

USO DEL HOLOGRAMA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA APOYADA EN STEM PARA LA ENSEÑANZA DE SECCIONES CÓNICAS EN MATEMÁTICAS

Priscilla Angulo Chaves
Estudiante UCR, Costa Rica
pri597@hotmail.com

Adriana Jiménez Ruíz
Estudiante UCR, Costa Rica
adrivanej29@gmail.com

Javier Picado Bermúdez
Estudiante UCR, Costa Rica
javierapb99@gmail.com

Katherine Solórzano Jandres
Estudiante UCR, Costa Rica
kathisoja@gmail.com

Yanitza Varela López
Estudiante UCR, Costa Rica
yanitzavarela@gmail.com

Resumen: Este documento presenta un taller que aborda la holografía como estrategia didáctica apoyada en la metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), esto para la enseñanza de las secciones cónicas en la educación secundaria matemática. El objetivo principal es motivar la posible incorporación y el uso, por parte de los docentes de Matemáticas, de esta estrategia en sus clases de Geometría de décimo año de la Educación Diversificada costarricense. La actividad consta de dos etapas; en la primera se explica la teoría, mientras que en la segunda fase se construye y elabora un vídeo para analizarlo holográficamente, esto mediante la confección de una pirámide holográfica. Los participantes podrán reflexionar sobre la estrategia presentada para estudiar otras habilidades matemáticas en clase, lo cual quedará a criterio de la iniciativa y creatividad de los partícipes.

Palabras clave: Educación Matemática, Holograma, Secciones cónicas, STEM, Tecnología.

Abstract: This paper presents a workshop that addresses holography as a didactic strategy supported by the STEM methodology (Science, Technology, Engineering and Mathematics), this for the teaching of conic sections in mathematical secondary education. The main objective is to motivate the possible incorporation and use, by the teachers of Mathematics, of this strategy in their tenth year Geometry classes of the Costa Rican Diversified Education. The activity consists of two stages; in the first one the theory is explained, while in the second phase a video is constructed and elaborated to analyze it holographically, this by means of the preparation of a holographic pyramid. The members participate may reflect on the strategy presented to study other mathematical skills in class, which will be at the discretion of the initiative and creativity of the participants.

Keywords: Mathematics Education, Hologram, Conic sections, STEM, Technology.

1. Introducción

La educación es un proceso que se va adaptando y evolucionando a través de la historia, es por esto que se busca incluir nuevas técnicas de estudio, como lo es la metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), la cual se caracteriza por ser activa, manipulativa, constructivista y por descubrimiento, además de integrar la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas.

De hecho, el uso de diferentes mecanismos tecnológicos permite a los docentes abordar de una forma más dinámica los diferentes temas educativos. Específicamente, en el área de las Matemáticas no es la excepción, ya que, según Arrieta (2013), en la enseñanza de esta ciencia cuando se incorporan diferentes y novedosas tecnologías, se logra un aumento y una mejor participación de los estudiantes en la clase, favoreciendo un aprendizaje metacognoscitivo.

Bajo estas premisas, la elaboración de hologramas en la enseñanza de temas matemáticos es una actividad que se adecúa a una metodología STEM. Es importante aclarar que Ochoa (2018) define la holografía como “una técnica de captura de la realidad que al proyectarse luminosamente sobre un objeto transparente permite generar un efecto tridimensional” (p.5). La construcción de un holograma, indudablemente, y como se justifica más adelante, contempla la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas, y más aún, su producto final funciona para abordar la enseñanza de temas matemáticos, que en este trabajo, se acota a las secciones cónicas.

Por tanto, se pretende desarrollar un trabajo que culminará con la aplicación de un taller donde se abarcará la construcción de un instrumento y la elaboración de vídeos que permitan observar holográficamente cónicas y sus cortes, esto para apoyar la enseñanza de estos temas, bajo una metodología STEM.

2. Antecedentes

Los programas de estudio de Matemáticas vigentes en el Ministerio de Educación Pública (MEP) establecen el uso de las tecnologías digitales como uno de sus cinco ejes disciplinares y transversales. Dentro de los recursos tecnológicos relevantes para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas mencionados en dicho documento se encuentran las calculadoras, las computadoras, el Internet y algunos programas y espacios virtuales, debido a que estos “no sólo favorecen la representación matemática múltiple, sino también recursos extraordinarios en la interacción estudiante-conocimiento, permitiendo un involucramiento activo del sujeto en su aprendizaje” (MEP, 2012, p.37).

De acuerdo con lo expuesto por el MEP (2012), es importante fomentar el uso adecuado de los diferentes recursos tecnológicos en el abordaje pedagógico de algunas habilidades específicas con el propósito de que poco a poco esto contribuya al desarrollo del pensamiento matemático, principalmente en situaciones y problemas de contextos reales, ya que las autoridades de dicha institución consideran que “el país no posee todas las condiciones formativas para una introducción más intensa” (p.60), situación que está estrechamente relacionada con lo que motiva y orienta al presente trabajo.

Dentro de los trabajos realizados alrededor de este tema, se puede mencionar a Primera (2005) quien realizó un proyecto llamado *Modelo Matemático para Transmisiones Holográficas Tridimensionales*, en este trabajo, se expone un modelo que viene a solucionar y potencializar dificultades en el manejo, creación y transmisión de diferentes tipos de hologramas, tanto llevadas a la realidad como a la ficción.

El modelo se creó desde una perspectiva física-práctica bien manejada, ya que se basaron en diferentes ondas que intervienen en aspectos como la perturbación y el desplazamiento de la proyección que se desea obtener. Fue así que partieron, junto con aspectos teóricos de codificación, hacia la metodología planteada; la metodología utilizada se dividió en tres fases: diseño del modelo matemático, verificación del modelo y por último, el algoritmo de compresión.

En relación con la investigación en curso, a pesar de que Primera (2005) proporciona una perspectiva clara del proceso de construcción y de lo que puede hacer un holograma en el entorno matemático, no brinda información acerca de la utilización en concreto de este, puesto que todo el trabajo se basa en los cálculos y procesos que se siguieron para la creación de su modelo matemático e inclusive, en sus conclusiones expone que no fue llevado a la práctica, es decir, todo su análisis se queda en teoría, aspecto contrario a lo que busca el presente trabajo.

Un estudio llamado *El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería* realizado en el 2009, en el cual se analizaron los planes de estudio de varias universidades en América y Europa, determinó que en sus programas de estudio no se incluye la utilización de los hologramas como medio de enseñanza de la física e ingeniería, y en el caso de que se mencionen, no se realiza una fundamentación pedagógica del mismo. Los investigadores destacan que si se considera utilizar el holograma como un medio de educación, es necesario que previo se realice un análisis de las funciones didácticas que se podían desempeñar en los distintos procesos pedagógicos ya sea curriculares o sociales (Serra, Vega, Ferrat, Lunazzi y Magalhaes, 2009, p.2).

Además, los autores hacen hincapié en utilizar los medios correctos para generar aprendizajes significativos y comprender conceptos abstractos, para ello recomiendan el uso de este tipo de tecnologías. “El holograma por sus particularidades, constituye una de las reproducciones visuales más icónica de las existentes, lo que constituye su principal cualidad en su utilización como un medio de enseñanza” (Serra et al. 2009, p.3).

Igualmente, estos investigadores se basan en los fundamentos del pedagogo Vigotsky para analizar la motivación que se genera en los estudiantes cuando se utilizan tecnologías como los hologramas. Según ellos, “un holograma es altamente motivador por las características del mismo de brindar la imagen tridimensional de un objeto que produce en el espectador la sensación de que el objeto real está presente en ese momento en la escena” (Serra et al. 2009, p.4).

En el proyecto realizado por Serra et al. (2009, p.11), se elabora una exposición holográfica didáctica en el Departamento de Física del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría en donde aplicaron encuestas aleatorias a los participantes y los resultados arrojaron que más del 90% de los asistentes consideraron que se incrementó su motivación por la física, demostrando que efectivamente, el uso de tecnologías como los hologramas motivan a los estudiantes a aprender sobre nuevos temas.

Por otra parte, Bosch et al. (2011) realizaron, en Argentina, un trabajo de investigación titulado *Nuevo paradigma pedagógico para Enseñanza de Ciencias y Matemática* en el cual buscaban

adoptar la educación STEM (Sciences, Technology, Engineering and Mathematics) como un nuevo enfoque pedagógico y además, establecer diversos criterios que permitirían su implementación.

Dentro de la problemática planteada en el trabajo mencionado se encuentran aspectos como la falta de interés hacia el estudio por parte de los jóvenes, principalmente en carreras relacionadas con las ciencias, la ingeniería y la matemática, también la deserción estudiantil en los diversos niveles académicos y finalmente, se expone la necesidad de preparar a las personas, de manera integral e interdisciplinaria, para entender y enfrentar exitosamente el importante avance tecnológico y científico, así como los diversos problemas con altos grados de complejidad que surgen en estas y otras áreas. Esto a su vez, según los autores, permite un aumento de la competitividad en las sociedades actuales, en las cuales precisamente se ha optado por la implementación del nuevo enfoque pedagógico STEM.

De acuerdo con Bosch et al. (2011), la educación STEM busca la integración de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas como una forma de cambiar y mejorar la manera en que estas son enseñadas en las diversas instituciones y de lograr que los estudiantes desarrollen la capacidad de entender las ciencias. Además, estos autores mencionan que en países Europeos y también en Estados Unidos los gobiernos han creado políticas para la implementación de este paradigma pedagógico, e incluso “se enfatiza la importancia de STEM como factor clave del triángulo de conocimiento: educación, investigación, innovación” (p. 132).

Dentro de los criterios que Bosch et al. (2011) establecen para la implementación de la educación STEM, principalmente en los diversos laboratorios que buscan llevar a cabo este tipo de educación desde tempranas edades en los estudiantes y también en la formación de los docentes, se encuentran: la presencia de un enfoque transdisciplinario para entender y resolver los diversos problemas emergentes en la sociedad actual, también la constitución de redes donde interactúan diversas entidades tanto educativas como sociales; el apoyo, el acceso y la preparación que se le debe brindar mediante talleres a los docentes de ciencias y matemáticas en los distintos niveles académicos en cuanto al uso y producción de las tecnologías como recursos de experimentación e innovación que estén a disposición tanto del cuerpo docente como de la población estudiantil.

Además, en el trabajo de Bosch et al. (2011), se establecen como resultados el diseño y la elaboración de diversos recursos pedagógicos en áreas como Mecánica, Química, Biología y Matemática que facilitan su enseñanza de una forma más experimental y, mencionan dentro de sus conclusiones el logro de su objetivo primordial que, como se mencionó anteriormente, consistía en adoptar la educación STEM y establecer los principales criterios para la implementación de esta, además, recalcan la importancia de expandir la información respecto a este nuevo paradigma pedagógico y sus ventajas, también la importancia de poner a disposición de los docentes diferentes recursos existentes y brindarles la preparación adecuada para la creación y el uso de los propios.

Por otro lado, un trabajo más reciente fue elaborado en España por Orcos, Jordán y Magreñán (2018), el cual lleva por título *Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de geometría en Educación Secundaria*, cuyo objetivo consistió precisamente en enseñar conceptos de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos mediante la utilización de un holograma.

En este estudio se menciona que parte de la problemática que se presenta en la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría en las instituciones de secundaria se debe a aspectos como la

formación académica de los docentes de Matemática y sus concepciones respecto a esta área, también la distribución durante el ciclo lectivo de las diversas áreas de la Matemática y por consiguiente de sus contenidos, ya que generalmente se opta porque la Geometría sea estudiada en la etapa final del ciclo, lo cual provoca que esta sea abordada de forma menos detallada e innovadora principalmente por la falta de tiempo, situación que se ve reflejada en la forma tan tradicional con la que trabajan los docentes y que resulta poco atractiva para los estudiantes, pues se basa principalmente en el uso de una gran cantidad de fórmulas.

Además, Orcos et al. (2018) mencionan que otra de las dificultades en la enseñanza de la Geometría es lo complejo que les resulta a la mayoría de los estudiantes la extrapolación a espacios bidimensionales o tridimensionales de las figuras planas que estudian en libros de texto por ejemplo, y por ello consideran fundamental que se les brinde la oportunidad de manipular diversos materiales o herramientas, principalmente tecnológicas, que les permita comprender mejor estas distintas representaciones.

En relación con lo mencionado anteriormente es que Orcos et al. optan por el uso del holograma como herramienta tecnológica que contribuye a los procesos de extrapolación mencionados y además, consideran que es fuente de motivación para el aprendizaje en los estudiantes y que favorece las relaciones y el trabajo colectivo entre ellos.

En cuanto a la propuesta metodología del estudio realizado por Orcos et al. (2018) se puede mencionar que está dirigida al tercer nivel de secundaria en la asignatura de Matemáticas. La misma consta de cinco fases, las cuales consisten en: primeramente realizar un diagnóstico de conocimientos previos sobre los cuerpos geométricos y el cálculo de sus áreas, luego construir los vídeos para el holograma y, para ello, los autores recomendaron utilizar el programa GeoGebra para elaborar las figuras necesarias y el editor Camtasia para crear el vídeo a proyectar, la tercera fase consiste en la elaboración del holograma que en el caso de este trabajo tuvo forma de pirámide de base cuadrada, en la cuarta fase se visualizan con el holograma los vídeos que fueron creados y, en la última fase se comprueban los conocimientos adquiridos y la percepción en cuanto a la experiencia con la herramienta tecnológica como tal.

Finalmente, Orcos et al. (2018) establecen como parte de las conclusiones de su trabajo la importancia de fundamentar teóricamente el uso de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos, y especialmente la relevancia que adquiere una herramienta innovadora y realmente asequible como lo es el holograma en cuanto a su función motivacional y pedagógica. Además, mencionan como trabajo futuro la implementación de su propuesta metodológica en un grupo de tercero de secundaria y su posterior comparación con otro grupo del mismo nivel pero que no haya trabajado con dicha propuesta, esto con el fin de valorar o verificar la viabilidad de esta herramienta tecnológica como recurso pedagógico en el tema de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos.

3. Aspectos teóricos

En el siguiente apartado se presentan algunos de los elementos asociados con la exposición del taller, estos se encuentran con su respectiva fundamentación teórica y serán divididos en secciones.

3.1. Holografía

El uso de la holografía en la educación representa una tendencia debido al impulso tecnológico contemporáneo por desarrollar simulaciones que conlleven a experimentar el aprendizaje cercano a la realidad. Naturalmente se debe definir el término holografía, para ello Ochoa (2018), la considera como una técnica que, haciendo uso de la iluminación y un objeto transparente, consigue proyectar imágenes coloridas en tres dimensiones, denominadas hologramas. Así mismo este autor agrega que la holografía brinda mayor detalles que la fotografía, debido que agrega una dimensión adicional, dando a lucir un objeto un poco más realista, pues el espectador puede percibir sus diferentes perspectivas, así como su profundidad.

Serra et al. (2009) especifica que un holograma es producto de una ilusión óptica entre luz y sombra donde un objeto real es proyectado a través de una o varias placas transparentes como el vidrio que genera la imagen tridimensional, es decir el objeto en realidad no existe en la placa, pues son un conjunto de imágenes reflejadas de la original que crea dicha ilusión.

3.2. STEM

La reciente propuesta educativa STEM, siglas provenientes de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), tiene como objetivo incrementar el número y fortalecer las competencias y actitudes de los jóvenes interesados en una profesión en ingeniería y ciencias, así como de fomentar las habilidades y capacidades mediante el desarrollo de conocimientos teóricos para ser aplicados en la práctica, enfocados en la resolución de problemas tecnológicos a través de la productividad, innovación y competitividad de los países, para obtener una mejor de calidad de vida y una educación más eficiente (Duque y Celis, 2012).

La educación STEM se propone como un nuevo desafío para la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, pues la sociedad se encuentra en constante cambio debido a la demandas de nuevas habilidades, destrezas, competencias y conocimientos que deben presentar las personas al ingresar al mundo laboral, es decir, esta educación permite orientar a jóvenes que se encuentran recién comenzando a estudiar. Schulz (2016) menciona como “La inteligencia artificial, el aprendizaje por máquinas, la minería de textos e imágenes, el reconocimiento de voz, las redes sociales y las tecnologías genéticas están cambiando el mundo a uno más conectado, dinámico e instantáneo” (p.292).

Además, la experiencia STEM muestra que la integración a través de las representaciones y materiales, no es espontáneamente realizada por los estudiantes. Es también crítico que los estudiantes puedan transferir estrategias, conocimientos y habilidades a nuevas situaciones. Y también es muy importante desarrollar tanto las prácticas científicas como las ingenieriles. Es decir, además de las prácticas centrales en ciencia conducentes a conocer y entender la naturaleza, están las prácticas centrales de la ingeniería. El objetivo de éstas es diseñar y crear productos que solucionen problemas reales (Schulz, 2016, p.293).

Por otro lado, el desafío presentado en las aulas costarricenses se basa en la motivación de los estudiantes, debido a que se encuentran en un mundo digital altamente atractivo, el uso de la tecnología es mayor, ya que no sólo tienen acceso a juegos y aplicaciones muy adictivas, sino

que también poseen permanente conexión a redes sociales. Sin embargo, la importancia de la tecnología se encuentra en las facilidades que aportan, pues es considerado un medio rápido y eficaz, incluso, es un instrumento utilizado por los docentes para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes. Por lo tanto, es importante buscar medios, herramientas, técnicas para mejorar esa motivación en estudiantes, y la mejor manera es iniciar en las instituciones escolares, pues la motivación por las matemáticas va disminuyendo al pasar los años (Schulz, 2016).

Entonces, para lograr la integración STEM en las clases, se debe realizar un cambio educacional y establecer la innovación e implementación de ideas, conocimientos y prácticas mejoradas, puesto que la innovación es el motor principal de progreso que puede cambiar los aprendizajes de los estudiantes.

3.3. Uso del holograma por medio de la metodología STEM

En el taller propuesto, el holograma brinda un medio de educación acertado para visualizar los contenidos geométricos, como lo recalca Orcos et al. (2018), la utilización de los hologramas representa una herramienta tecnológica de gran potencial en la enseñanza de conceptos geométricos tridimensionales. Además, representa un medio innovador y en un ambiente atractivo para el estudiante, pues según Orcos et al. (2018), “el holograma resulta ser un agente motivante que actúa como factor extrínseco que ayuda a potenciar la motivación intrínseca de los alumnos y, por lo tanto, a que estén más predisuestos hacia el aprendizaje, debido a que el alumno tiene la sensación de que el elemento que está estudiando se encuentra realmente presente, que no se trata de una representación” (p.95).

La construcción del holograma por parte de los estudiantes, combina todos los elementos de la educación STEM. La ciencia está presente en las propiedades ópticas que permiten la ilusión de la figura tridimensional, la tecnología se evidencia en cada una de las aplicaciones utilizadas para obtener el vídeo con la imagen que se espera proyectar, la ingeniería se representa mediante la construcción de la pirámide holográfica y por último, las Matemáticas se utilizan en todas las áreas anteriores, pero además, se pueden emplear proyecciones holográficas para estudiar contenidos de esta área, que en este caso, corresponde a secciones cónicas.

Asimismo, las herramientas tecnológicas como las TIC cada vez van tomando más importancia en la educación, donde van reemplazando los recursos físicos, y con ello van siendo más atractivos para los discentes, lo cual va de la mano a la educación STEM y al pensamiento científico que conlleva el uso de las mismas. Por tanto, el educador debe contemplar la creación de recursos con esta perspectiva, dicha idea es expuesta por Bosh et al. (2011), que promueve el cambio a pedagogías de enseñanza como la STEM, “Para alentar este cambio se requiere la producción de recursos educativos innovadores diferentes a los existentes, los cuales deben usarse en entornos de aprendizajes diferentes al aula con otras prácticas de enseñanza (experimental)” (p.135).

Además afirman que para lograr una educación STEM,

La enseñanza de ciencias y matemática debe basarse sobre la experimentación tanto por parte de profesores como de alumnos (*hands-on*). Precisamente se deben utilizar las tecnologías electrónica e informática para producir nuevos artefactos de experimentación y nuevos sistemas de registro, procesamiento y representación de datos, así como utilizar apropiadamente programas de matemática para cálculo y graficación (Bosh et al., 2011, p.135).

Para finalizar esta sección, en síntesis se establece que el uso de la holografía como medio de enseñanza de la Geometría sigue la tendencia de la educación STEM, con ambientes motivadores, atractivos e innovadores para los alumnos que, hipotéticamente, mejoraría el aprendizaje de los contenidos tratados.

4. Metodología del trabajo

El presente taller está dirigido a estudiantes de undécimo y docentes de Matemática de secundaria. Esta actividad tiene como objetivo que los profesores implementen en sus clases de Geometría, específicamente en la visualización espacial de las secciones cónicas, proyecciones holográficas como estrategia didáctica con el fin de facilitar en los estudiantes la comprensión de dicho tema y de realizar una clase más creativa, dinámica, innovadora y participativa, fomentando así en los estudiantes mayor interés y un aprendizaje significativo.

El taller consta de tres fases, la primera corresponde a la parte teórica, en la cual se expondrá información breve, dividida en tres etapas: introducción, antecedentes y aspectos teóricos, sobre los Hologramas, la reciente propuesta educativa STEM y por último, se detalla el uso del holograma en la enseñanza. La segunda fase corresponde a la parte práctica, en la cual se realizará lo siguiente:

1. Construcción, en GeoGebra, de las figuras que se obtienen mediante secciones planas en conos circulares rectos, estas figuras representan la elipse, circunferencia, parábola e hipérbola.
2. Elaboración del vídeo para el holograma en el cual se aprecian las figuras elaboradas en el punto anterior.
3. Confeción de la pirámide holográfica para proyectar el vídeo.

La tercera fase corresponde a una actividad grupal llevada a cabo por los participantes del taller, en donde elaborarán un vídeo sobre un tema de geometría y lo expondrán a los demás participantes del taller.

Por otra parte, los materiales requeridos para el desarrollo del taller son los siguientes: un Video Proyector con conexión de HDMI, un laboratorio con computadoras que cuenten con el software de GeoGebra (los participantes deberán poseer conocimientos básicos en el uso de GeoGebra), el software gratuito Icecream Screen Recorder, el cual se puede descargar en <https://icecreamapps.com/es/Download-Screen-Recorder/>, y Windows Movie Maker.

Además, cada participante utilizará una hoja de papel cuadriculado, una lámina transparente de termolaminar ya sellada, una regla, un lápiz, un marcador permanente de punta fina o media, tijeras, cinta adhesiva transparente, una memoria USB (en caso de que desee guardar el trabajo que realizará en GeoGebra) y también será necesario que disponga de un teléfono celular con acceso a App Store o Google Play, en el cual se requerirá instalar la aplicación gratuita Holapex Hologram Video Maker.

El cronograma de actividades se planea distribuir de la siguiente manera:

- 30 minutos: presentación de los autores del taller y exposición rápida de los antecedentes y aspectos teóricos
- 60 minutos: Elaboración de secciones cónicas en GeoGebra.
- 30 minutos: Receso.
- 30 minutos: Creación del vídeo.
- 30 minutos: Construcción de la pirámide holográfica y la respectiva proyección.
- 60 minutos: Actividad por parte de los partícipes.
- 30 minutos: Resultados, comentarios y preguntas.

5. Guías de trabajo

5.1. Presentación

La primera fase del taller consiste en la presentación por parte de los autores y en la exposición teórica de los aspectos que fundamentan el propósito del trabajo de investigación realizado, resaltando la importancia del enfoque pedagógico STEM y el uso de los hologramas en la enseñanza de la Matemática en secundaria como un recurso tecnológico atractivo y útil principalmente en el área de la Geometría.

5.2. Elaborar secciones cónicas en GeoGebra

La segunda etapa del desarrollo del taller remite a la construcción de las secciones cónicas para ser proyectadas como un holograma. Para la construcción de las secciones se usa el programa llamado GeoGebra el cual es de uso libre, y entre sus funciones permite la construcción de cuerpos geométricos y animarlos.

En la sección de gráficos 3D de GeoGebra se crea un cono de las dimensiones deseadas al cual, posteriormente, se le traza un plano de manera que la figura formada por la intersección de ambos corresponda ya sea a un círculo, una elipse, una parábola o bien, una hipérbola, según se aprecia en la figura 1. Cada imagen formada debe ser señalada con un color distinto al de las

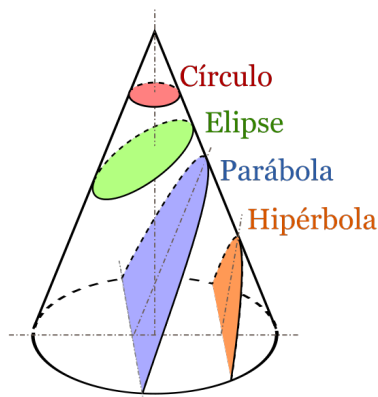


Figura 1: Secciones cónicas.

otras dos superficies, el cono y el plano, con el fin de facilitarle al estudiante la identificación y comprensión de la sección cónica en estudio.

Además, mediante la creación de un deslizador en GeoGebra se logra que el plano corte en distintos puntos al cono y al rotarlo permite una mejor interpretación de la sección cónica.

5.3. Elaboración del vídeo

Una vez lista la figura tridimensional en GeoGebra, se inicia su ciclo de movimiento y se graba la pantalla del computador con ayuda de la aplicación Icecream Screen Recorder. **Como paso opcional**, se puede utilizar Windows Movie Maker para unir los vídeos de varias secciones cónicas. El multimedia generado se transfiere al celular y para poder observar o proyectar la animación como un holograma es necesario generar un vídeo final que se compone de cuatro vídeos de la animación original, colocados estratégicamente para crear la ilusión del holograma. Para dicho efecto se utilizará una aplicación en el teléfono celular llamada Holapex Hologram Video Maker.

5.4. Construcción de la pirámide holográfica

Para la proyección del vídeo elaborado se emplea lo que se denomina una pirámide holográfica, en la cual se podrán observar las distintas secciones cónicas que contiene el vídeo como si estuviesen en tres dimensiones, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, esto no es más que una ilusión óptica, pues dicha imagen tridimensional es el reflejo de lo que se reproduce un vídeo en el celular en cada uno de los cuatro lados de la pirámide.

Para construirla se siguen los siguientes pasos:

1. Se traza sobre una hoja de papel un trapecio cuyas dimensiones son: base menor 1 cm, base mayor 6 cm y altura 3.5 cm, según se observa en la figura 2

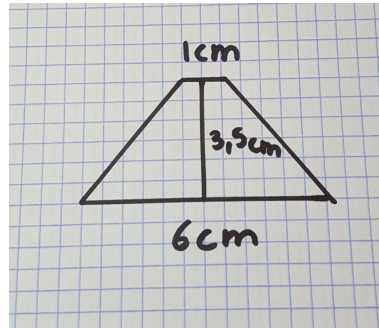


Figura 2: Trapecio inicial.

2. Se trazan los bordes de este molde sobre el material con el que se vaya a construir la pirámide, en este caso se utilizarán láminas para termolaminadora, pero se puede utilizar materiales alternativos, tales como filminas, plástico de CD, entre otros.
3. La figura se traza 4 veces, de forma que los trapecios compartan uno de sus lados laterales (ver figura 3). Luego se procede a recortar la figura.

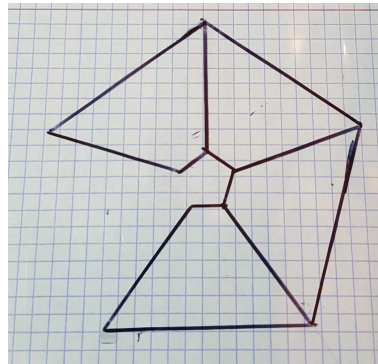


Figura 3: Plantilla para pirámide

4. Con ayuda de una regla se marcan los dobleces sobre las líneas. Opcionalmente, se pueden limpiar las líneas del marcador con alcohol. Luego se unen los dos extremos con un trozo de cinta adhesiva transparente, resultando la pirámide holográfica apreciada en la figura 4.

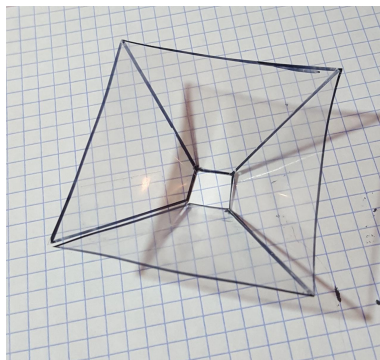
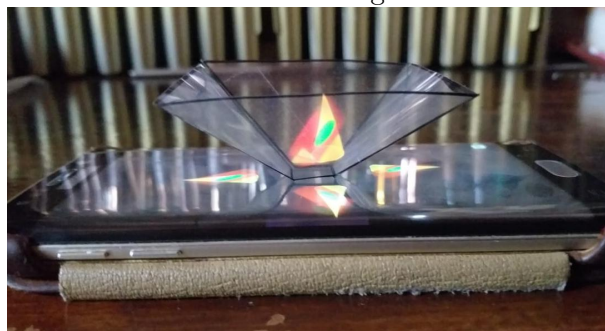


Figura 4: Pirámide holográfica.

5. Una vez lista la pirámide holográfica, se coloca sobre la pantalla del teléfono celular, la cual ya debe tener el vídeo hecho al inicio, el cual se reproduce y se obtienen imágenes similares a las mostradas en la figura 5. Es importante aclarar que entre más oscura se encuentre la habitación, mejor será la visualización holográfica.



Visualización holográfica 1



Visualización holográfica 2

Figura 5: Visualización holográfica

5.5. Actividad para los participantes

Con el fin de que los participantes del taller pongan en práctica los conocimientos adquiridos y brindarles un espacio para desarrollar su creatividad se plantea realizar la siguiente actividad: en grupos de aproximadamente de a lo sumo cinco personas, los asistentes deberán seleccionar un tema de Matemática, distinto al de secciones cónicas, y elaborar una proyección holográfica haciendo uso de los software vistos durante el taller, el cual deberán exponer a los demás participantes.

6. Conclusiones

1. El uso de la holografía como estrategia didáctica se puede analizar desde la perspectiva metodológica STEM, dado que dentro de la aplicación de este se incorporan las diferentes ramas científicas, por ejemplo, la Ciencia brinda el efecto óptico del holograma, la Tecnología se evidencia en el uso de los diferentes aparatos tecnológicos, como el celular y la computadora, por otro lado, la Ingeniería permite construir la pirámide holográfica y, por último, las Matemáticas brinda la teoría sobre la construcción en GeoGebra de las diferentes secciones cónicas.
2. La elaboración del vídeo holográfico es simple. Asimismo, se pueden reutilizar otros ya hechos de diferentes plataformas. En cuanto a los materiales para la construcción de la pirámide holográfica, estos son económicos y de sencillo acceso.
3. En el presente trabajo, el taller se dirigió a un tema de undécimo año de la Educación Diversificada costarricense, como lo es secciones cónicas. No obstante, se puede utilizar en otras habilidades que se consideren pertinentes, lo cual queda a criterio de la iniciativa y creatividad del docente.
4. El método de construcción y uso del holograma en las clases de Matemática, es una estrategia diferente a lo tradicional y fácil de usar, tanto por parte de los docentes, como por los estudiantes y que, además, responde al uso de diferentes tecnologías y programas, como lo es el uso de GeoGebra, que propone el MEP.
5. Se espera que, en la aplicación del taller, los integrantes participen de forma dinámica y activa, esto para alcanzar de manera satisfactoria los objetivos propuestos.

7. Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2013). Las TIC y las matemáticas, avanzando hacia el futuro. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/3012/EliasArrietaJose.pdf?sequence=1>
- Bosch, H.; Di Blasi, M.; Pelem, M.; Bergero, M.; Carvajal, L. y Geromini, N. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de Ciencias y Matemática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3), 131-140. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3752199>
- Duque, M. y Celis, J. (2012). Educación en Ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica. *ASIBEI*, Bogotá, Colombia, 44-45. Recuperado de: <http://www.universidad.edu.co/images/cmlopera/descargables/asibei.pdf>
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programa de Estudio de Matemática*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.mep.go.cr/programa-estudio>
- Ochoa, V. (2018). *Técnicas Holográficas aplicadas a la Educación*. (Tesis de Maestría). Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Orcos, L.; Jordán, C. y Magreñán, Á. (2018). Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de geometría en Educación Secundaria. *Pensamiento Matemático*, 8(2), 91-100. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6636697>
- Primera, R. (2005). Modelo matemático para transmisiones holográficas tridimensionales. *Télématique*, 4(2), 1-26. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=784/78440201>
- Schulz, R. (2016). STEM y modelamiento matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11(15), 291-317.
- Serra, R.; Vega, G.; Ferrat, A.; Lunazzi, J. y Magalhaes, D. (2009). El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1). 1-12. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a07.pdf>