

Funciones matemáticas en *La noche estrellada* de Van Gogh: una experiencia educativa innovadora

Mathematical functions in Van Gogh's *Starry night*: an innovative educational experience

 **Adrián Coronel Muñoz**
adrian.coronelmunoz@gmail.com
Universidad Tecnológica Empresarial de
Guayaquil, Ecuador

Recibido: 1 de junio de 2024

Aceptado: 1 de julio de 2024



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

RESUMEN

En la actualidad, el mayor reto en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es crear actividades educativas innovadoras que conecten con los intereses cognitivos y socioculturales de los estudiantes. Esta investigación tuvo como objetivo sistematizar una experiencia educativa innovadora del uso del *software* Desmos para la recreación de una obra digital artística con funciones matemáticas por parte de una estudiante cuencana, ganadora en la categoría Platino del concurso Infomatrix, desarrollado a nivel de Ecuador e Iberoamérica en 2024. La metodología, de enfoque cualitativo-descriptivo, utiliza la sistematización de experiencias para desarrollar el objetivo planteado obtenidas con la técnica del registro anecdótico y la entrevista abierta. Los resultados de la investigación develan que la disparidad otorgada socialmente entre arte-matemática puede deconstruirse y generar procesos de enseñanza y aprendizaje que potencien la agencia estudiantil, promuevan la creatividad y mejoren la comprensión de contenidos matemáticos. Se concluye que el arte y las matemáticas no son divergentes en totalidad, sino que se podría incursionar en su incorporación para trabajarla de forma interdisciplinar para generar un aprendizaje significativo, que estimule el pensamiento crítico, la mejora del razonamiento lógico-matemático, la percepción espacial, la resolución de problemas, entre otros.

Palabras clave: matemática, funciones matemáticas, arte, experiencia educativa, innovación

ABSTRACT

Currently, the main challenge of teaching-learning mathematics is to generate innovative pedagogical activities that respond to the cognitive, sociocultural, and other interests. This research aimed to systematize an innovative educational experience of the use of Desmos Software for the recreation of an artistic digital work with mathematical functions by a student from Cuenca, winner in the Platinum category of the Infomatrix contest, developed at the level of Ecuador and Latin America. The methodology, with a qualitative-descriptive approach, uses the systematization of experiences to develop the stated objective. In this process, the student participated, with the technique of anecdotal recording and open interview, with the instruments corresponding to anecdotal records. The results of the research reveal that the socially granted disparity between art-mathematics can be deconstructed and generate teaching and learning processes that enhance student agency, promote creativity and improve understanding of mathematical content. It is concluded that art and mathematics are not entirely divergent, but rather that they can be worked in an interdisciplinary way to generate significant learning, which stimulates critical thinking, the development of logical reasoning, problem solving, spatial perception, among others. others.

Keywords: mathematics, mathematical functions, art, educational experience, innovation



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de matemáticas presenta desafíos significativos, ya que muchos estudiantes encuentran dificultades al manejar y comprender los conceptos vinculados (Vargas *et al.*, 2020). Jiménez *et al.* (2020) destacan que el aprendizaje de esta asignatura tiene como objetivo provocar que los alumnos formulen y validen conjeturas, planteen preguntas, utilicen procedimientos propios y sean capaces de comunicar, analizar e interpretar sus ideas y métodos de resolución. Este enfoque subraya, al mismo tiempo, la importancia de desarrollar habilidades cognitivas y metacognitivas entre los estudiantes para lograr un aprendizaje activo y participativo donde la exploración y la reflexión juegan roles fundamentales en el proceso educativo. En este sentido, es primordial que los docentes desarrollen conocimientos y métodos de enseñanza innovadores para mejorar el proceso de aprendizaje.

Una de las vías para lograr tal fin es el uso de herramientas digitales como el uso de *softwares* para la enseñanza de funciones matemáticas, con las cuales es posible generar obras de arte digital. De esta forma, en paralelo, es posible estructurar un proceso interdisciplinario de enseñanza y aprendizaje.

En este marco, la presente investigación tiene como objetivo sistematizar una experiencia educativa innovadora del uso del *software* Desmos para la recreación de una obra digital artística con funciones matemáticas por parte de una estudiante cuencana, ganadora en la categoría Platino del concurso Infomatrix en 2024, desarrollado a nivel de Ecuador e Iberoamérica.

La importancia de las matemáticas y el arte para la vida

De inicio, Guaypatin *et al.* (2021) mencionan que “la matemática nace como una necesidad humana” (p. 107). Para Hernández y Hernández (2021), esta disciplina se originó como una ciencia teórica e independiente en los inicios de

la humanidad, alrededor del siglo V a.C. En ese entonces, se consideraba principalmente como un conjunto de reglas derivadas que relacionaban los números con la vida diaria. En este contexto, las matemáticas se destacan como una herramienta esencial para el desarrollo humano y son cruciales para alcanzar el éxito en todos los ámbitos socioeconómicos y culturales, dado que están presentes en la vida cotidiana de todas las personas.

En la mayoría de las actividades diarias, se emplean conocimientos matemáticos, ya sean básicos o avanzados, y es posible convivir o apreciar obras de arte en diversos niveles y formas, dependiendo del tipo de trabajo o tareas que se realicen. Muchas técnicas de resolución de problemas se han descubierto a través de discusiones matemáticas o mediante la aplicación de conceptos matemáticos a situaciones concretas (Campos, 2021). Andrade (2021) afirma que la matemática ha evolucionado hasta convertirse en una ciencia de la educación y, en el siglo XVIII, logró ser parte del currículo, hasta la actualidad, donde se puede desarrollar de forma interdisciplinaria con el arte.

La importancia de las matemáticas y el arte —como disciplinas académicas— es significativa, ya que se encuentran integradas en los planes de estudio y programas educativos en todos los niveles de escolaridad obligatoria en Ecuador, desde la Educación Inicial (Ministerio de Educación, 2014) hasta el Bachillerato (Ministerio de Educación, 2018). Aspectos fundamentales de la cognición humana —como la memoria, la percepción y las habilidades sensoriomotoras— se almacenan a través de procesos cerebrales. Aplicar estos aspectos en diversas situaciones requiere enfoques sistemáticos que incluyen el uso de las matemáticas como herramienta para desarrollar el pensamiento, el conocimiento y el razonamiento lógico-matemático, mejorando así la vida cotidiana de las personas (Ramírez y Olmos, 2020; Vélez y Rivadeneira, 2022).

Los estudios sobre la matemática en el ámbito educativo son de gran relevancia, porque buscan mejorar las percepciones de los estudiantes

hacia esta área de estudio (Prada *et al.*, 2021). La investigación en esta ciencia aplicada a la educación se basa en procesos de enseñanza que, a menudo, son verticales y jerárquicos; por ello, se buscan nuevas formas de enseñarla de manera transversal, creativa y adaptada a las necesidades individuales; similar al enfoque en el arte. Novo (2021) menciona que el proceso de cimentación del pensamiento lógico-matemático inicia con la capacidad de observar las características de los objetos, utilizando metodologías de enseñanza activas y promoviendo la interdisciplinariedad a través del arte.

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las funciones matemáticas

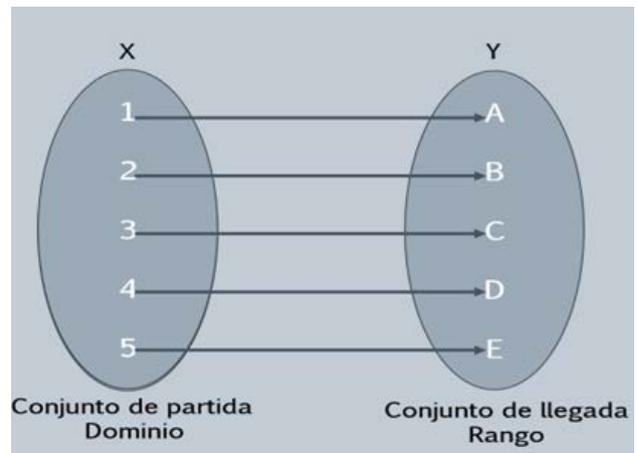
En el transcurso histórico de la enseñanza y aprendizaje, el objetivo principal de la educación ha sido brindar a los estudiantes las mejores oportunidades para que desarrollen su aprendizaje, adaptándose a cada nivel educativo en el que se encuentren (Villalpando *et al.*, 2020). Las matemáticas, una parte esencial de la cultura, son fundamentales para la vida cotidiana como para el desarrollo competitivo a nivel laboral. Por lo tanto, es crucial fortalecer las habilidades y conocimientos matemáticos para lograr un mejor dominio de esta disciplina (Campos, 2021; Guaypatin *et al.*, 2021).

En la actualidad, la enseñanza y el aprendizaje de esta asignatura es fundamental en todos los niveles educativos. Estos procesos permiten a los estudiantes desarrollar su capacidad de

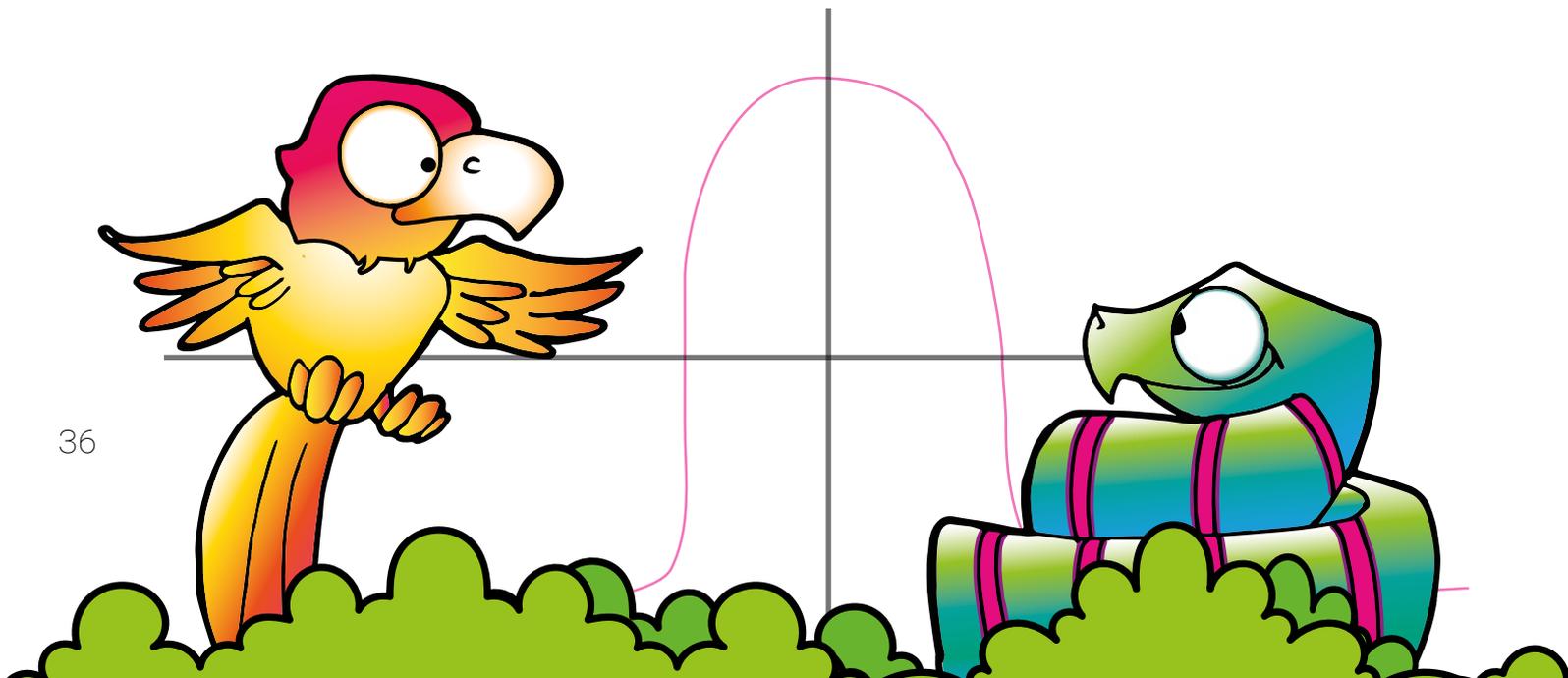
razonamiento, ser más autónomos, fomentar su creatividad y entender mejor el mundo que los rodea (Novo, 2013). En este contexto, surge la pregunta: ¿cómo la matemática ayuda a comprender el mundo real?

Para responder a esta incógnita, es importante entender que muchas situaciones cotidianas se rigen por funciones matemáticas. Según Saavedra (2020), una función es una correspondencia de valores que asigna a cada elemento de un conjunto —conocido como dominio— exactamente un elemento de otro conjunto llamado codominio o rango. Esto significa que, para cada entrada en el dominio, hay una única salida en el codominio como se puede visualizar en la Figura 1.

Figura 1. Ejemplo de representación gráfica de una función



Fuente: elaboración propia



La Figura 1 ilustra una representación visual de conjuntos y permite su representación con ecuaciones que describen varios tipos de funciones, como se muestra en la Tabla 1. Esta figura expone cómo los conjuntos pueden ser expresados de manera algebraica, facilitando la comprensión de las relaciones matemáticas subyacentes.

Asimismo, al analizar la Tabla 1 se observa que las funciones representadas mediante ecuaciones ofrecen una perspectiva adicional sobre las intersecciones y uniones de los conjuntos, enriqueciendo la interpretación y aplicación de estos conceptos en diferentes contextos matemáticos.

Tabla 1. Ejemplos de funciones

Nombre de la función	Ecuación matemática
Cuadrática	
Cúbica	
Trigonométrica	
Exponencial	
Logarítmica	

Fuente: elaboración propia

Muchos expertos en la enseñanza de esta disciplina han investigado y desarrollado varios métodos para entender y definir el conocimiento sobre las funciones matemáticas. Estos estudios buscan entender cómo se aprende, organiza y utiliza este conocimiento en diferentes entornos educativos. Espinoza *et al.* (2018) destacan que el uso de analogías en la enseñanza de funciones es una parte clave del conocimiento didáctico. Este método ayuda a los profesores a conectar diferentes conceptos durante el proceso de enseñanza, lo que facilita una comprensión más profunda de las funciones matemáticas.

Uso de tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de funciones matemáticas

La rápida evolución y renovación del conocimiento científico, resultado de una revolución científico-técnica sin precedentes, ha resaltado la importancia de reflexionar sobre el papel crucial de las ciencias exactas y las tecnologías en la resolución de problemas (Castillo y Gamboa, 2020). Por ello, es fundamental incorporar las nuevas tecnologías en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas para



los estudiantes, quienes hoy en día son considerados nativos digitales.

Fernández y Álvarez (2022) sostienen que muchos discentes consideran que las matemáticas son especialmente difíciles porque les cuesta entender y aplicar los conceptos. Sin embargo, el uso de herramientas digitales y *software* educativo puede ayudar a superar estos desafíos. Casal (2019) explica que estas tecnologías no solo proporcionan acceso a una gran cantidad de recursos educativos e información, sino que también fomentan una mejor interacción y colaboración entre los estudiantes y el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

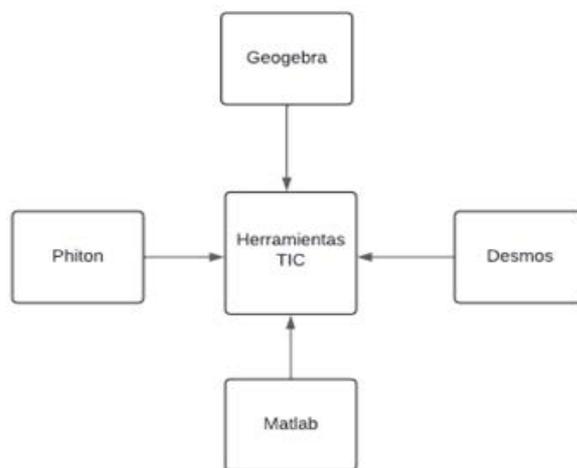
Las herramientas digitales utilizadas en la educación son las denominadas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); estas incluyen herramientas y recursos digitales que se emplean para almacenar, procesar, transmitir y difundir información (Andrés *et al.* 2020). En la asignatura de matemática, estas herramientas son cruciales para la enseñanza-aprendizaje, ya que transforman la forma en que se generan conocimientos significativos. Además, facilitan la búsqueda de información, la interacción con los conceptos presentados y la manipulación de manera directa, lo que tributa a la creación de nuevos conocimientos (Fernández y Álvarez, 2022).

George (2020) señala que los estudiantes utilizan diversos recursos digitales para repensar, reinterpretar y redirigir los conocimientos adquiridos durante las clases. Estos recursos permiten a los alumnos explorar los conceptos desde diferentes ángulos y aplicar lo aprendido de maneras innovadoras y creativas. En particular, cuando se trata de funciones matemáticas, el uso de las TIC es crucial ya que estas ofrecen herramientas gráficas que permiten a los estudiantes visualizar las funciones de manera dinámica e interactiva.

Real (2013) comenta que, hoy en día, en la enseñanza de matemáticas se emplea un conjunto de herramientas TIC diseñadas para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos complejos. Estas herramientas son

fundamentales para hacer más accesible el aprendizaje de temas que tradicionalmente son considerados difíciles; además propicia un entorno de aprendizaje más colaborativo y dinámico. En la Figura 2 se presentan algunas de estas herramientas:

Figura 2. *Softwares* para matemática



Fuente: elaboración propia

Esta investigación se centra en el *software* matemático Desmos. Basilio *et al.* (2023) mencionan que este programa es una calculadora gráfica de acceso libre, compatible con diversos sistemas operativos y dispositivos (móviles y fijos). Su mayor fortaleza radica en la gráfica de funciones, ya que permite observar el comportamiento en el plano cartesiano en función de los valores de X y Y. Rojas (2020) destaca la importancia del dibujo mediante el uso de la calculadora gráfica Desmos, ya que permite representar situaciones reales (funciones matemáticas) y comprender conceptos que, a menudo, son difíciles de entender solo con teoría o análisis.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de carácter cualitativo debido a que la información presentada

no se basa en datos numéricos estandarizados, sino que la información utilizada corresponde a experiencias, historias, documentos, entre otros (Creswell, 2017); en el caso de esta investigación, corresponde a una experiencia pedagógica. El paradigma al que corresponde es el sociocrítico, pues tiene la finalidad de generar procesos de reflexión crítica de los acontecimientos suscitados durante esta investigación (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Por otro lado, la sistematización de experiencias es una metodología que ayuda a reflexionar sobre las vivencias pasadas. Según Jara (2018), esta permite reinterpretar y aprender de nuevo a partir de nuestras experiencias. Durante este proceso, es crucial que todas las reflexiones sean objetivas y se aborden de manera crítica. Además, es esencial conectar la teoría con la práctica para construir un discurso argumentativo sólido sobre la experiencia educativa.

El método para esta investigación es el descriptivo, pues narra los acontecimientos de la experiencia (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Para la convergencia de la metodología y del método es necesario seguir los cinco pasos para la sistematización de experiencias propuestos por Jara (2018):

- **Punto de partida:** cuenta la experiencia con registros de lo vivido.
- **Formular un plan de sistematización:** precisa el objetivo de la sistematización de experiencias.
- **Recuperación del proceso vivido:** reconstruye, clasifica y ordena la información de la experiencia.
- **Reflexiones de fondo:** analiza, interpreta e identifica el aprendizaje desarrollado a partir de la experiencia.
- **Puntos de llegada:** se formulan las conclusiones a partir de la experiencia para comunicar lo aprendido de forma precisa, así como comunicar el aprendizaje adquirido.

Jara (2018) indica que la técnica de este tipo de investigación puede ser el registro anecdótico y la entrevista abierta, en donde se cuenta lo que ocurrió. El instrumento, por su parte, puede ser una memoria de eventos, fotografías, relatorías

de participantes, noticias, entre otros; todo ello, con la finalidad de demostrar lo sucedido de forma verosímil. La experiencia que se cuenta tuvo la participación de María Paz Parra, estudiante de 17 años de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa Sor Teresa Valsé y del investigador-autor, en calidad de docente de Matemática de la misma institución.

Esta investigación se basa, además, en el documento *Principios Éticos del Código de Conducta de la Asociación Americana de Psicología* (Universidad de Buenos Aires, 2010), en donde se plantean cinco aspectos: 1) beneficencia y no maleficencia, 2) fidelidad y responsabilidad, 3) integridad, 4) justicia y 5) respeto por los derechos y la dignidad de las personas.

Previo a la relatoría de esta experiencia, se contaron con los procedimientos éticos correspondientes, en los que se entregó el consentimiento a la representante de la estudiante y, de forma posterior, el asentimiento a la estudiante. En ambos casos se otorgaron permisos y el uso del nombre de la estudiante en esta investigación.

Para el levantamiento de la información de la experiencia se contó con registros fotográficos de reportajes noticiarios de prensa realizados a la estudiante, la relatoría de la experiencia por parte de la estudiante y el material gráfico de la experiencia. El análisis de la información se lleva a cabo de manera descriptiva, poniendo énfasis en la generación de reflexiones críticas sobre el proceso desarrollado a lo largo de la experiencia.

RESULTADOS

Los resultados de la investigación se sustentan en los cinco pasos detallados por Jara (2018); de esta forma, el punto de partida considera la participación de una estudiante en el concurso 2024 de Infomatrix. El objetivo que responde al punto dos —de los cinco pasos— de la sistematización de experiencias es determinar la importancia del uso del *software* Desmos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las funciones matemáticas.

La recuperación del proceso vivido se desarrolla en el subepígrafe “El proceso vivido: construir una obra de arte con funciones matemáticas y TIC”. El subepígrafe “Reflexiones de fondo: entre lo que se enseña y lo que se aprende” despliega un análisis, interpretación e identifica lo que se aprendió durante la experiencia. El epígrafe “Conclusiones y puntos de llegada” detalla las premisas finales del presente trabajo de investigación, el cual se fundamenta en la sistematización de experiencias.

El proceso vivido: una obra de arte digital creada con funciones matemáticas y TIC

Desde el año 2020, la calculadora DESMOS organiza un concurso mundial de arte digital matemático afirmando que:

Nos ha emocionado tanto ver la belleza y creatividad del arte que se ha estado produciendo con Desmos que hemos querido crear un espacio para que los estudiantes de todo el mundo se inscriban y ganen premios por su gran trabajo; así que, ¡organizamos nuestro primer Concurso Mundial

de Arte con Matemáticas! (Desmos, 2020, párr. 3)

Como docente de matemáticas de tercer año de Bachillerato en una Unidad Educativa Fiscomisional de la ciudad de Cuenca (provincia del Azuay, Ecuador), se informó a la estudiante María Paz Parra sobre este concurso. Se consideró a dicha alumna debido a su destacada labor como estudiante y como abanderada del pabellón nacional; además, porque ha demostrado un notable interés y dedicación en su desempeño académico, así como una capacidad para generar conocimientos de forma autónoma e independiente.

La estudiante, luego de entregarle la información del concurso, comenzó a trabajar en una propuesta artística y dibujó un paisaje en la calculadora gráfica del *software* Desmos. Durante sus jornadas de trabajo solicitó información. La principal retroalimentación se basó en la necesidad de incorporar funciones matemáticas complejas, ya que en la obra inicial utilizó funciones cuadráticas y una circunferencia (Figura 3). También se le sugirió emplear funciones trigonométricas para facilitar el trazado de líneas curvas más complejas.

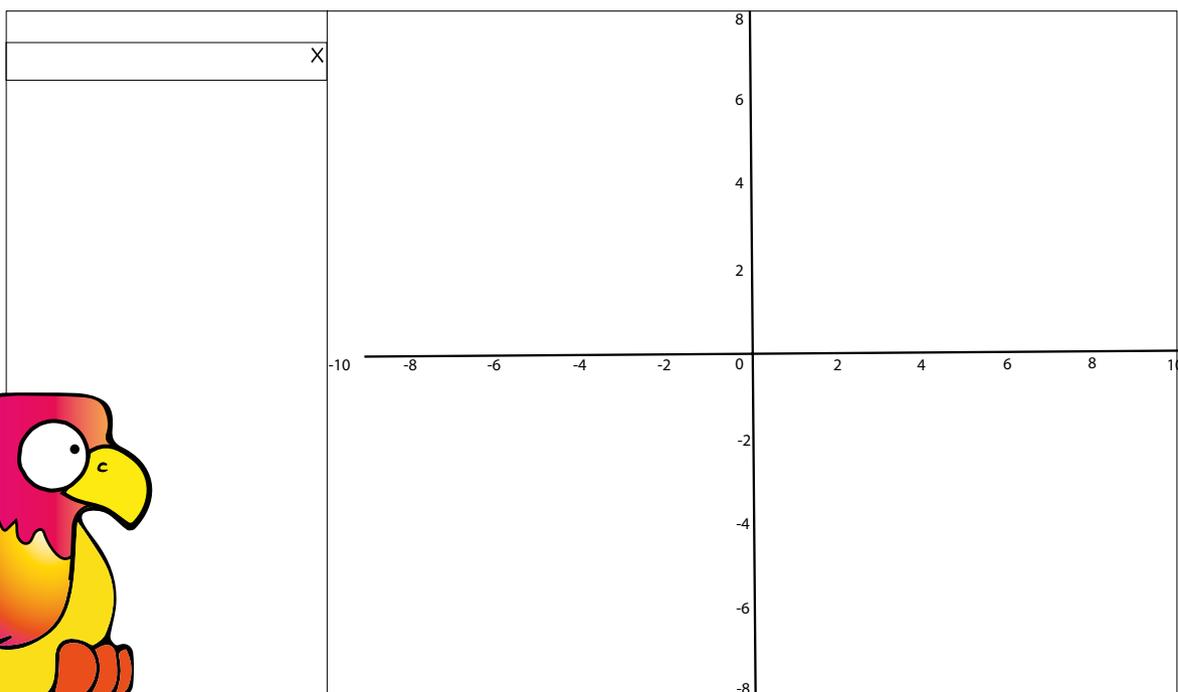
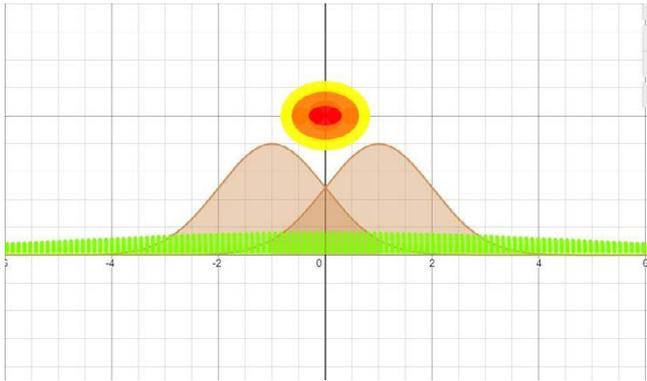


Figura 3. Obra inicial



Fuente: Parra (2023a)

Con las instrucciones, la estudiante determinó el producto final. Luego del acompañamiento y trabajo autónomo, realizado fuera de la jornada escolar, decidió replicar la icónica obra de arte *La noche estrellada* de Vincent Van Gogh. Al momento de realizar algunos trazos de la obra tuvo dificultades como el no recordar cómo desplazar las funciones utilizadas.

En tal contexto, se le recordó sobre la transformación de funciones, lo cual permite trasladar la función base hacia la derecha o izquierda o de arriba hacia abajo; así como se le indicó cómo modificar el dominio de una función. Luego de esto, la estudiante concluyó su obra artística digital final:

Figura 4. Obra *La fascinante replicación de “La Noche Estrellada” de Van Gogh en Desmos*



Fuente: Parra (2023b)

La obra final se realizó con 470 funciones matemáticas, entre lineales, cuadráticas, trigonométricas, elipses y circunferencias; además, realizó variaciones del dominio de cada una de ellas. Algunos ejemplos de las funciones desarrolladas son:

1. $T(x) = (\sin^2 x + 8.9)\{2 \leq x \leq 12\}$
2. $T(x) = (\sin^2 x + 10.4)\{-7.5 \leq x \leq 2\}$
3. $y = \frac{(x-4)^2 + 9.1}{e^1} + 10.5$
4. $y = \frac{(x-4)^2 + 7.4}{e^1}\{2.5 \leq x \leq 5\}$

El siete de enero de 2024, la estudiante envió su proyecto de arte matemático al concurso mundial Desmos. En febrero de 2024, se anunciaron los finalistas y la estudiante no logró clasificar. Sin embargo, mientras el concurso de Desmos se desarrolló, el catorce de enero de 2024, la Universidad Católica de Cuenca realizó la invitación para participar en el concurso Infomatrix-Ecuador.

Infomatrix Latinoamérica, desde el año 2007, organiza el Proyecto Multimedia, el cual está organizado por la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (Solacyt). Este concurso tiene el objetivo de “apoyar a los jóvenes en [sic] llevar sus proyectos escolares a un siguiente nivel, presentarlos a la comunidad y buscar su aplicación en el entorno social para ser entonces entes de cambio, innovación y emprendimiento” (Infomatrix, s.f.). El concurso representa un espacio donde estudiantes de todo el mundo usen ecuaciones, desigualdades y funciones matemáticas para crear imágenes artísticas.

El concurso se enfoca en estudiantes de 5 a 25 años. Una de sus categorías está relacionada con el arte digital. Por esta razón, debido a la similitud con el concurso Desmos, la estudiante también participó en esta convocatoria con la misma obra. Durante los primeros días de febrero, la estudiante se preparó para la defensa de su proyecto mediante la elaboración de una presentación con sustento teórico referido a la teoría de las matemáticas y a los conceptos de la matemática y funciones matemáticas.

A manera de ejercicio, se le solicitó realizar exposiciones de prueba frente a otros docentes

para recibir retroalimentación sobre su expresión verbal y corporal. El 22 de febrero la estudiante viajó a Quito para exponer su trabajo ante los jueces del concurso Infomatrix. La estudiante presentó su proyecto y el 24 de febrero de 2024 se anunciaron los ganadores del concurso.

La estudiante obtuvo la condecoración denominada Medalla Platino, la cual la acredita para participar en el concurso iberoamericano Infomatrix en Chile, para lo cual viajará en noviembre de 2024. Al respecto, la estudiante indica que:

(...) no me esperaba ganar porque cuando estaban presentando las obras de los demás, de arte digital, o sea había buenas obras, entonces yo dije: “Capaz no” porque eso, *La Noche Estrellada*, pero capaz sí porque es matemática y cuando fue el día de la premiación ya pasaron todo, hasta Oro y dije: “¡Ya, si no estaba en Oro ya qué voy a estar en Platino!”. Total, primerito ahí: “Arte digital, de la replicación de *La Noche Estrellada*, María Paz Parra”. Me quedé sin palabras, me puse a llorar (...), me quedé ida porque incluso tenía que pasar a recibir el premio y me quedé sentada y luego ya me mandaron. El que me acompañó se puso a gritarme: “¡Ganaste!, ¡ganaste!” y fue algo tan, no sé, mezclar emociones porque me daba felicidad, también orgullo. No sé. Hacia mí y hacia los que me ayudaron (...). Pasé a recibir el premio y fue ¡ay!... fue, no sé, algo inexplicable. (Parra M. P., Comunicación personal, mayo de 2024)

La destacada participación de María Paz Parra fue reconocida por medios de prensa. Por ejemplo, *El Mercurio* (Figura 5) publicó: “El trabajo de la cuencana llamó la atención del jurado de Infomatrix, el concurso en el que instituciones educativas de Ecuador y de Iberoamérica presentan sus proyectos estudiantiles relacionados con la ciencia y tecnología” (Mazza, 2024, párr. 2).

Figura 5. Noticia en el diario *El Mercurio* denominada “María Paz Parra, la cuencana que recreó *La noche estrellada* con matemáticas”



Fuente: Mazza (2024)

Reflexiones de fondo: entre lo que se enseña y lo que se aprende

Enseñar matemáticas a través de metodologías interdisciplinarias, que se consideran dispares, puede estimular la creatividad. El arte permite que el estudiantado pueda exponer su conocimiento de formas no convencionales, así como mejorar su creatividad y el pensamiento lateral (Amirante *et al.*, 2022; Aldon y Panero 2020; Calder *et al.*, 2018). Borko y Potari (2020) y Bozkurt (2016) señalan que enseñar y aprender matemáticas a través del arte mejora la comprensión de los conceptos matemáticos. Utilizar elementos visuales y prácticos posibilita, asimismo, aplicar lo aprendido de manera más efectiva, haciendo que los contenidos sean más accesibles y fáciles de entender. Esto se ve reflejado y reconocido por la estudiante Parra:

(...) quise demostrar la riqueza de la exploración interdisciplinaria entre el arte y la matemática. La capacidad del arte para comunicar, tanto los temas sociales, como en este caso para poder demostrar una obra muy reconocida, como es *La noche estrellada* de Vincent Van Gogh, pero de una forma distinta. (...). Demostré que la matemática también puede estar en cualquier disciplina; (...) capaz pensaba en el

arte y la matemática no se relacionan, pero incluso la matemática, como pudimos ver, puede o, como demostré, puede llegar a ser parte de comunicar algo porque si (...) el arte comunica, entonces matemática también llegaría a ser un arte. (Parra M. P., Comunicación personal, mayo de 2024)

Es necesario, en este sentido, reconocer que la interdisciplinariedad generada a partir de la integración de las matemáticas con el arte produce, enriquece y dinamiza el proceso de enseñanza-aprendizaje (Plakitsi y Barma, 2024). También mejora la estimulación del pensamiento crítico (Hernández *et al.*, 2021), el aprendizaje significativo (Coto, 2020), el desarrollo del razonamiento lógico (Angamarca Andrade *et al.*, 2023), la resolución de problemas y la percepción espacial (Rodríguez Fernández *et al.*, 2023), entre otros.

Los elementos descritos se han desarrollado y mencionado por la estudiante, pues indica que “quería (...) potenciar (...) mi pensamiento lógico e imaginación en la comprensión de estas dos disciplinas” (Parra M. P., Comunicación personal, mayo de 2024). Con esta obra de arte digital lo consiguió. De hecho, la experiencia de María Paz indica que el vínculo del arte con la matemática motiva al estudiantado para incluir el arte en un proceso atractivo e innovador (Rodríguez *et al.*, 2024) y, de esta forma, promocionar el interés hacia las matemáticas.

Incluso, este enfoque tributa a la autoexposición y revela los conocimientos culturales de cada estudiante. También promueve la agencia estudiantil, permite explorar las emociones durante el proceso creativo y ayuda a reconocer desafíos a través de la metacognición (Velázquez-Tejeda y Goñi Cruz, 2024). Al respecto, la estudiante indica que:

(...) al inicio fue todo estresante porque yo no conocía Desmos, no sabía de la existencia de eso, no. Solo sabía que ponía una expresión matemática y le va a dar una gráfica, pero nada más. (...). Este fue el reto: realizar una obra reconocida en Desmos,

pero que se asemeje lo más posible (...). Si es que Vicente Van Gogh estuviera vivo, ¿cómo demostraría su obra en esta época? Entonces (...) lo que no esperábamos de él, todo, no sé ¿algo más allá? entonces por eso elegí *La noche estrellada*; además de que es un pintor muy reconocido y sabía que esta obra iba a pegar en cualquier persona porque, por cultura general, la conocí (...). Cuando lo terminé, lo primero que hice: tomé captura y le mandé al profe Adrián Coronel para que vea cómo me salió la obra y luego publiqué en Instagram y todo porque, en serio, que me asombré bastante con el resultado porque no esperaba poder hacer; primero, no confiaba en que me iba a salir bien porque no sabía usar Desmos (...). No, no sabía si es que iba... o sea no me creía capaz de, pero me demostré a mí misma que soy capaz de eso y también de más si es que me propongo. (Parra M. P., Comunicación personal, mayo de 2024)

CONCLUSIONES

La experiencia educativa descrita demuestra que el arte y las matemáticas no son divergentes en totalidad, pues —a través del empleo de las TIC— se puede facilitar la comprensión de conceptos abstractos como las funciones matemáticas; además, es posible vincular la participación del estudiantado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El proceso formativo de la matemática puede ser enriquecido al aplicar proyectos que vinculen el arte, debido a que estos promueven la creatividad del estudiantado y, de forma interdisciplinar, pueden generar un aprendizaje significativo que estimule el pensamiento crítico, el desarrollo de la resolución de problemas, razonamiento lógico, la percepción espacial, entre otros.

La participación en concursos como Desmos Mundial o Infomatrix Ecuador no solo dio a los estudiantes la oportunidad de demostrar sus habilidades y saberes en la asignatura

de matemáticas, sino que también conlleva beneficios significativos para su desarrollo personal y académico como mejorar la creatividad y promover su agencia y participación activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Este tipo de concursos desafían a los participantes a aplicar sus habilidades matemáticas y tecnológicas, de forma que promueven la superación, metacognición, resiliencia y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y de comunicación. Estas habilidades son indispensables en el colegio y también en el entorno profesional y social; por tal, podrían permitir el desarrollo holístico del ser humano para todas las esferas de la vida cotidiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldon, G. y Panero, M. (2020). Can digital technology change the way mathematics skills are assessed? *ZDM Mathematics Education*, 52, 1333-1348. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01172-8>
- Amirante, A., Tortorelli, L. y Veronesi, I. (2022). Mathematics, literature and art: getting passionate about mathematics through. En *15th annual International Conference of Education, Research and Innovation*. IATED.
- Andrade, M. (2021). Una breve historia de la educación matemática. *Historia de la educación*, 2021, 40, 139-156. <http://hdl.handle.net/10366/148860>
- Andrés, M., Coronel, M., Di Rico, E., Luna, J. y Sessa, C. (2021). El papel de las representaciones en la pantalla de GeoGebra en el trabajo matemático del aula. Investigación colaborativa en torno a la enseñanza de funciones en la Escuela Secundaria. *Educación Matemática*, 33(3), 7-38. <https://doi.org/10.24844/em3303.01>
- Angamarca Andrade, E., Flores Urgilés, C., Flores Urgilés, C. y Pinos Castillo, L. (2023). Metodología STEAM como herramienta para mejorar el pensamiento lógico y matemático en estudiantes del séptimo año EGB de la UECIB "Suscal". *Pro Sciences. Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 7(49), 46-61. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vo-17iss49.2023pp46-61>
- Basilio, H., Núñez, M., Espinoza, A., Cárdenas, F. y Pariona, B. (2023). Desmos y gráfica de funciones en estudiantes de Ciencias Matemáticas e Informática. *Investigación y Educación*, 4(1), 27-39. <https://doi.org/10.26490/uncp.investigacionyEducacion.2023.4.1.1885>
- Borko, H. y Potari, D. (2020). *Teachers of mathematics working and learning in collaborative groups*. University of Lisbon.
- Bozkurt, G. (2016). *Teaching with technology: A multiple-case study of secondary teachers' practices of GeoGebra use in mathematics teaching* [Tesis doctoral no publicada]. University of Cambridge.
- Calder, N., Larkin, K. y Sinclair, N. (2018). *Using mobile technologies in the teaching and learning of mathematics*. Springer.
- Campos, O. (2021). La enseñanza de la matemática y su relación con otras ciencias. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 5(1), 127-134. <https://doi.org/10.46954/revistages.v5i1.80>
- Casal, D. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 1-19. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3202
- Castillo, Y. y Gamboa, M. (2020). Tratamiento didáctico interdisciplinario de las funciones matemáticas en la educación preuniversitaria. *Didáctica y Educación*, 9(3), 299-324. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/1007>
- Coto, M. (2020). Descubrimiento del estilo de aprendizaje dominante en estudiantes de Matemática Superior. *Revista Educación*, 44(1), 240-252. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/38571>
- Creswell, J. y Poth, C. (2017). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Desmos. (2020). *Presentamos el Concurso Mundial de Arte con Matemáticas de Desmos*. Desmos. <https://blog.desmos.com/articles/art-contest-launch-spanish/>
- Fernández, M. y Álvarez, I. (2022). Las TIC para enseñar ¿también en matemáticas? *Cuaderno de pedagogía universitaria*, 19(38), 109-119. <https://doi.org/10.29197/cpu.v19i38.466>
- George, C. (2020). Reducción de obstáculos de aprendizaje en matemáticas con el uso de las TIC. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, 1-16. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.697

- Guaypatin, O., Fauta, S., Gálvez, X. y Montaluis, D. (2021). La influencia de la matemática en el desarrollo del *pensamiento*. *Revista Boletín REDIPE*, 10(7), 106-112. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1352>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández, S., Acosta, W. y Marrón, B. (2021). Funciones matemáticas a través del enfoque ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática (CTIAM). *Números: revista de didáctica de las matemáticas*, (108), 161-177. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/funciones-matematicas-a-traves-del-enfoque-ciencia-tecnologia-ingenieria-arte-y-matematica-ctiam/>
- Hernández, V. y Hernández, R. (2021). Historia y didáctica de las matemáticas. En *Estudios en Homenaje a Emigdia Repetto Jiménez* (pp. 393-409). Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <http://hdl.handle.net/10553/112050>
- Infomatrix. (s.f.). *Concurso Latinoamericano de Proyectos Estudiantiles en Ciencia y Tecnología*. Infomatrix. <https://infomatrix.lat/wp-content/uploads/2023/12/QueEsInfomatrix.1.pdf>
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. CINDE. <http://hdl.handle.net/20.500.11907/2121>
- Jiménez, V., Garza, K., Méndez, C., Mendoza, J., Acevedo, J., Arredondo, L. y Quiroz, S. (2020). Motivación hacia las matemáticas de estudiantes de bachillerato de modalidad mixta y presencial. *Revista Educación*, 44(1), 1-13. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44060092014>
- Lanuz, E. (2020). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) integradas en estrategias didácticas innovadoras que faciliten procesos de enseñanza aprendizaje en la unidad de funciones de Matemática General, FAREM Estelí. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 36, 22-36. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i36.10609>
- Mazza, A. (28 de febrero de 2024). María Paz Parra, la cuencana que recreó La noche estrellada con matemáticas. *El Mercurio*. <https://www.elmercurio.com.ec/2024/02/28/noche-estrellada/>
- Ministerio de Educación. (2014). *Currículo de Educación Inicial*. s.e.
- Ministerio de Educación. (2018). *Currículo de Educación General Básica y Bachillerato*. s.e.
- Novo, M. (5 de julio de 2013). *Creciendo con las matemáticas*. [Ponencia]. XVI Jornadas de Aprendizaje Enseñanza de las Matemáticas, Palma de Mallorca, España.
- Novo, M. (2021). Matemáticas en el grado de educación infantil: la importancia del juego y los materiales manipulativos. *Educación Matemática en la Infancia*, 10(2), 28-50. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2021.28-50>
- Ortiz, A. (2021). Algunas ideas sobre la evolución del análisis matemático real. *Selecciones Matemáticas*, 8(1), 196-217. <http://dx.doi.org/10.17268/sel.mat.2021.01.17>
- Parra, M. P. (2023a). *Obra inicial*.
- Parra, M. P. (2023b). *La fascinante replicación de La noche estrellada de Van Gogh en Desmos*.
- Plakitsi, K. y Barma, S. (2024). *Sociocultural Approaches to STEM Education: An ISCAR International Collective Issue*. Springer.
- Prada, R., Hernández, C. y Avendaño, W. (2021). *Percepción de estudiantes sobre el desarrollo de aptitudes matemáticas en el aula y su relación con el desempeño académico*. Universidad Francisco de Paula Santander. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/1228>
- Ramírez, M. y Olmos, H. (2020). Cuantas cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. Fuentes cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y tecnología*, (2), 51-63. <http://www.naturalezaytecnologia.com/index.php/nyt/article/view/383>
- Ramírez, M. y Olmos, H. (2020). Cuantas cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. Fuentes cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y tecnología*, (2), 51-63. <http://www.naturalezaytecnologia.com/index.php/nyt/article/view/383>
- Real, M. (2013). Las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Materiales para el desarrollo curricular del tercero de ESO por competencias*, 8, 1-13. https://personal.us.es/suarez/ficheros/tic_matematicas.pdf
- Rodríguez Fernández, A., Castiñeira Vaeiga, G., Rodríguez Taboada, J. y Blanco, T. (2023). Conectando Arte y Matemática: Mosaicos con Geogebra. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo Entre As Ciências*, 12(02), 52-71. <https://doi.org/10.22481/rbba.v12i02.13839>
- Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. y Esquivel, I. (2024). Integración tecnológica e innovación educativa en carreras STEAM: análisis multidimensional de un caso. *InMediaciones de la Comunicación*, 19(1), 189-209. <https://doi.org/10.18861/ic.2024.19.1.3533>
- Rodríguez, M. (2021). Creencias, tensiones y desafíos de la enseñanza de la matemática

en los aborígenes venezolanos. *Revista Orinoco Pensamiento y Praxis*, 9(13), 17-43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7798565>

Rojas, E. (2020). La comprensión de conceptos fundamentales del cálculo mediante Desmos. Una intervención. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), 1-15. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.672>

Universidad de Buenos Aires. (2010). *Principios Éticos de los Psicólogos y Código de Conducta American Psychological Association (APA). Enmiendas 2010*. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.

Vargas, N., Niño, J. y Fernández, F. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revistas Boletín REDIPE*, 9(3), 167-180. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/943>

Velázquez-Tejeda, M. y Goñi Cruz, F. (2024). Modelo de estrategia metacognitiva para el desarrollo de la resolución de problemas matemáticos. *Páginas de Educación*, 17(1). <https://doi.org/10.22235/pe.v17i1.3313>

Vélez, A. y Rivadeneira, F. (2022). Las habilidades cognitivas en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa Fiscal Portoviejo del cantón Portoviejo. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 1169-1179. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2629>

Vera, L. y Yáñez M. (2021). La importancia de las TIC en la asignatura matemática. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 13(2), 37-48. <https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/569>

