

Concurso FotoGebra como generador de un Recorrido de Estudio e Investigación

Karina Amalia Rizzo

(Universidad Tecnológica Nacional. Argentina)

Viviana Angélica Costa

(Universidad Nacional de La Plata. Argentina)

Fecha de recepción: 05 de julio de 2023

Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2023

Resumen

En este trabajo se presenta un concurso denominado FotoGebra que lleva varios años de realizarse a nivel internacional. El mismo propone a los participantes (estudiantes de escuelas secundarias y profesores en formación) idear un problema que surja de una fotografía hecha por ellos y resolverlo, utilizando GeoGebra y conceptos matemáticos. Del concurso se describen algunas obras ganadoras de la edición 2021, que, a modo de ejemplo, permiten observar la diversidad de situaciones que son posibles de abordar y el surgimiento natural del proceso de modelización matemática. Los resultados encontrados en esa y en demás ediciones, motivan el diseño y la propuesta de implementación y análisis de un Recorrido de Estudio e Investigación en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico.

Palabras clave

FotoGebra, Funciones, GeoGebra, Teoría Antropológica de lo Didáctico, situación problema, fotografía.

Abstract

This paper presents a contest called FotoGebra that has been held internationally for several years. It proposes to the participants (high school students and teachers in training) to devise a problem that arises from a photograph taken by them and to solve it, using GeoGebra and mathematical concepts. Some of the winning works of the 2021 edition are described from the contest, which, by way of example, allow us to observe the diversity of situations that can be addressed. In addition, the natural emergence of the mathematical modeling process that in the GeoGebra environment allows solving the proposed problems. The results found in this and other editions motivate the design and proposal for the implementation and analysis of a Trajectories of Study and Research within the framework of the Anthropological Theory of the Didactics.

Keywords

FotoGebra, Functions, GeoGebra, Anthropological Theory of the Didactic, problem situation, photography.

1. Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de la matemática se enfrenta a múltiples problemas, entre ellos el de la supuesta aversión a la misma por parte, no solo de los estudiantes, sino de las personas en general. Esta problemática es reconocida y abordada por múltiples investigadores desde distintos campos con el objetivo de buscar soluciones.



Sociedad Canaria de Profesorado de Matemáticas

Luis Balbuena Castellano

Es importante tener en cuenta que el campo de investigación en la enseñanza y aprendizaje de la matemática es amplio y dinámico, por lo que existen muchos investigadores destacados que están contribuyendo constantemente con nuevas ideas y soluciones para mejorar la enseñanza de esta disciplina.

La percepción de que las matemáticas son aburridas e inútiles para muchos estudiantes puede deberse a varios factores. Para Chevallard (2017), este rechazo es causado por la separación de los contenidos matemáticos de su contexto y aplicación práctica, no está dado por una patología personal o innata, sino que es un síntoma que emerge en el estudiante forzado a enfrentarse con las matemáticas, que sólo se deben visitar, admirar, reverenciar, al igual que los demás tesoros “escolarizados” que cómo tales, no se pueden usar como algo cotidiano. Según el autor, la enseñanza de la matemática se reduce al estudio de un conjunto de “obras muertas” dotadas de sentido por sí y para sí mismas, y a los estudiantes sólo se les permite “visitar las obras” (los saberes), como se visita un monumento que no le es propio, fenómeno que Chevallard (2004) ha llamado monumentalización de saberes.

Tanto éste como otros fenómenos, por ejemplo, los diversos autismos (autismo temático del profesor, autismo disciplinar Chevallard (2001)) y autismo de la institución (Gascón, 2003), se circunscriben en la llamada pedagogía de inventariar los saberes, cuestión que afecta a todos los contenidos comunes del sistema educativo argentino.

Para contrarrestar este fenómeno varios investigadores han abordado la importancia de la motivación en la enseñanza de las matemáticas y han propuesto estrategias para promoverla. En relación a ello, existe una gran variedad de teorías sobre motivación humana y no es posible encontrar una definición unificada del término. Edward Deci y Richard Ryan ¹(1985), interpretan la motivación como un impulso para actuar, nacido unas veces del interior del individuo y, otras, generado por causas externas a él. Este impulso marca nuestro desarrollo personal y nuestra trayectoria académica (Botella y Ramos Ramos, 2019, p. 254). Dichos investigadores desarrollaron la teoría de la autodeterminación² (SDT). Esta teoría (Deci y Ryan, 1985, 2000; Niemiec, Ryan y Deci, 2010; Ryan y Deci, 2000b; Vansteenkiste, Niemiec, y Soenens, 2010) es una macro teoría que estudia la motivación, la emoción y la personalidad en contextos sociales. En ella se destaca la importancia de satisfacer las necesidades psicológicas básicas de autonomía, competencia y relación con los demás, para que los individuos se sientan intrínsecamente motivados. Encontramos varios autores entre ellos Botella y Ramos Ramos (2019) que han aplicado esta teoría al contexto de la enseñanza y han investigado cómo la autonomía y la sensación de competencia pueden aumentar la motivación de los estudiantes.

Ciertamente, motivar a los estudiantes en las clases de matemáticas puede ser un desafío muy grande, pero hay varias estrategias que los educadores pueden emplear para fomentarla. En esta línea, podemos mencionar la teoría del estado de flujo, desarrollada por Mihaly Csikszentmihalyi (2014), quien ha investigado respecto a cómo incide la motivación en las personas. Este define que el estado de flujo es una experiencia óptima de inmersión en una actividad que conduce a un mayor disfrute y rendimiento. Según esta teoría, el flujo se caracteriza por varios aspectos fundamentales, entre ellos el “equilibrio entre habilidades y desafíos”. El flujo ocurre cuando el nivel de habilidad de una persona se

¹ <https://drimify.com/es/recursos/edward-deci-richard-ryan/>

² https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_la_autodeterminaci%C3%B3n

equilibra con el nivel de desafío presentado por una tarea en particular. Si el desafío supera las habilidades, la persona puede sentirse ansiosa o estresada. Por otro lado, si las habilidades superan el desafío, puede generar aburrimiento o apatía. El estado de flujo se produce cuando hay una coincidencia adecuada entre habilidades y desafíos, es la conjunción de todas las condiciones para que un aprendizaje se dé óptimamente (Vitabar, 2021).

En este contexto, y con la intención de desterrar a las matemáticas como un conjunto de reglas y procedimientos abstractos, sin conexión con la realidad cotidiana y considerando la importancia de la motivación en la enseñanza de las mismas, es que una de las autoras de este trabajo crea un concurso en el año 2016, con tales objetivos. Este concurso se denomina FotoGebra (Rizzo, 2016 a; Rizzo, 2016 b; Rizzo, 2021), conjuga la fotografía y el software libre GeoGebra y su lema es: “Atrapa con tu foto un concepto matemático, si puedes...”. Este se generó a partir de unas actividades áulicas (Rizzo, 2016. c) que la creadora realizaba con sus estudiantes de un curso de matemática en el nivel secundario en la ciudad de Quilmes (Argentina).

La elección de GeoGebra (software de geometría dinámica) como herramienta a utilizar por los participantes del concurso se debe a sus múltiples virtudes, a saber: libre y multiplataforma, combina entre sí distintas vistas de gráficos, Geometría, Álgebra y Cálculo, de manera interactiva y conectada, posibilitando la interacción de diferentes formas de representación de objetos matemáticos, al mismo tiempo que facilita su visualización (Hohenwarter, 2014). Además, de los variados investigadores que lo ponderan. Entre ellos, Carrillo (2014) señala que es un software sencillo para comenzar a utilizarlo y además de las posibilidades que ofrece, hay que añadir sobre todo su continuo desarrollo, ofreciendo en cada nueva versión nuevas opciones, que hacen aumentar aún más su potencia y eficacia. Jiménez García y Jimenez Izquierdo (2017) mencionan que GeoGebra es un software potente para ser utilizado como estrategia en la enseñanza de las ciencias exactas, pues mejora la actividad central de las matemáticas en la resolución de problemas de manera considerable. Por otro lado, Barnbaum (2010), Munakata y Vaidya (2012), Meier, Hannula y Toivanen (2018), Rizzo, K, del Río L. y Manceñido, M. (2019), Rizzo, Del Río, Manceñido, Lavicza y Houghthon (2019), enfatizan que al trabajar con fotografía y GeoGebra, los estudiantes se sienten motivados, lo que permite aumentar el interés y la comprensión de los contenidos matemáticos (Ludwing, Jablonski, Caldeira y Moura, 2020).

Por lo mencionado, y con el objetivo de contribuir a la educación matemática se gesta la idea de diseñar e implementar un dispositivo didáctico que permita explorar qué y cómo sucede, en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), cuando se desarrolla en un curso de matemática en una escuela secundaria de Argentina con jóvenes de alrededor de 15 a 16 años, una propuesta adaptada del concurso FotoGebra.

A continuación, se describe brevemente el concurso FotoGebra. Luego a modo de ejemplo se muestran tres obras (una ganadora, y dos que obtuvieron menciones especiales) del año 2021 para ejemplificar el trabajo matemático y en GeoGebra, desarrollado por los participantes. Seguidamente se presentan algunos resultados de las evaluaciones de los jurados y de encuestas proporcionadas a los participantes al finalizar el mismo (relevantes a este trabajo). Finalmente se presenta la propuesta de un Recorrido de Estudio e Investigación, dispositivo didáctico en el marco de la TAD, generado a partir de FotoGebra.

2. ¿Qué es FotoGebra?

El concurso es creado por una de las autoras de este artículo, con la intención de despertar el interés en sus estudiantes hacia el estudio de la matemática, además de posibilitar la incorporación del



uso de tecnología, en particular del software GeoGebra, proponiendo a los mismos algunas tareas que combinaban su uso con una fotografía.

En el año 2016, se realiza la primera edición del concurso (junto a sus bases y reglamento) en el que participan estudiantes pertenecientes a dos instituciones educativas de Quilmes, Provincia de Buenos Aires (Argentina).

Años posteriores, se difunde y participan estudiantes de otras instituciones educativas de Argentina. En 2018, se amplía la convocatoria a estudiantes de otros países de Iberoamérica y ya desde el año 2020 se extiende la participación a personas de cualquier lugar del mundo.

La inscripción al concurso es gratuita, con sólo fines educativos, se realiza con una periodicidad anual y de forma ininterrumpida desde su comienzo. Los postulantes al concurso, de manera individual o en grupos de hasta tres personas, previo registro en el sitio web de GeoGebra, suben al sitio del concurso una hoja dinámica construida en ese programa, donde se aloja el trabajo a evaluar. El mismo consiste en la modelización matemática de una fotografía, utilizando el software GeoGebra, para dar respuesta a una situación problemática real creada por el participante.

Tal como se describe en la página web del concurso (<https://www.fotogebra.org/inicio>), el mismo está destinado a estudiantes de instituciones educativas, públicas o privadas, de educación secundaria (ES) y de Institutos de Formación Docente (sin restricción de nacionalidad o residencia). En la última edición se abre, además, una nueva categoría, destinada a toda persona que desee participar fuera de una institución educativa.

En función del año educativo del estudiante/participante, se inscribe en una de las cuatro categorías establecidas:

- Categoría 1: Alumnos 1o, 2o y 3o ES. (Escuela Secundaria media o el equivalente en el país a implementar- edades entre 12 a 14 años).
- Categoría 2: Alumnos 4o, 5o, 6o y 7o de ESS. (Escuela Secundaria Superior o equivalente en el país de implementación. 15 a 18 años).
- Categoría 3: Alumnos de 1o y 2o año de Formación Docente, Profesorados o Institución educativa equivalente (adultos).
- Categoría 4: Alumnos de 3o, 4o y 5o año de Formación Docente, Profesorados o institución educativa equivalente (adultos).
- Categoría 5: Libre (Nuevo!).

Estas bases (<https://www.fotogebra.org/bases-y-condiciones>) son además, publicadas en las redes sociales (<https://www.facebook.com/FotoGebra/>, <https://www.instagram.com/fotogebra/>, <https://www.youtube.com/c/FotoGebraRizzoK>, <https://www.geogebra.org/u/fotogebra>)

Las bases y convocatoria al concurso, se abren cada año, el 14 de marzo (día internacional de las matemáticas) y se cierra en el mes de noviembre del mismo año. Además durante ese periodo de tiempo se realizan diversas charlas informativas y talleres (<https://www.fotogebra.org/talleres>), tanto presenciales como virtuales, abocados al uso de GeoGebra, para estudiantes y docentes que deseen participar y conocer o profundizar en el uso de GeoGebra.

Finalizado el período de presentación de trabajos, se realiza una muestra virtual mediante la publicación de los mismos en el Facebook del concurso (<https://www.facebook.com/FotoGebra/>) y el

público en general puede votar por su obra favorita. La más elegida recibe una mención especial. Finalmente, durante el período de tiempo que dura la muestra, se convoca a varios especialistas en la temática de diversos países (<https://www.fotogebra.org/colaboradores>), que evalúan las obras presentadas y luego se anuncian los ganadores de la edición.

3. Séptima edición del concurso (2021): algunos ejemplos

A modo de ejemplo se describen tres de las obras presentadas en la categoría II de la edición del año 2021, de un total de 27 (visibles en <https://www.geogebra.org/m/pvyhrwgw>). Las tres obras seleccionadas obtuvieron la mejor puntuación otorgada por el jurado. Estas son: la ganadora de la categoría, “La farola inteligente”, que obtuvo el máximo puntaje, y las otras dos, son las que obtuvieron mención especial: “Lanzamiento parabólico de magma” (2º premio) y “Producción de tapabocas” (3º premio). Una síntesis con las obras ganadoras, se encuentra en el sitio web y en canal de YouTube: <https://youtu.be/-y-tINb-eVY>. Además, “La farola inteligente” fue la obra más votada en las redes, de la categoría II (<https://youtu.be/M2OWPziPnzU>).

Como se mencionó en el apartado anterior, los ganadores del concurso resultan de una evaluación, según la categoría a la que pertenecen. Las obras aquí mencionadas corresponden a la categoría II, estudiantes de Escuela Secundaria Superior o equivalente en el país de implementación, con una edad aproximada de entre 15 a 18 años.

Seleccionamos las ganadoras del año 2021 ya que corresponden a lo realizado por estudiantes de igual nivel educativo que los que participarán en el dispositivo didáctico que será una adaptación del concurso.

A fines de esta investigación mostraremos de cada obra participante (más en detalle la obra ganadora): los datos personales y de la institución a la cual pertenece, la fotografía seleccionada, la situación problemática, las modelizaciones matemáticas realizadas, las construcciones en GeoGebra y los contenidos matemáticos que permitieron dar respuesta a la situación que fue planteada. Es de destacar que, los participantes aceptan las bases y condiciones, que permiten entre otras cosas, realizar difusión de sus obras con fines educativos.

3.1. La farola inteligente

La situación planteada por el participante, Airam Falcón Marrero de 17 años, Colegio Arenas Atlántico, Las Palmas, España, Nivel Educativo: Bachillerato/Secundario, Categoría II, es la siguiente:

“Nos encontramos con una farola en la calle que tiene dos bombillas, que iluminan un área circular cuyo radio puede variar dependiendo de cómo se configure la farola. Cuando la farola se enciende, las bombillas, en caso de que el radio configurado sea lo bastante grande, iluminan un área en común. La pregunta es: ¿Cómo podemos saber el área iluminada por ambas bombillas a la vez?”

Para resolver, toma una fotografía, que el participante comenta que la realiza cuando camina acompañado de su madre por la playa de Melenara, en una avenida iluminada por farolas. Para lograr responder, necesita modelizar matemáticamente la farola y la proyección de la luz emitida por cada foco. Esto implica realizar las siguientes acciones en GeoGebra:

- Inserta la imagen en la Vista Gráfica 2D.



- Modeliza las farolas (poste, brazos y lámparas), para ello:
 - Coloca dos puntos sobre el eje de las abscisas que serán los centros de las circunferencias (en el piso) de las dos áreas que proyecta la luz que emite la farola.
 - Crea un deslizador para “acomodar” el radio de tales circunferencias.
 - Utiliza varios comandos: puntos, segmentos, rectas, arcos, cilindros, conos, esfera, rotación, vectores, superficies de revolución en Vista 3D. (Figura 2).
 - Usa el comando cono y para replicarlo rota ese cono y así modeliza el cono de luz (Figura 3)
 - Crea los botones “interruptor luces” y “reset radio”, a los que programa, para manipular la visibilidad de la luz (Figura 4).

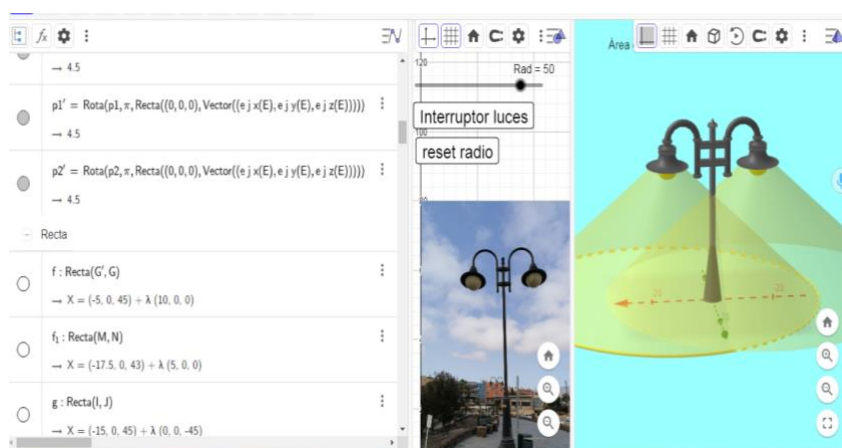


Figura 1. Participante: Airam Falcón Marrero. Nivel educativo: Bachillerato/ Secundario. 17 años. País: España. (2021). Playa de Melenara, en una avenida iluminada por farolas <https://www.geogebra.org/m/p3gnrhpg>

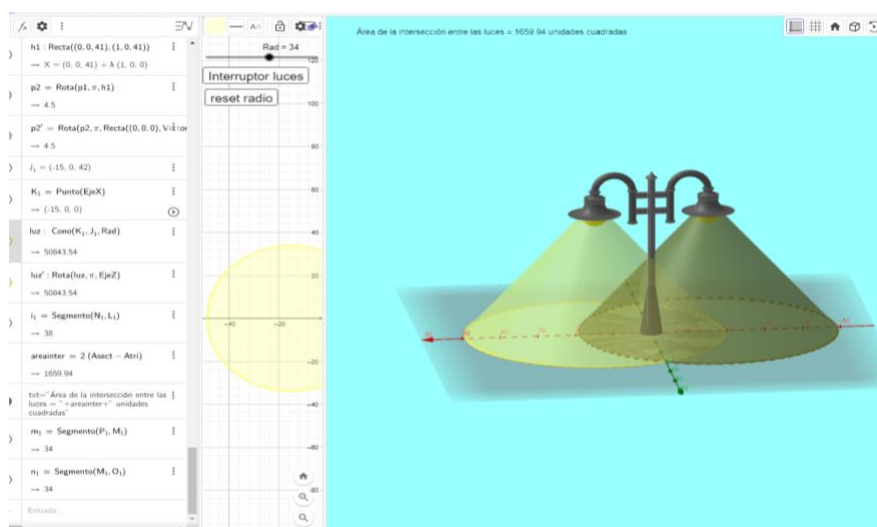


Figura 2: modelación matemática de la farola y cono de luz, en Vista 3D en GeoGebra.

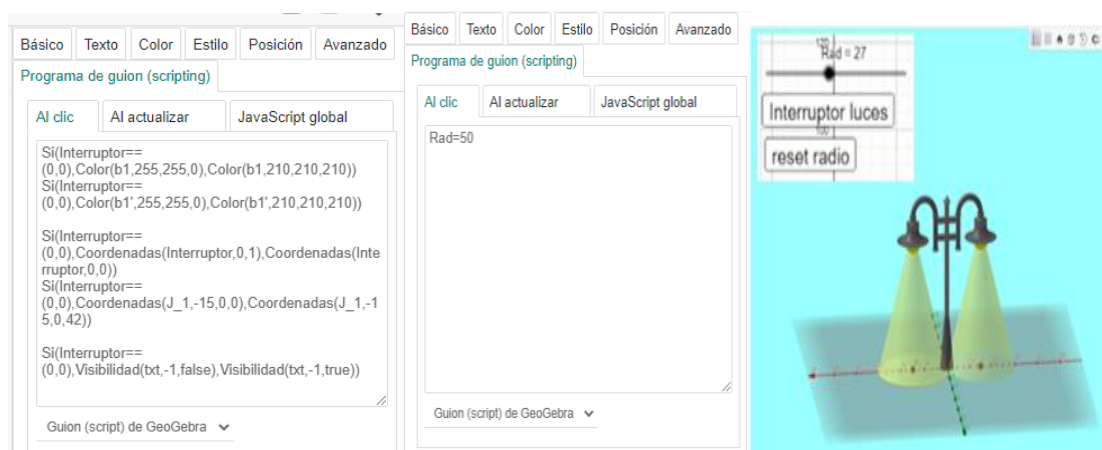


Figura 3: Creación de botones y programación de los mismos.

Finalmente, para responder a la pregunta inicialmente planteada (área intersección de dos círculos): construye un triángulo, calcula el área del mismo y le resta al área del sector circular. A éste valor, se lo multiplica por 2, para finalmente obtener el área de la intersección (Figura 5).

Al crear el polígono y el sector circular, pese a que GeoGebra automáticamente muestra el valor de las áreas mencionadas anteriormente, utiliza las fórmulas para verificar y evitar que se ralentice demasiado el programa.

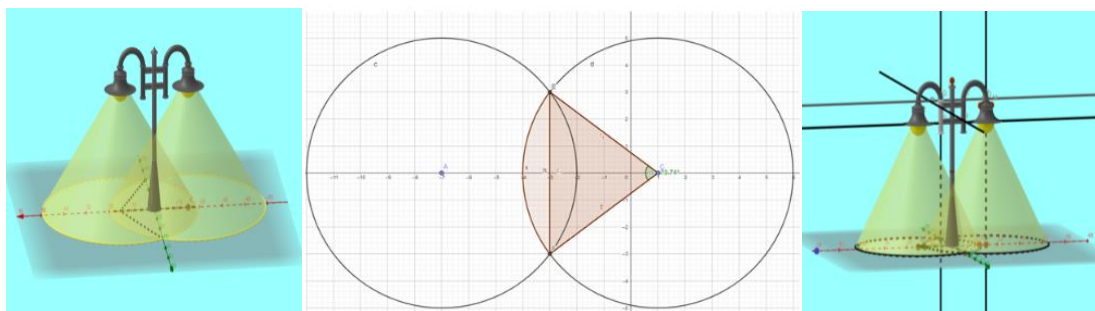


Figura 4: Cálculo del área intersección de dos círculos.

En el enlace <https://youtu.be/eiP45S0fh6w> el participante presenta un video donde relata la construcción en GeoGebra, actividad optativa propuesta en el concurso como relatos de “experiencias en primera persona”.

Como se observa, el estudiante utiliza conocimientos matemáticos relativos a la Geometría plana: punto, segmento entre dos puntos, circunferencia, círculo, elementos de tales figuras, Cálculo y Análisis Funcional: funciones vectoriales, sólidos de revolución. Además, *para modelar matemáticamente* identifica, describe y construye objetos matemáticos, luego calcula áreas de superficies, áreas de secciones circulares, distancias, intersección de curvas, rotaciones de segmentos, ángulos, sector circular. Para realizar varias de las tareas, utiliza de GeoGebra: Vista Algebraica, Vista Gráfica 2D, Vista 3D, y diversas herramientas o comandos: insertar imagen, deslizadores, Recta, Rota, Puntos, deslizadores, Plano en Vista 3D, entre otras.

Como se mencionó, esta obra fue ganadora en su categoría, obteniendo el máximo puntaje de la rúbrica presentada anteriormente. Además, los jurados evaluadores comentaron: “El trabajo en GeoGebra es muy bueno y el planteo de la solución también”, “Un buen trabajo”, “Muy bien desarrollada”, “Excelente, muy elaborado”, entre otras apreciaciones.

3.2. Lanzamiento parabólico de magma

En este caso las participantes Raquel Martín Domínguez y Marta Talavera Hernández, 16 años, residentes de la Isla Gran Canaria (España) estudiantes en la escuela “IES los Tarahales”, en el Nivel Educativo: Bachillerato/Secundario, preocupadas por la situación que vivían, proponen la siguiente situación problema:

“El volcán de la Palma lleva un mes activo, expulsando piroclastos (grandes rocas). La foto tomada muestra un instante en el que lanzó muchos piroclastos, sabiendo que la boca del volcán tiene una altura de 200 metros y un ancho de 600 metros. ¿Cuál fue la altura máxima que alcanzó la roca y cuál fue su recorrido? ¿Y qué recorrido realizó en horizontal?”

Para buscar respuesta a este problema:

- Toman una fotografía del volcán de La Palma, y la insertaron en la Vista Gráfica 2D de GeoGebra, utilizando como referencia a los ejes cartesianos, colocando el eje de las abscisas sobre el ancho del volcán y el eje de las ordenadas sobre el eje vertical
- Modelizan el recorrido de uno de los piroclastos, para ello consignan una serie de puntos (con la herramienta Punto) sobre el recorrido y seleccionando la herramienta de AjustePolinómico de segundo grado, obtienen la función cuadrática que los ajusta.
- Delimitan el dominio de tal función, para que modele el recorrido real, usando el comando de GeoGebra “Función”.
- Calculan la altura máxima que alcanzó la roca volcánica (piroclastos), buscando el extremo de la función, con el comando Extremo.
- Calculan la longitud de ese trozo de curva con el comando “longitud” de GeoGebra, que da la medida que recorre la roca.

La respuesta fue: “La altura máxima que alcanzó la roca fue de 525.25 metros. La longitud de la función fue de 628.42 metros. El recorrido que realizó fue de 222.82 metros” (Figura 5).

Problema: El volcán de la Palma lleva un mes activo, expulsando piroclastos (grandes rocas). La foto tomada muestra un instante en el que lanzó muchos piroclastos, sabiendo que la boca del volcán tiene una altura de 200 metros y un ancho de 600 metros

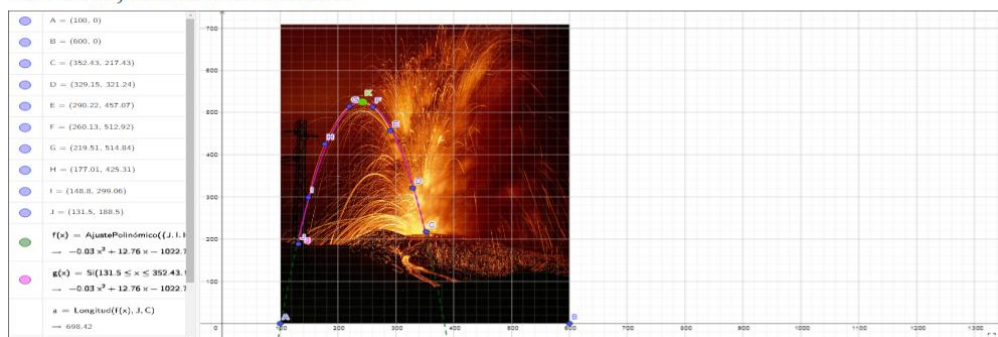


Figura 5. Raquel Martín Domínguez y Marta Talavera Hernández. Nivel Educativo: Bachillerato/Secundario. 16 años. País: España (2021). La fotografía fue tomada en la Palma (Islas Canarias), en medio del proceso eruptivo del volcán que afectó a la isla siendo un fenómeno inolvidable. <https://www.geogebra.org/m/etxkxyuj>

Estos participantes también realizaron un video donde relatan su construcción: https://youtu.be/1_iUqVfP9s4 alojado en “experiencias en primera persona” del sitio web del concurso.

En relación con al trabajo de las participantes, el jurado realizó una valoración positiva, mencionado: “El tema y el problema me resultaron interesantes”, “¡Muy buen trabajo!”, entre otros.

3.3. Producción de tapabocas

Los estudiantes Aquino Leyla, Cárdenas Blanca y Rastelli Mariano, de 17 años, que se encuentran cursando el último año del Nivel Educativo Secundario, en el Instituto Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, en Quilmes, Argentina, deciden tomar una fotografía al barbijo de su compañera.

Seguidamente, plantean la siguiente situación problemática:

“A un grupo de emprendedores le solicitaron un tipo en específico de tapabocas, para ello les enviaron una foto de cómo lo querían y las medidas. El problema que se presenta en esta situación es saber cuánta tela se necesita”.

Para saber cuánta tela se necesita, los estudiantes realizaron las siguientes acciones en GeoGebra:

- Insertan la fotografía del barbijo en la Vista Gráfica 2D.
- Modelizan el tapabocas colocando puntos a lo largo del contorno superior y utilizando el comando “AjustePolinómico”, obtuvieron la función que lo modela y, posteriormente repiten el mismo proceso para la parte inferior de mismo.
- Calculan el área del barbijo en unidades de GGB (26,6 u), usando el comando “Integral”, para ambas funciones obtenidas con antelación, y restando una integral de la otra.
- Calculan el área del barbijo en unidades de medida “reales” (cm.), convirtiendo las unidades del sistema cartesiano de referencia en la Vista Gráfica de GeoGebra mediante el cálculo de una proporción. Luego, sabiendo el valor de una unidad, calculan el área del barbijo en centímetros cuadrados y la cantidad de tela necesaria para hacer el barbijo del modelo (20,93cm²), dando la respuesta a su pregunta (Figura 6).

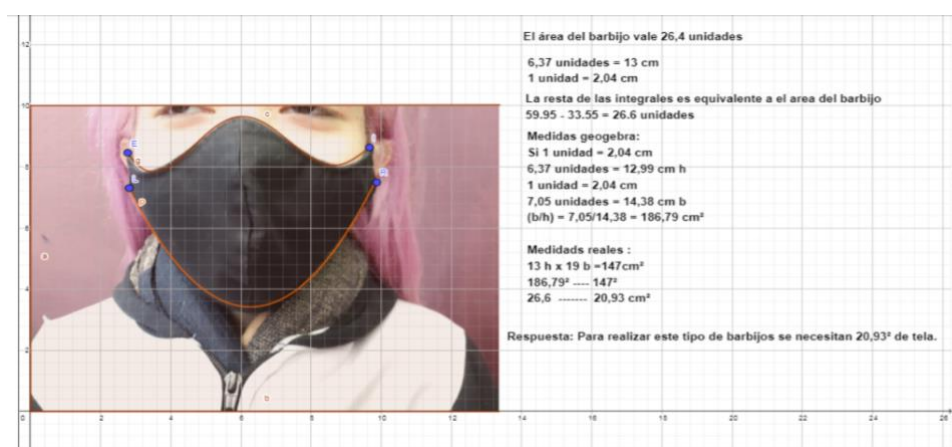


Figura 6. Aquino Leyla, Cárdenas Blanca y Rastelli Mariano. Nivel Educativo: Secundario .17 años. País: Argentina. (2021). La fotografía fue tomada en la ciudad de Quilmes, Argentina.
<https://www.geogebra.org/m/njvktxb>

4. Evaluación de las obras de FotoGebra

La evaluación consiste en una rúbrica (Figura 1) que contempla además del “diseño/presentación de la obra”, dos ítems a valorar en una escala de 1 (poco satisfactorio) a 3 (muy satisfactorio). Estos aspectos son: en relación a la “Fotografía”: estética, equilibrio compositivo, originalidad, dinamismo y encuadre fotográfico; en relación a la “Situación problemática”: creatividad, conocimiento matemático, manejo de GeoGebra. Por último, se valora libremente “Aspectos destacables”. Mencionar que, en las últimas ediciones, esta rúbrica se adaptó a un formato en Google Forms. Al finalizar el concurso, se les envía a los tutores y a los jóvenes participantes un cuestionario que indaga acerca de diversos aspectos vinculados a su participación en el concurso, para responder en forma voluntaria.

Calificar colocando **1, 2 o 3** en cada celda, considerando que 1=Poco satisfactorio; 2= Satisfactorio; 3=Muy satisfactorio

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diseño /Presentación de la obra														
Fotografía	Estética													
	Equilibrio compositivo													
	Originalidad													
	Dinamismo													
	Encuadre Fotográfico													
Situación problemática	Creatividad													
	Conocimiento /contenido matemático aplicados x2													
	Manejo de GeoGebra x2													
Total:														
Aspecto destacable/comentario al participante (mención a algún aspecto no considerado)														

Figura 7: Rúbrica de evaluación para las presentaciones al concurso FotoGebra.

A continuación, se muestran algunos resultados proporcionados por los evaluadores según la rúbrica mencionada.

En la Figura 8 se presentan los resultados de la valoración realizada por el jurado evaluador, en relación a las “Situaciones Problemáticas” presentadas en la Categoría II de la edición 2021. Los evaluadores asignaron la misma, según la rúbrica proporcionada con una escala del 1 al 3, donde un puntaje de 1 corresponde a “poco satisfactorio” y 3 “muy satisfactorio”.

Como se observa, los estudiantes desarrollan la creatividad de manera satisfactoria, tanto en el planteo como en la resolución de la situación problemática.

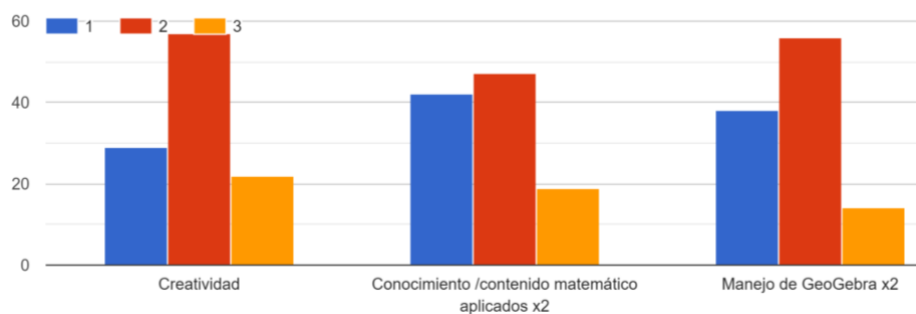


Figura 8. Valoración del jurado “Situaciones Problemáticas” Categoría II Edición 2021. Según rúbrica escala de 1 (poco satisfactorio) a 3 (muy satisfactorio).

Asimismo, considerando lo resaltado por el jurado en cuanto a la fotografía seleccionada (Figura 9) y por los resultados de las encuestas, se evidencia en los participantes el desarrollo de ciertas actitudes y habilidades no habituales en el aprendizaje de la matemática en el aula tradicional, como es: la motivación, el cuestionar, preguntar, trabajar en grupo, explorar, y promover las competencias digitales (Rizzo, 2019; Rizzo, Costa, 2020), entre otros.

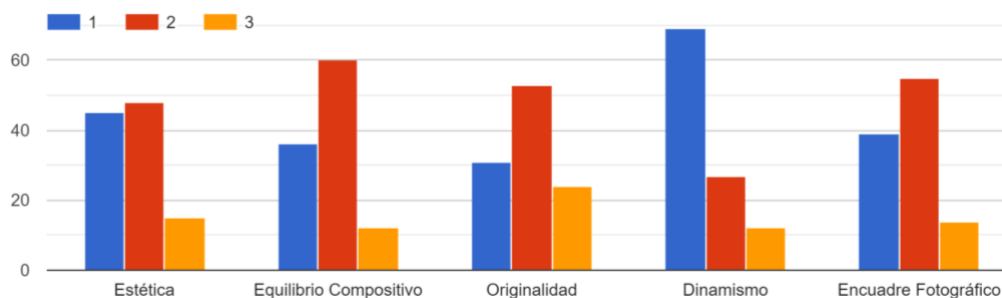


Figura 9. Valoración del jurado en “fotografía” Categoría II. Edición 2021. Según rúbrica escala de 1 (poco satisfactorio) a 3 (muy satisfactorio).

Además, como se mencionó, al finalizar el concurso los participantes y sus tutores responden voluntariamente un cuestionario anónimo acerca de algunos aspectos relativos al mismo. Esto brinda una mirada diferente de lo expuesto en las obras presentadas, en la que se pueden percibir además aspectos motivacionales de los participantes percibidos por ellos y sus tutores. A continuación se muestran algunas respuestas:

Una primera pregunta indaga en qué medida cada uno de los puntos mencionados, los ha motivado para aprender e investigar en matemática, pudiendo seleccionar entre “nada”, “poco” o “mucho”. Los resultados obtenidos en la edición del 2021 muestran en la Figura 10 (estudiantes de nivel secundario) y Figura 11 (estudiantes Formación Docente) una gran motivación para cada aspecto consultado.

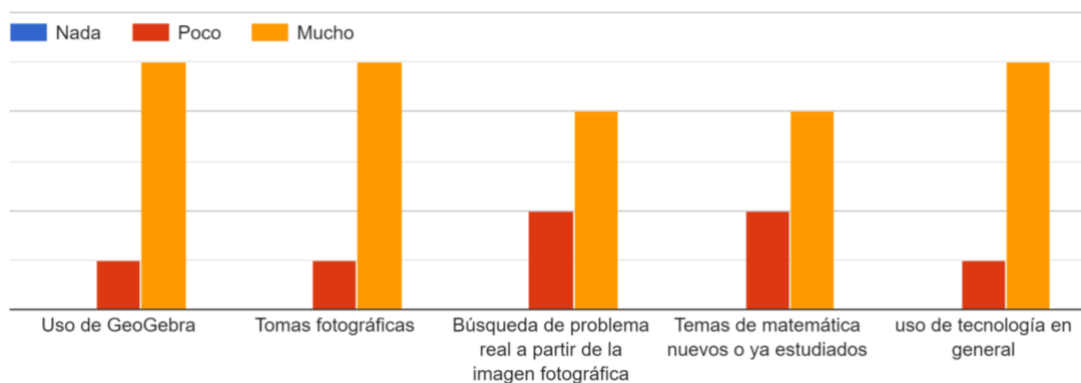


Figura 10. Cuestionario para Alumnos de Nivel Secundario. <https://forms.gle/Mc6kkYeEcZ3vMQJ66>

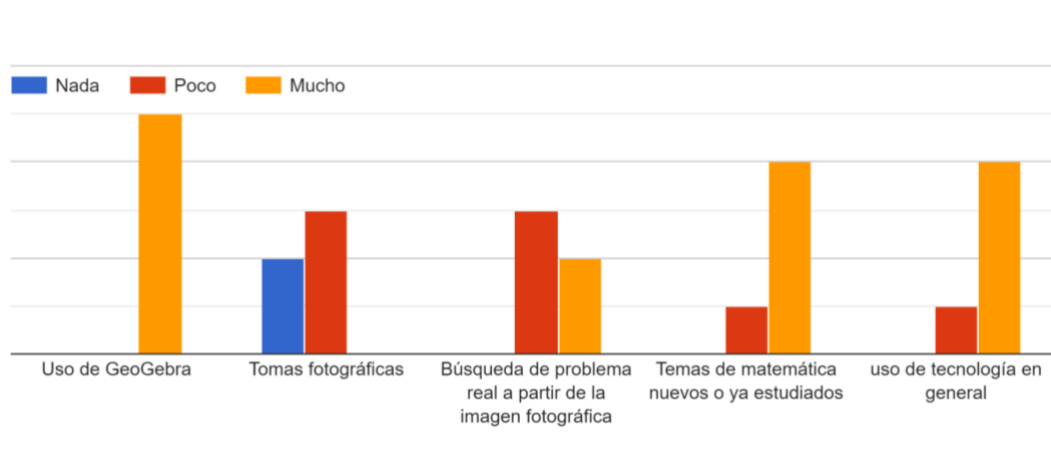


Figura 11. Cuestionario para Estudiantes de Formación Docente. <https://forms.gle/8y6kQRT2txUDRAcN8>

También se les solicitó a los tutores, que indiquen según lo que consideren de la observación y trabajo de sus estudiantes, en qué medida se vieron motivados a aprender e investigar. Nuevamente se advierte que gran parte del estudiantado se ha motivado, reforzando lo comentado por los participantes.

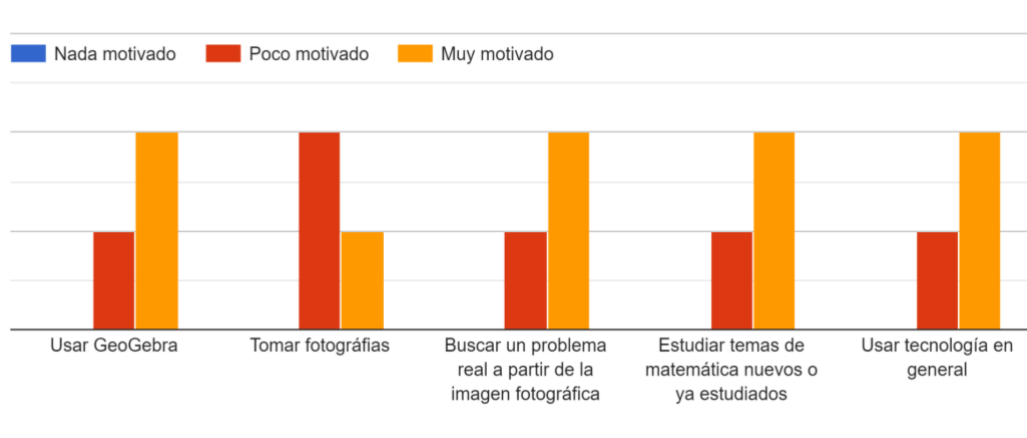


Figura 12. Cuestionario a Docentes tutores. <https://forms.gle/FkKN3fa8ETU3Mtoj8>

Otra de las cuestiones indagadas, refiere a la experiencia en su conjunto, donde el 100% de los estudiantes de formación docente indica que fue “muy buena”. Entre los aspectos que destacan, resaltan que “despertó la imaginación y creatividad” así como el aprendizaje del software (Figura 13).

Despertó la imaginación y creatividad. Pude pensar problemas matemáticos desde otro lugar, con un contexto y por ende tuvieron un sentido.

Aprendí a manejar mucho más geogebra y me sirve para aplicarlo en clases.

Me gustó mucho que el concurso sea con otros países y no sólo de Argentina. Aprendí muchísimo sobre geogebra. Y lo más lindo fue saber que el jurado no vota a participantes de su país, eso le da mucha más transparencia

principalmente porque aprendí a usar mucho mas el geogebra, y también porque me gustó mucho que sea internacional, que otros profes vieran los trabajos y los evaluaran, le da mucha transparencia y validez.

Figura 13. Cuestionario para Estudiantes de Formación Docente. “Participar en el concurso FotoGebra fue una experiencia”.

Algo similar, sucedió con los participantes de nivel secundario, resaltando que aprendieron más sobre cuestiones matemáticas (Figura 14), resultando, además, que el 100% indica que fue entre “buena (50%) y muy buena (50%) su experiencia.

Si, que me ayudo mucho en el campo real de los problemas y también con la tecnología que utilizamos.

Fue buena porque pude conocer un software nuevo, geogebra.

Muy buena porque aprendo más sobre la matemática y sabiendo que en la naturaleza se da a conocer formas geométricas que podemos sacar la geometría aritmética sumas restas multiplicaciones y esto también saca la circunferencia de una flor o también de un árbol que parece una pirámide me gustó mucho y es todo muy buena fotogebra porque ayuda también a conocer más de la matemática y la fotografía

Buena, porque así aprendemos más

La forma del uso de la tecnología en la educación y la creación de los sólidos

Hubo bastante competencia

Figura 14. Cuestionario para Estudiantes de Nivel Secundario. “Participar en el concurso FotoGebra fue una experiencia”

5. Propuesta de proyecto de indagación en el aula

Del concurso FotoGebra, presentado resumidamente en las secciones anteriores, y de los resultados que se han obtenido, ejemplificados con las tres obras elegidas, aunado a las valoraciones de los jurados junto a algunas respuestas de participantes y tutores, se propone investigar cómo y qué sucede cuando se implementa un Recorrido de Estudio e Investigación (REI), generado por FotoGebra, en un curso de matemática de quinto año de una escuela secundaria en Argentina.

Para ello se debe pensar su adaptación, diseño e implementación en el aula en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD). Esta teoría actual en didáctica de la matemática brinda un conjunto de constructos (dialécticas, noción de praxeología, niveles de codeterminación didáctica,

modelo praxeológico de referencia, actitudes de investigación, entre otros) que posibilitan analizar cada uno de los aspectos mencionados, desde el diseño hasta su evaluación.

Brevemente, mencionar que la TAD propone que para superar las consecuencias del monumentalismo y romper con el paradigma de visitar las obras (PVO), donde el papel de los estudiantes es simplemente el de contemplar obras impuestas por los docentes, siendo así solo espectadores, brinda un conjunto de instrumentos teóricos y dispositivos didácticos, donde las obras que se proponen para ser estudiadas, posibilitan un aprendizaje mediante indagación y los medios que se utilizan para construir las respuesta dan lugar a los “Recorrido de estudio e investigación” (REI) (Gascón y Nicolás, 2021). En los REI, las obras se presentan en forma de cuestiones abiertas, generadoras de cuestiones derivadas, lo que permite instalar en el aula el paradigma de la investigación y del cuestionamiento del mundo (PICM) y dar lugar a estudiar diversas Organizaciones Matemáticas (OM) según los saberes del estudiante y promover las actitudes necesarias para formar ciudadanos democráticos y críticos, que según Chevallard, son las de problematización, herbartiano, procognitivo, exotérico y enciclopedista ordinario (Chevallard 2012; Otero, Fanaro, Córlica, Llanos, Sureda, Parra, 2013).

Por ello nos preguntamos si esta actividad en formato de certamen, en el cual la participación es absolutamente voluntaria, sería una buena estrategia para estudiar contenidos matemáticos, en particular, funciones matemáticas y además desarrollar en los participantes las habilidades relacionadas con la creatividad e indagar respecto de cuáles actitudes propicia y cómo el software GeoGebra ayuda para adquirirlas.

Atendiendo a las problemáticas expuestas, se propone introducir la PICM, mediante la implementación de un REI, en un curso de 5º año de la escuela secundaria argentina, para el estudio de funciones matemáticas (polinómicas, racionales, exponenciales y logarítmicas) propuestas en el diseño curricular (Diseño Curricular para la Educación Secundaria: Marco General para el ciclo superior, 2010; Diseño Curricular para la Educación Secundaria 5º año. Matemática. Ciclo Superior, 2011).

5.1. Preguntas de investigación y objetivos

La investigación, propone lograr los siguientes objetivos.

Objetivos generales:

- Efectuar aportes a la educación matemática.
- Introducir en la escuela secundaria Argentina el paradigma de la investigación y del cuestionamiento del mundo (PICM).

Objetivos Específicos:

- Diseñar el dispositivo didáctico denominado “FotoGebra” en el marco de la TAD y analizar las OM relativas al concepto de función (construir el Modelo Praxeológico de Referencia) que podrían ser construidas por los estudiantes de 5º año del Instituto Nuestra Señora del Perpetuo Socorro.
- Identificar las actitudes de la PICM que los estudiantes experimentarán en el REI.
- Identificar las OM que se construyen o reconstruyen y qué utilidad les dan los estudiantes que experimentan el REI.

- Identificar las dialécticas que se evidencian en la experimentación del REI y analizar el funcionamiento de las mismas.
- Identificar las actitudes de la PICM manifestadas por los estudiantes que experimentan el REI.
- Explorar la incidencia del *media* GeoGebra en la construcción de las OM, en la manifestación de las actitudes de la PICM y en el funcionamiento de las dialécticas, durante el REI desarrollado.
- Explorar la vinculación entre las dialécticas y las actitudes identificadas de la PICM cuando se implementa el REI mencionado.

Las preguntas de investigación que guiarán la misma son:

- ¿Cuáles OM relativas a las funciones matemáticas pueden ser construidas o reconstruidas por los estudiantes de un 5º año del INSPS que experimentan el REI “FotoGebra”?
- ¿Cuáles actitudes de la PICM pondrían en juego los estudiantes al experimentar el REI “FotoGebra”?
- ¿Cuáles OM construyen o reconstruyen y qué utilidad les dan, los estudiantes del INSPS que experimentan el REI “FotoGebra”?
- ¿Cuáles son las actitudes de la PICM que manifiestan los estudiantes de 5º año del Instituto Nuestra Señora del Perpetuo Socorro que experimentan el REI “FotoGebra”?
- ¿Cuáles son las dialécticas que se evidencian en el desarrollo del REI?
- ¿Qué incidencia tiene el *media* GeoGebra en la construcción de las OM, en la manifestación de las actitudes de la PICM y en el funcionamiento de las dialécticas, durante el REI?
- ¿Existe vinculación entre las dialécticas y las actitudes identificadas de la PICM cuando se implementa el REI mencionado?

6. Reflexión final

El texto presenta un análisis de tres obras presentadas en la edición 2021 de un concurso de matemáticas llamado FotoGebra, donde los estudiantes participan voluntariamente para resolver situaciones problemáticas a partir de fotografías reales utilizando el software GeoGebra. Se destaca que los participantes muestran creatividad en el planteamiento y resolución de los problemas, así como el uso de herramientas matemáticas y estrategias de resolución no convencionales. Además, se menciona que los concursantes muestran actitudes poco habituales en el aprendizaje de las matemáticas, como la motivación, el cuestionamiento, el trabajo en grupo y la exploración. Estas actitudes, estimamos son fomentadas por el uso de GeoGebra ya que este sentir se refuerza mediante las respuestas de los participantes y los tutores en los cuestionarios realizados al finalizar el evento. Es por ello que se plantea la posibilidad de implementar el enfoque de investigación y cuestionamiento del mundo (PICM) a través del diseño e implementación de un Recorrido de Estudio e Investigación (REI) basado en dicho concurso. Este enfoque busca superar el papel pasivo tradicional de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas y promover la problematización y el cuestionamiento del mundo.

Se propone investigar cómo se desarrolla un Recorrido de Estudio e Investigación (REI) basado en el concurso FotoGebra, adaptado para el aula, en un curso de matemáticas de quinto año de una escuela secundaria en Argentina, y cómo puede contribuir al estudio de funciones matemáticas y al desarrollo de habilidades creativas y de investigación en los participantes. La propuesta se enfoca en promover el paradigma de la investigación y el cuestionamiento del mundo, para formar ciudadanos críticos y democráticos. En resumen, el escrito resalta la importancia del concurso FotoGebra como una estrategia motivadora y enriquecedora para el aprendizaje de las matemáticas, fomentando la creatividad, la investigación y el uso de herramientas tecnológicas. Propone modificar esta experiencia



a través de un REI en el aula, con el objetivo de estudiar funciones matemáticas y promover actitudes de indagación en los estudiantes.

Consideramos que los aportes de esta investigación tendrán un impacto de gran relevancia, abarcando tanto el ámbito educativo como el contexto social, ya que desafiarían la percepción de los saberes matemáticos como inútiles y permitirían el desarrollo de ciudadanos críticos y cuestionadores del mundo que los rodea. Los resultados obtenidos serán la base para generar estrategias educativas que fomenten en los jóvenes, actitudes de la PICM, con el objetivo de que tanto los ciudadanos actuales como los futuros se conviertan en individuos comprometidos con el modelo pedagógico herbartiano. Una vez concluido el proyecto, sería muy útil compartir el dispositivo didáctico desarrollado con otros docentes e investigadores, para que pueda ser implementado en diferentes niveles educativos. Dicho dispositivo se centraría en la reformulación de la pregunta generatriz, pero manteniendo la utilización de GeoGebra y fotografías, para que la misma propicie la construcción de diversas organizaciones matemáticas y/o de otras disciplinas. De esta manera, se fomentaría un enfoque más interactivo y aplicado de la enseñanza de las matemáticas, permitiendo a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos con situaciones reales y, al mismo tiempo, promoviendo el pensamiento crítico y la creatividad en el proceso de aprendizaje.

Bibliografía

- Barnbaum, B. (2010). *The art of photography: An approach to personal expression*. San Rafael, CA: Rockynook.
- Bragg, L. y Nicol, C. (2011). Seeing mathematics through a new lens: using photos in the mathematics classroom, *Australian Mathematics Teacher*, 67(3), 3-9.
- Bosch, M.; García, F.; Gascón, J. y Ruiz Higuera, L. (2006). La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico. *Revista Educación Matemática*, 18(2), 37-74.
- Botella Nicolás, A. M., & Ramos Ramos, P. (2019). La teoría de la autodeterminación: un marco motivacional para el aprendizaje basado en proyectos. *Contextos Educativos. Revista De Educación*, (24), 253–269. <https://doi.org/10.18172/con.3576>
- Carrillo, Agustín (2014). Matemáticas dinámicas con GeoGebra. En Veiga, Daniela Cecilia (Ed.), *ACTAS DE LA X CONFERENCIA ARGENTINA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA* (pp. 467-488). Buenos Aires, Argentina: SOAREM.
- Csikszentmihalyi, M. (2014). Juego y recompensas intrínsecas. En: *Flow y los Fundamentos de la Psicología Positiva*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_10
- Chevallard, Y. (2001). Aspectos problemáticos de la formación docente [en línea], XVI Jornadas del Seminario Interuniversitario de Investigación en Didáctica de las Matemáticas, Huesca. <http://www.ugr.es/local/jgodino/siidm.htm> 307
- Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. Journées de didactique comparée 2004 (Lyon, 3-4 mai 2004). http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=4
- Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. En L. Ruiz Higuera, A. Estepa y F. J. García (Eds.), *Sociedad, Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol. 7, Nº 1, 20-40 (2014)38. Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica (pp.705- 746). Universidad de Jaén. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/rubrique.php3?id_rubrique=8
- Chevallard, Y. (2012). Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement. Journal du séminaire TAD/IDD. <http://www.aixmrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/data/fdf/2011-2012/journal-tad-idd2011-2012-7.pdf>

- Chevallard, Y. (2017). ¿Por qué enseñar matemáticas en secundaria? Una pregunta vital para los tiempos que se avecinan. *La Gaceta de la RSME*, 20 (1), 159–169.
- Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior.
- Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Diseño Curricular para la Educación Secundaria: Marco General para el ciclo superior (2010). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación y Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/marco_general_ciclo%20superior.pdf
- Diseño Curricular para la Educación Secundaria 5o año: Matemática-Ciclo Superior (2011) Coordinado por Claudia Bracchi y Marina Paulozzo -1ra ed.- La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. https://abc.gob.ar/secundaria/dc_5
- Gascón Pérez, J. (2003). Efectos del "autismo temático" sobre el estudio de la Geometría en Secundaria I: desaparición escolar de la razón de ser de la geometría. *Suma*.
- Gascón, J., & Nicolás, P. (2021). Incidencia de los paradigmas didácticos sobre la investigación didáctica y la práctica docente. *Educación matemática*, 33(1), 7-40. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-80892021000100007&script=sci_arttext
- Hohenwarter, Markus (2014). Multiple representations and GeoGebra-based learning environments. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 39, pp. 11-18.
- Jiménez García, J. G., & Jiménez Izquierdo, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación Y Sociedad*, 4(7). [en línea] <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654>
- Ludwig, M., Jablonski, S., Caldeira, A. y Moura, A. (2020). Research on OutdoorSTEM Education in the digital Age. *Proceedings of the ROSETA Online Conference in June 2020*. https://www.researchgate.net/publication/342106298_Research_on_Outdoor_STEM_Education_in_the_digiTal_Age_Proceedings_of_the_ROSETA_Online_Conference_in_June_2020
- Meier, A., Hannula, M. y Toivanen, M. (2018). Mathematics and outdoor photography experience—exploration of an approach to mathematical education, based on the theory of Dewey’s aesthetics, *LUMAT. International Journal on Math, Science and Technology Education*, 8(2), 146-166.
- Munakata, M. y Vaidya, A. (2012). Encouraging creativity in mathematics and science through photography. *Teaching Mathematics and its Applications*, 31, 121-132.
- Niemiec, CH. P., Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2010). Self-determination theory and the relation of autonomy to self-regulatory processes and personality development. En R. H. Hoyle (Ed.), *Handbook of personality and self-regulation* (pp. 169-191). Malden, MA: Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9781444318111.ch8>
- Otero, M. R., Fanaro, M. A., Córca, A. R., Llanos, V. C., Sureda, P. y Parra, V. (2013). *La Teoría Antropológica de lo Didáctico en el aula de Matemática*. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Rizzo, K (2016.b). Concurso Matemática, Fotografía y GeoGebra: Una propuesta para mejorar la imagen de la matemática. *IBERCIENCIA Comunidad de educadores para la Cultura Científica*. https://www.researchgate.net/publication/353131964_Concurso-Matematica-Fotografia-y-GeoGebraUna-propuestapara-mejorar-la-imagen-de-la-matematica
- Rizzo, K. (2021). FotoGebra: un recurso educativo y creativo en tiempo de pandemia. *Cuadernos*, 20, 180-191.
- Rizzo, K. (2019). FotoGebra y competencias digitales: análisis de un caso. *Revista épsilon* [en línea], n°103. 35-44. https://thales.cica.es/epsilon/sites/thales.cica.es/epsilon/files/epsilon103_3.pdf
- Rizzo, K. y Costa, V. (2020). ¿Cuáles competencias digitales favorece desarrollar el concurso FotoGebra?, *X Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas 20, 21 y 22 de febrero de 2020*. PUCP Lima Perú. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/171568>



- Rizzo, K. (2016 a). Concurso Matemática, Fotografía y GeoGebra. En F. J. Córdoba Gómez, L. A. Ciro López, y J. C. Molina García (Eds.), Congreso Latinoamericano de GeoGebra “Las TIC al servicio de la innovación educativa” (161–164). Medellín, Colombia. https://www.ugc.edu.co/sede/bogota/documentos/investigaciones/panel/geogebra_2016.pdf
- Rizzo, K (2016 c). ¿Cómo promover estrategias de enseñanza de la matemática que logren atraer la atención de nuestros alumnos? Algunos indicios...IBERCIENCIA. Comunidad de Educadores para la Cultura Científica. [en línea] <http://formacionib.org/noticias/?Como-promover-estrategias-de-ensenanza-de-la-matematica-que-logren-atraer-la>
- Rizzo, K, del Río L. y Manceñido, M. (2019). Mirar las matemáticas a través del lente de una cámara. Bridges 2019. Universidad Johannes Kepler. Linz, Austria. <http://archive.bridgesmathart.org/2019/bridges2019-559.html>
- Rizzo, K, del Río L, Manceñido, M, Lavicza, Z., Houghton, A. (2019). Vincular la fotografía y las matemáticas con el uso de la tecnología. Revista Open Education Studies, v. 1, n. 1, p. 262–266
- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000b). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. Contemporary Educational Psychology, 25, 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Vansteenkiste, M., Niemiec, C. P. y Soenens, B. (2010). Self-determination theory: an historical overview, emerging trends, and future directions. En Karabenick, S. y Urdan, T. C. (Eds.), Advances in Motivation and Achievement, 16A: Decade Ahead (pp. 105-165). Bradford: Emerald Group Publishing Limited.
- Vitabar, F. (2021). ¿Vale la pena ludificar el aula de matemática? UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, [en línea],17(62). <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/369>

Karina Amalia Rizzo. Doctoranda en Enseñanza de las Ciencias, mención Matemática (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires). Licenciada en Educación (Universidad Nacional de San Martín). Profesora en Matemática (Instituto Superior de Formación Docente y Técnica N°24). Especialista Docente de Nivel Superior en Educación y TIC (Instituto Nacional de Formación Docente), Argentina. Profesora en institutos de nivel secundario, terciario (Formación Docente) y universitario (UTN). Colaborador en IMApEC -Investigación en Metodologías Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias- (UNLP). Integrante del Grupo I+D+i de Innovación y Tecnología para la Enseñanza (UTN FR), Instituto GeoGebra La Plata y de la Comunidad GeoGebra Latinoamericana. Directora y editora de la revista *Unión* (FISEM). Representante nacional del *CIAEM* en Argentina. Creadora y Organizadora del Concurso *FotoGebra*, desde 2016. El mismo ha recibido el premio Interfaces 2019, en la ciudad de Bs. As., Argentina, el premio Eduteka 2019, en la ciudad de Cali, Colombia y el premio UBA de contenidos educativos (1° premio blog individual universidad) 2022, Bs. As. Argentina. Correo: karinarizzo71@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9481-1477>

Viviana Angélica Costa. Doctora en Enseñanza de las Ciencias (mención matemática), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Magister en Simulación Numérica y Control, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Licenciada en Matemática, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Coordinadora de la UIDET Investigación en Metodologías Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Plata (UIDET IMApEC). Profesora Titular Dedicación Exclusiva, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Plata. Profesora Adjunta Dedicación Simple, Departamento de Turismo, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de la Plata. Integrante del Núcleo De Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT), Universidad Nacional del Centro, Argentina. Correo: vacosta@ing.unlp.edu.ar ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1782-5378>