
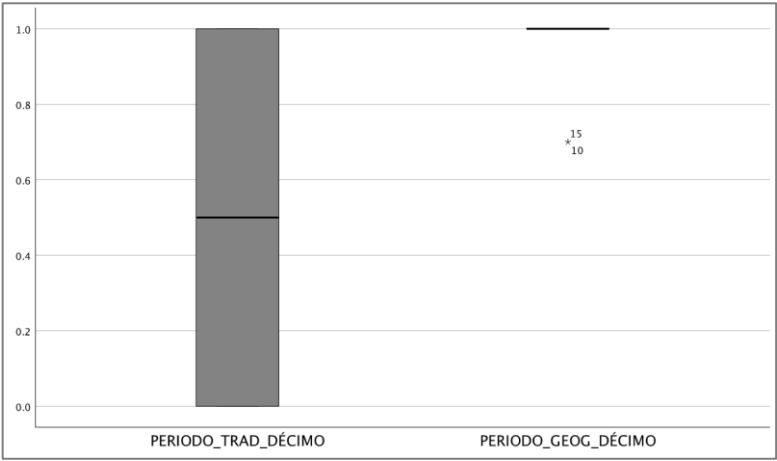


Diagrama de Cajas y Bigotes Para Concepto de Periodo

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PERIODO_TRAD_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
PERIODO_GEOG_DÉCIMO	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%



Anexo F. Resultados Estadísticos de los Aspectos a Evaluar Para CLEI V

[DataSet0] /Users/erikafonseca/Documents/Maestría en Educación ICESI/Trabajo de grado ERIKA FONSECA/Tesis/ANALISIS DE DATOS/CLEI_RÚBRICA.sav

Normalidad de la Diferencia de los Aspectos a Evaluar

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
DIFERENCIA_GRAF_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
DIFERENCIA_PRESEN_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
DIFERENCIA_ANÁLISIS_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
DIFERENCIA_AMPLITUD_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
DIFERENCIA_PERIODO_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DIFERENCIA_GRAF_CLEI	.209	12	.157	.945	12	.568
DIFERENCIA_PRESEN_CLEI	.177	12	.200*	.946	12	.576
DIFERENCIA_ANÁLISIS_CLEI	.175	12	.200*	.933	12	.410
DIFERENCIA_AMPLITUD_CLEI	.217	12	.123	.909	12	.204
DIFERENCIA_PERIODO_CLEI	.314	12	.002	.805	12	.051

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gráfico de distribución Realización de Gráficas

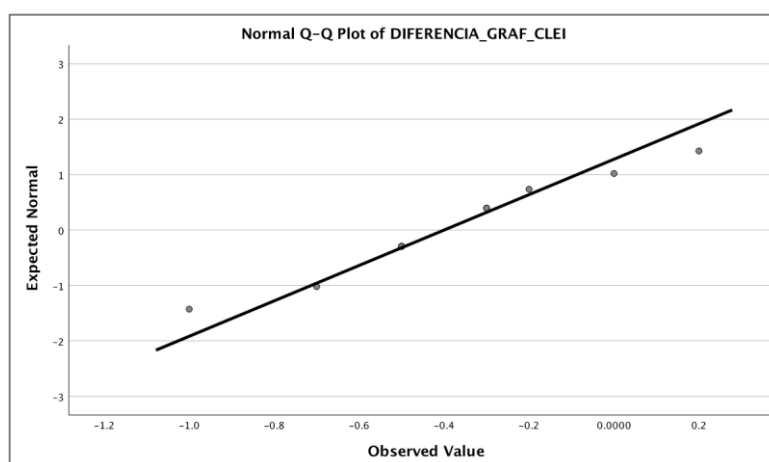


Gráfico de distribución Presentación de Gráficas

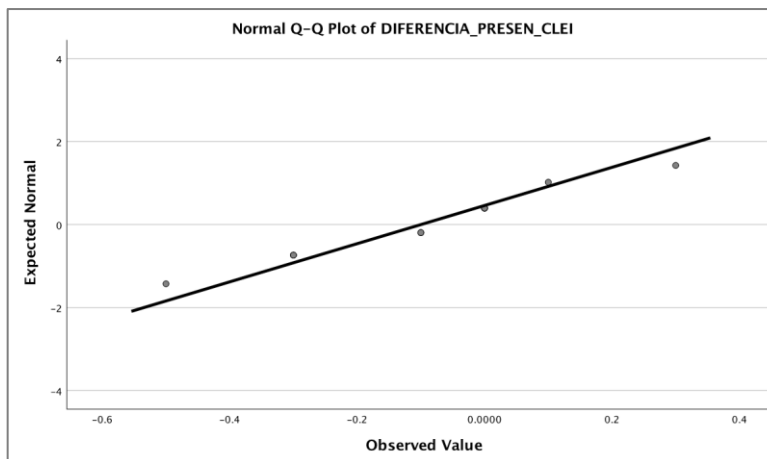


Gráfico de distribución Análisis de Gráficas

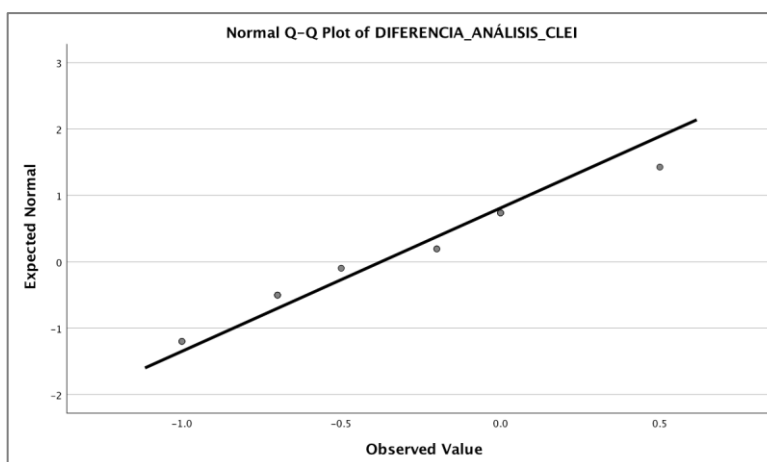


Gráfico de distribución Concepto de Amplitud

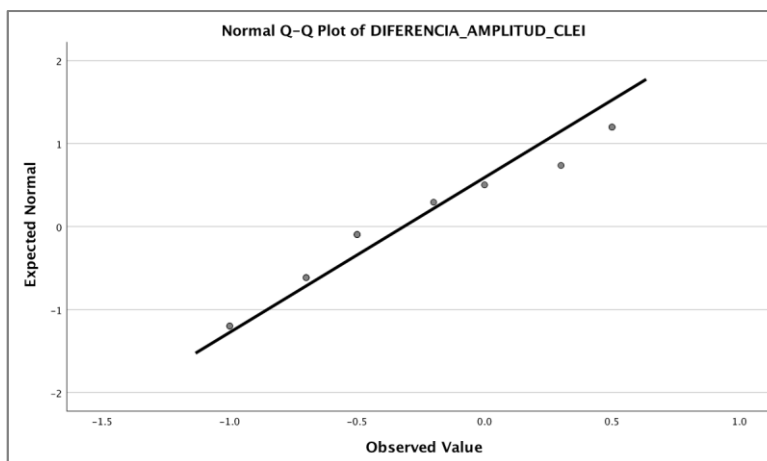
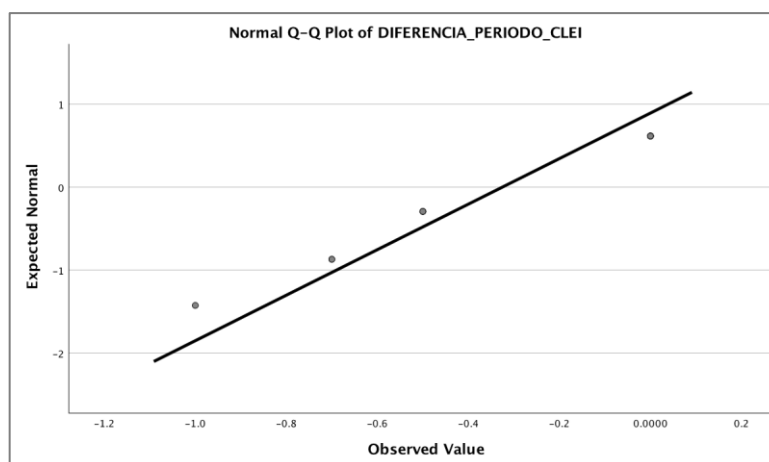


Gráfico de distribución Concepto de Periodo



T-Test Para los Aspectos a Evaluar

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_CLEI	.2750	12	.24909	.07191
	GRAF_GEOGEBRA_CLEI	.6750	12	.36958	.10669
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_CLEI	.2333	12	.16697	.04820
	PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	.3333	12	.18257	.05270
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI	.2917	12	.39648	.11445
	ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	.6667	12	.37739	.10894
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_CLEI	.2917	12	.39648	.11445
	AMPLITUD_GEOG_CLEI	.6083	12	.33967	.09806
Pair 5	PERIODO_TRAD_CLEI	.0417	12	.14434	.04167
	PERIODO_GEOG_CLEI	.3667	12	.35248	.10175

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	GRAF_TRADICIONAL_CLEI y GRAF_GEOGEBRA_CLEI	12	.546	.033	.067
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_CLEI y PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	12	.229	.237	.475
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI y ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	12	.284	.186	.372
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_CLEI y AMPLITUD_GEOG_CLEI	12	-.053	.434	.869
Pair 5	PERIODO_TRAD_CLEI y PERIODO_GEOG_CLEI	12	.119	.356	.712

Paired Samples Test

		Paired Differences					t
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		
					Lower	Upper	
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_CLEI - GRAF_GEOGEBRA_CLEI	-.40000	.31334	.09045	-.59909	-.20091	-4.422
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_CLEI - PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	-.10000	.21742	.06276	-.23814	.03814	-1.593
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI - ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	-.37500	.46344	.13378	-.66945	-.08055	-2.803
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_CLEI - AMPLITUD_GEOG_CLEI	-.31667	.53570	.15464	-.65703	.02370	-2.048
Pair 5	PERIODO_TRAD_CLEI - PERIODO_GEOG_CLEI	-.32500	.36463	.10526	-.55667	-.09333	-3.088

Paired Samples Test-continued

			Significance	
			One-Sided p	Two-Sided p
		df		
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_CLEI - GRAF_GEOGEBRA_CLEI	11	<.001	.001
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_CLEI - PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	11	.070	.139
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI - ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	11	.009	.017
Pair 4	AMPLITUD_TRAD_CLEI - AMPLITUD_GEOG_CLEI	11	.033	.065
Pair 5	PERIODO_TRAD_CLEI - PERIODO_GEOG_CLEI	11	.005	.010

Paired Samples Effect Sizes

			Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
Pair 1	GRAF_TRADICONAL_CLEI - GRAF_GEOGEBRA_CLEI	Cohen's d	.31334	-1.277	-2.034	-.488
		Hedges' correction	.32455	-1.232	-1.964	-.471
Pair 2	PRESEN_TRADICIONAL_CLEI - PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	Cohen's d	.21742	-.460	-1.047	.146
		Hedges' correction	.22520	-.444	-1.011	.141
Pair 3	ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI - ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	Cohen's d	.46344	-.809	-1.453	-.139
		Hedges' correction	.48002	-.781	-1.403	-.134
Pair 4		Cohen's d	.53570	-.591	-1.196	.036

	AMPLITUD_TRAD_CLEI - AMPLITUD_GEOG_CLEI	Hedges' correction	.55487	-.571	-1.155	.035
Pair 5	PERIODO_TRAD_CLEI - PERIODO_GEOG_CLEI	Cohen's d	.36463	-.891	-1.552	-.202
		Hedges' correction	.37768	-.861	-1.499	-.195

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference.

Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Diagrama de Cajas y Bigotes Para Realización de Gráficas

Case Processing Summary						
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
GRAF_TRADICONAL_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
GRAF_GEOGEBRA_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

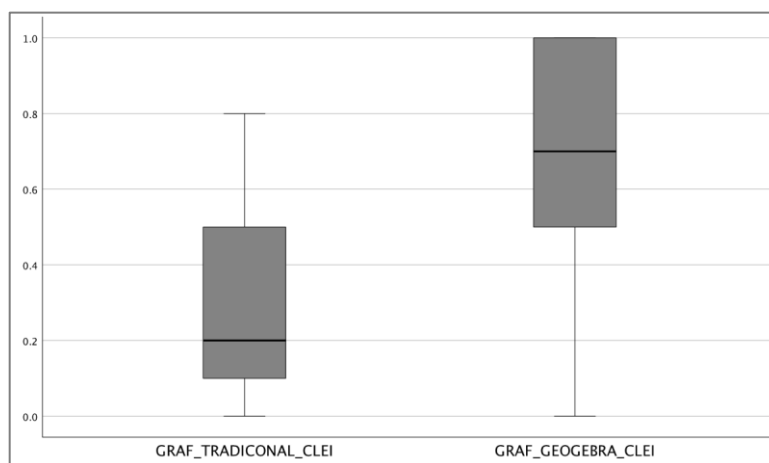


Diagrama de Cajas y Bigotes para Presentación de Gráficas CLEI V

Case Processing Summary						
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PRESEN_TRADICIONAL_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
PRESEN_GEOGEBRA_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

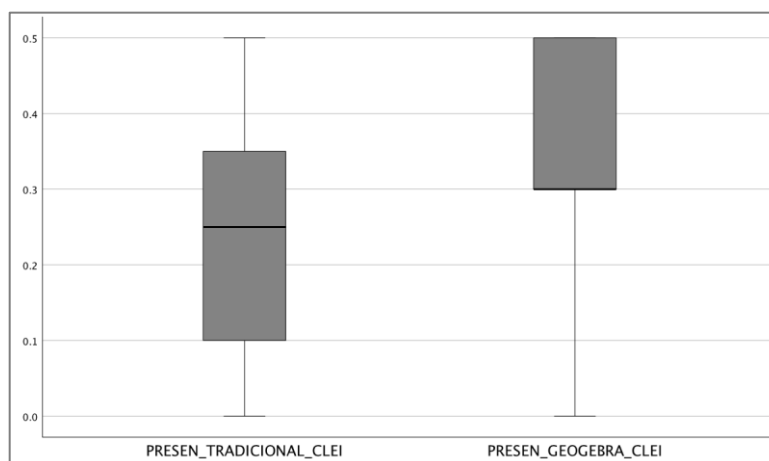


Diagrama de Cajas y Bigotes para Análisis de Gráficas CLEI V

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ANÁLISIS_TRADICIONAL_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
ANÁLISIS_GEOGEBRA_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

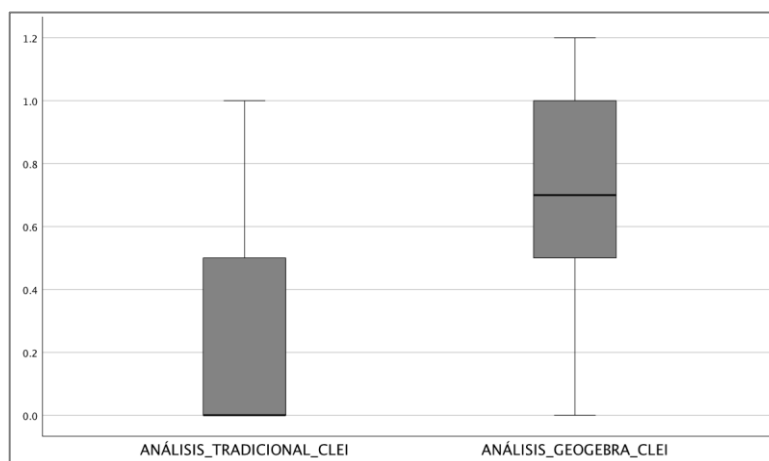


Diagrama de Cajas y Bigotes Para Concepto de Amplitud CLEI V

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
AMPLITUD_TRAD_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
AMPLITUD_GEOG_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

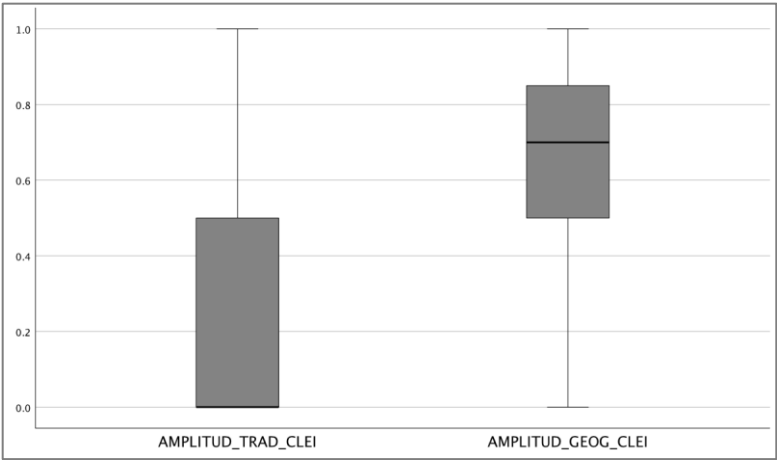


Diagrama de Cajas y Bigotes Para Concepto de Periodo CLEI V

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
AMPLITUD_TRAD_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%
AMPLITUD_GEOG_CLEI	12	100.0%	0	0.0%	12	100.0%

