

Las competencias matemáticas y el empleo de las tecnologías en estudiantes de bachillerato en México



Mathematical competences and the use of technologies in high school students in Mexico

Carlos Sánchez-Bracamontes, zupdeog@rcastellanos.cdmx.gob.mx

Instituto de Estudios Superiores de la Ciudad de México "Rosario Castellanos"

 <https://orcid.org/0000-0001-5447-3629>

Palabras clave

GeoGebra

Mobile-learning

Bachillerato

STEAM

Resumen: La necesidad de cambiar el paradigma de que el conocimiento matemático es inalcanzable y favorecer la idea de que este conocimiento es universal, no importando género, etnia, condición social y rendimiento académico, constituye un reto para los docentes que imparten esta disciplina. El hecho de no contar con las competencias necesarias para cursar la asignatura de matemáticas en bachillerato, genera en el estudiante dificultades en el aprendizaje de esta disciplina, de ahí la importancia de aplicar alternativas que favorezcan el avance académico y rompan con los enfoques tradicionalistas. La integración de las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas desde los niveles básicos constituye una vía para lograr elevar la calidad del proceso. Precisamente en este artículo se analizará, el uso de estrategias de enseñanza aprendizaje innovadoras como Mobile-learning y STEAM concatenadas con el software GeoGebra para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de bachillerato.

Keywords

GeoGebra

Mobile-learning

High School

STEAM

Abstract: The need to change the paradigm that mathematical knowledge is unreachable and to favour the idea that this knowledge is universal, regardless of gender, ethnicity, social status and academic performance, constitutes a challenge for teachers who impart this discipline. The fact of not having the necessary competences to take the subject of mathematics in high school, generates difficulties in the student's learning of this discipline, therefore the importance of applying alternatives that favour academic progress and break with traditionalist approaches. The integration of technologies in the mathematics teaching-learning process from the basic levels is a way to improve the quality of the process. Precisely in this article, the use of innovative teaching and learning strategies such as Mobile-learning and STEAM concatenated with GeoGebra software to develop mathematical competences in high school students will be analyzed.

Cómo citar:

Sánchez, C. (2023). Las competencias matemáticas y el empleo de las tecnologías en estudiantes de bachillerato en México. *Revista Varela*, 23(64), 24-37.

Recibido: septiembre de 2022, Aceptado: noviembre de 2022, Publicado: 1 de enero de 2023

INTRODUCCIÓN

El problema de la enseñanza aprendizaje de las matemáticas cobra importancia en los retos del nuevo milenio, ([Martínez y Uzuriaga, 2006](#)) precisan que una buena metodología conllevaría a que los estudiantes vean a la matemática como una ciencia esencial, prioritaria y clave en el desarrollo social, económico y político del país.

Para [Grisales \(2018\)](#) se requieren nuevas estrategias y tecnologías con el fin de generar motivación en los estudiantes sobre las matemáticas. La incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) como apoyo a los procesos de aprendizaje ha sido tardía, es frecuente aun el uso de las metodologías tradicionales: procesos mecánicos, descontextualizados y que no generan reflexión.

Al respecto, [Vega, et al. \(2015\)](#) discuten la idea sobre la metodología tradicional de aprendizaje, la cual no ofrece al estudiante experiencias que generen una real comprensión de los temas al no permitirse una interacción con el objeto de conocimiento. La tecnología permitirá establecer relación entre el estudiante y los objetos matemáticos, los cuales podrán ser tangibles y manipulables en lugar de abstractos e imperceptibles.

La incorporación de las TIC a la enseñanza de las matemáticas a nivel media superior puede además ayudar a solventar situaciones concretas. Permitir al estudiante utilizar recursos que favorezcan aprendizajes de su propio semestre así como lograr consolidar aprendizajes que no fueron comprendidos con claridad de semestres previos.

En la enseñanza de las matemáticas debe considerarse realizar una transición del enfoque tradicionalista hacia innovaciones que permitan romper paradigmas negativos sobre ellas, como lo mencionan ([Cantoral y Farfán, 2003](#)) el intenso proceso social de culturización científica nos ha ayudado a reconocer la necesidad de implementar modificaciones educativas en el campo particular de las matemáticas con base en diseños mejor adaptados a las prácticas escolares.

Las modificaciones propuestas realizadas por el Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México han sido poner en práctica estrategias metodológicas diferentes. Las cuales pretenden ayudar a los estudiantes a tener una asimilación de los contenidos por el uso de diferentes enfoques. Los estudiantes del Plantel 1 “El Rosario” presentan situaciones que complican su desarrollo en las asignaturas de Matemáticas.

Dentro de las principales dificultades, se encuentran la falta de competencias disciplinares básicas como formular y resolver problemas matemáticos, interpretación de tablas y gráficos y la argumentación de una solución mediante el lenguaje verbal matemático. Las competencias en la mayoría de la población estudiantil se encuentran no consolidadas contra una mínima proporción de estudiantes que logran tener una consolidación en ellas. Justamente acerca de estas cuestiones tratará el artículo que se presenta.

UN ACERCAMIENTO TEÓRICO AL TEMA

Una discusión vigente en torno a la enseñanza de la matemática es la relación que existe entre el aprendizaje de la matemática y el método que se debe utilizar, algo que desde la antigüedad (Sócrates al criticar la educación tradicional griega) y hasta siglos recientes (Siglo XX con la Educación Nueva) aún perdura ([Puga y Jaramillo, 2015](#)).

[Ávila \(2016\)](#) precisa que a nivel media superior entre los años de 1975-1990 los trabajos de investigación en educación matemática se orientaron a estudiar los procesos de construcción de ideas y conocimientos por parte de los estudiantes, mientras que en el periodo comprendido entre 1991-2000 se abocaron los estudios a examinar los niveles de conocimientos matemáticos que poseen los estudiantes, o a detectar y caracterizar las estrategias que utilizan para resolver los problemas. Asimismo, este autor considera que en siglo XXI que “ (...) en casi todas las investigaciones sobre procesos de construcción de conceptos propios de este nivel educativo estuvieron presentes las herramientas computacionales” (p.46).

La intervención realizada por ([Flores et al., 2020](#)) tiene como objetivo presentar los resultados de la aplicación de la clase invertida en un grupo de 90 estudiantes de la escuela preparatoria de primer semestre. Presentando un resultado contundente, el 92% de los estudiantes prefieren la clase invertida a clases tradicionales. Además de existir un incremento de aprobación en la asignatura. Lo que denota la necesidad de encontrar nuevas rutas de trabajo académico para propiciar interés e impacto en el nivel de comprensión.

Por su parte ([Cobos et al., 2020](#)) presenta un nuevo paradigma, el surgimiento de nuevas formas de aprendizaje moderno han logrado satisfacer las demandas de la educación tecnológica. Aun con este precedente, se sigue considerando a los teléfonos móviles como intrusos en el espacio físico de enseñanza aprendizaje. Pero también hay que enfocar las ventajas que posee el contar con saberes en línea en forma inmediata, promoviendo el escenario sincrónico y asincrónico.

([Yañez y Arias, 2018](#)) analizaron los retos asociados a la integración de los dispositivos móviles desde la perspectiva de la aceptación tecnológica en las actividades de aprendizaje, identificando aspectos clave. Los dispositivos son aceptados y considerados como útiles por los estudiantes, los conocimientos tecnológicos no representan un freno para ser aplicados como una herramienta educativa y la formación de usuarios así como soporte técnico no son aspectos clave para el desarrollo estratégico de proyectos mobile-learning (aprendizaje móvil).

Poder lograr una migración del enfoque conductista hacia el constructivista en la nueva educación del siglo XXI conlleva la necesidad de elementos innovadores. Muestra de ello es el modelo de revolución educativa STEAM por sus siglas en inglés para Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). Donde existe una formación horizontal entre el docente y el aprendiz, los conocimientos se realizan de manera conjunta ([Zambrano, 2017](#)).

El poder implementar la educación STEAM es un proceso gradual, la Red STEM de Arizona, la Fundación de Ciencia de Arizona y la Agencia de Servicios Educativos del Condado de Maricopa, proponen cuatro modelos: exploratorio, introductorio, inmersión parcial e inmersión total. El primero de ellos se cataloga como una actividad extra a la jornada académica. El segundo se cataloga como actividades dentro de la jornada académica pero independiente a las pruebas estandarizadas. El tercero se cataloga como actividades dentro del plan de estudios a desarrollarse en el periodo educativo. Finalmente, el cuarto se cataloga como la incorporación integral en el plan de estudio, siendo el eje de dirección principal. ([López et al., 2020](#)).

Utilizar un enfoque STEM en conjunto con metodologías de gamificación beneficia a los estudiantes, se presenta una mayor motivación e implicación en su propio aprendizaje, dando como resultado una mayor asimilación de los conceptos abstractos, debido a que son vistos en fenómenos observables ([Fuentes y González, 2019](#)).

El enseñar a los estudiantes a través del entorno que los rodea permite responder inquietudes como: ¿Para qué me sirve lo que vimos el día de hoy?, ¿En realidad puedo aplicarlo en otra situación?, ¿Siempre se realiza el mismo procedimiento?, por mencionar algunas. Cada una de ellas es la respuesta inmediata que presentan los estudiantes tras intentar de asimilar lo aprendido, pero ¿si, en lugar de asimilar pasamos a una apropiación?, habremos logrado una conexión con el entorno.

Ante tales desafíos se abre la propuesta de poner en práctica STEAM en el área de matemáticas a nivel bachillerato, la cual presenta un gran obstáculo, la falta de motivación debido a actitudes negativas, adquiridas por una mala adaptación entre la interacción del estudiante con su aprendizaje; recayendo la responsabilidad en la escuela y el docente sobre la planificación, desarrollo, evaluación y retroalimentación en el proceso de enseñanza ([García y García, 2020](#)).

METODOLOGÍA

[Schoenfeld \(2000\)](#), menciona la necesidad de replantear la idea de no ser un ente ajeno al proceso de investigación y participar directamente en él. Es pertinente estar en un primer plano de trabajo, Stenhouse en ([Abero et al., 2015](#)), estaba convencido de que los docentes podían hacer investigación educativa. Es necesario mencionar que no basta con detectar el problema que aqueja a nuestros estudiantes y proponer una posible solución sino ir de la mano con ellos en el proceso de mejora que impactará directamente en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

([Flores et al., 2020](#)) precisan que la metodología de investigación-acción se aplica en un proceso de cuatro etapas. La primera es el plan de acción, el cual a su vez se subdivide en foco de investigación, diagnóstico del problema e hipótesis. La segunda etapa es el desarrollo de la acción, propiamente la ejecución del cambio en la práctica profesional. La tercera etapa es la observación de la acción y finalmente la cuarta etapa es de reflexión, orientada a procesos de diálogo, comprensión y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

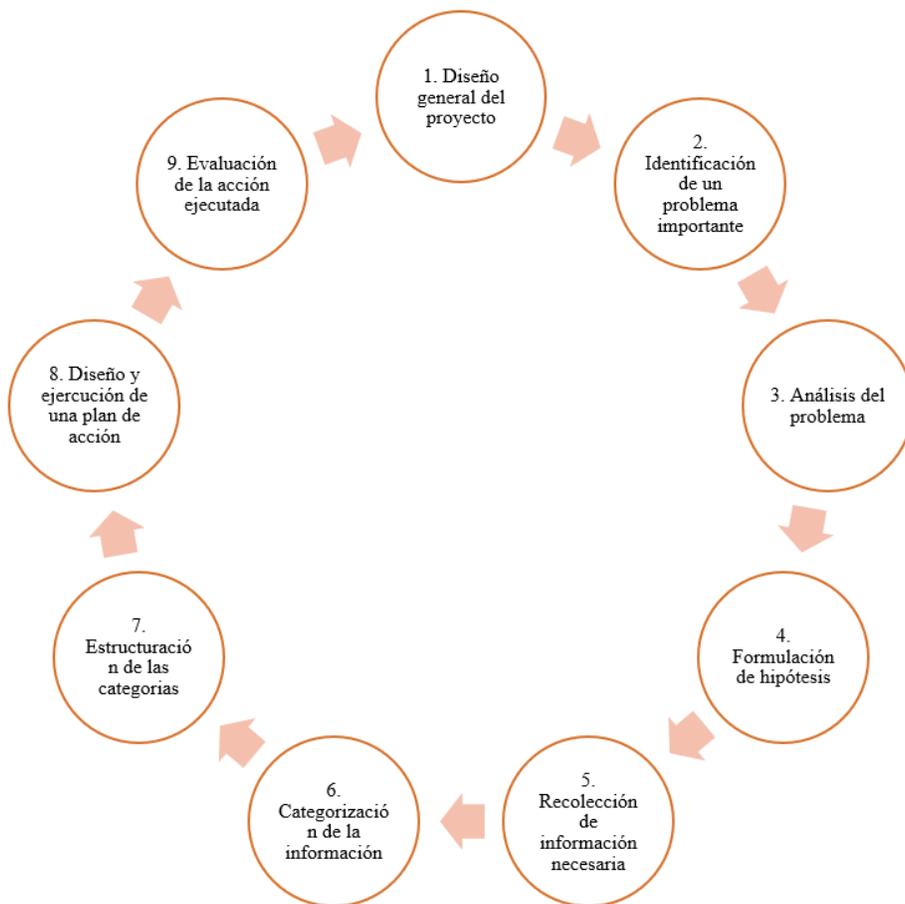
- a) Plan de acción
 - i. Foco de investigación
 - ii. Diagnóstico del problema
 - iii. Hipótesis
- b) Desarrollo de la acción
- c) Observación de la acción
- d) Reflexión

[Martínez \(2000\)](#), expresa los principios de la investigación-acción en el aula: método (investigación determinada por el objeto de estudio), problema (descubierto y estudiado por el docente a quien se le reconoce la capacidad para desarrollar su

propio conocimiento), investigación (convicción para lograr la investigación), postura exploratoria (conocer las cosas en toda su especificidad) y no distorsionar (no desmejorar la docencia actual con la eficiencia docente futura), como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Etapas del proceso de la investigación acción



a) Plan de acción - Diagnóstico de la situación

Dentro del Colegio de Bachilleres se llevó a cabo el diagnóstico de la situación, realizando encuestas a docentes (Enseñanza de las Matemáticas en Bachillerato) y estudiantes (Aprendizaje de las Matemáticas en Bachillerato), utilizando el instrumento propuesto por (Mejía et. al., 2017), así como el enfoque que realizaron sobre las creencias matemáticas de profesores, (Martínez-Sierra et al., 2019). Para generar una encuesta mixta electrónica, preguntas de opción múltiple y abierta, la cual fue enviada a través de Google Forms del 03 de noviembre al 10 de noviembre del 2021.

Con el objetivo de recabar información, identificar, reflexionar y actuar en busca de soluciones; sobre las creencias, las experiencias de trabajo académico con ciertas metodologías, uso de TIC, así como emociones que experimentan en los procesos de enseñanza aprendizaje

Logrando una respuesta de 4 docentes y 195 estudiantes del Plantel 1 “El Rosario”. Los primeros representaron el 26% de los profesores del turno vespertino, los segundos representaron el 10% de los estudiantes del tercer y quinto semestre del turno vespertino (Colegio de Bachilleres, 2017).

Un resumen del diagnóstico de la situación, precisa que los estudiantes conciben a las matemáticas como una ciencia que opera números. Aprender sobre ellas es llevar a cabo un mecanismo para adquirir habilidades y destrezas. El aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje procedimental son las estrategias más usadas por los docentes desde la perspectiva del estudiante.

El aprendizaje STEAM y móvil, se encuentran en un tercer y cuarto puesto, generando un área de oportunidad para un modelo binomio de acción. El 71% de los estudiantes tienen una respuesta “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” con respecto al uso de las TIC y las matemáticas.

Los profesores que fueron partícipes del diagnóstico tienen como punto de coincidencia, la formación ingenieril. La profesora con más años de servicio conoce y aplica la mayoría de las estrategias, conforme se disminuye el grado de experiencia en la academia de matemáticas se presenta un desconocimiento sobre las estrategias propuestas por el Colegio de Bachilleres pero no de manera directamente proporcional.

La metodología Basada en retos, Móvil y STEAM no la conoce el 25% de profesores encuestados, las restantes son conocidas pero no aplicadas. El 100% de los profesores está totalmente de acuerdo en que las tecnologías facilitan las actividades asociadas al proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas y el 75% supone que las tecnologías potencian un aprendizaje activo, participativo y creativo.

b) Desarrollo de la acción

El primer acercamiento que se realizó a la comunidad académica, a través del diagnóstico de la situación, permitió trazar una ruta de trabajo, a llevarse a cabo en el Semestre 2022, comprendido entre el 21 de febrero de 2022 al 01 de julio de 2022, con la intervención del binomio de acción: mobile-learning (a través del uso de la aplicación GeoGebra) y enfoque STEAM en 4 fases:

- i. Fase 1. Clases sin intervención, utilizando la estrategia procedimental para trabajar el primer parcial del semestre.
- ii. Fase 2. Clases con intervención en tres momentos del segundo parcial del semestre. Momento 1. Introducción en el uso de GeoGebra. Momento 2. Manejo de la aplicación en temas específicos como: Funciones Racionales y Asíntotas dentro de un contexto aplicativo. Momento 3. Utilización del binomio para la resolución de tareas y examen.
- iii. Fase 3. Clases con intervención en el tercer parcial siempre y cuando se pueda desarrollar la Fase 2 por completo. En el caso contrario será necesario volver a ejecutarla haciendo modificaciones para que se logre por completo.
- iv. Fase 4. Reflexión sobre las posibles rutas a llevarse a cabo; sin cambio de inicio a fin, con modificaciones parciales de inicio a fin, con modificación total de inicio a fin y la no ejecución de la ruta.

c) Observación de la acción

Se llevará a cabo la clase de Matemáticas IV usando la estrategia de enseñanza-aprendizaje mobile-learning y STEAM, cada sesión se elegirá aleatoriamente a cuatro estudiantes para que describan su grado de entendimiento, agrado y aprobación con la actividad a través de audio con duración máxima de 3 minutos. Durante las sesiones se recopilarán fotografías (al inicio, durante y al final del proyecto), las cuales nunca incluirán los rostros de los participantes o cualquier otro aspecto de carácter privado.

Las notas de campo ayudarán a llevar un registro de singularidades que puedan presentarse y que generen un cambio en pro o en contra del desarrollo de la ruta de acción. Así como también una encuesta de opción múltiple al término de la Fase 2 y Fase 3, la cual tendrá por objetivo saber el sentir de los estudiantes y si hasta el momento no se presenta una desmejora académica con la nueva propuesta ejecutada, como argumenta. (Martínez, 2000). Finalmente se realizará un grupo focal y entrevistas semiestructuradas como parte de la reflexión en la Fase 4.

d) Reflexión de la acción

Los criterios a evaluar será la transición entre las competencias disciplinares: construir e interpretar, formular y resolver, argumentar, analizar e interpretar, de manera grupal o individualizada. Lo cual conllevará a reflejar una disminución en el porcentaje de reprobados y ausentes y un aumento en el porcentaje de acreditados. Los porcentajes históricos base para cada asignatura están mostrados en la Tabla 1. Se pretende una reducción del 50% o superior en los estudiantes reprobados y ausentes, impactando de manera directa en el aumento de los aprobados.

Tabla 1. Porcentajes históricos

	Aprobados	Reprobados	Ausentes
Matemáticas IV	69%	11%	20%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos se presentan en dos apartados, el primero de ellos, del tipo cuantitativo, permite mostrar el grado de admisión del binomio de acción por parte de los estudiantes y el segundo, cualitativo, donde serán observables las

singularidades que se lograron con la intervención. El grupo a conveniencia tuvo inscrito a 40 estudiantes, dentro del Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México, Plantel 1 “El Rosario” identificado por el número 452 de Matemáticas IV.

Un 10% de los estudiantes totales no lograron presentarse al curso, por lo que son llamados estudiantes ausentes, identificados con “W”, como se expresa en el Artículo 45 del Reglamento General de Inscripciones, Reinscripciones y Evaluación del Aprendizaje (Colegio de Bachilleres, 2019). El 90% restante además de poder ingresar al curso, aceptaron participar en el estudio desarrollado, con la firma individual de consentimiento informado. Se realizó una encuesta de 5 preguntas de opción múltiple, tras finalizar el Segundo Examen Parcial, el 20 de mayo de 2022, Fase 2 del Desarrollo de la acción.

a) Cuantitativo

La primera pregunta abordó el nivel de contacto que se tenía con la aplicación. La segunda pregunta permitió ponderar sobre la facilidad e intuición de la aplicación. La tercera abordó sobre la pertinencia de seguir usando GeoGebra. La cuarta pregunta, sobre la facilidad de aplicación del software. Finalmente si el enfoque STEAM le permitió comprender el uso de funciones matemáticas.

b) Cualitativo

Dentro de las singularidades que se registraron tras la intervención, destacan 3 principales: la *reducción del tiempo* para lograr realizar la gráfica de una función, la posibilidad de *ir más allá de los aprendizajes esperados* y el *aprovechamiento eficiente de la aplicación* para desarrollar las tareas asignadas o la resolución del propio examen parcial

Para la Fase 3, se realizó un cuestionario final, dividido en dos secciones. La primera exploró la creencia de la consolidación de competencias matemáticas. Posteriormente se realizaron cuatro preguntas de opción múltiple, sobre la competencia lograda tras llevarse a cabo el binomio de acción ejecutado durante el semestre. En la Fase 4 se recopilaron siete entrevistas semiestructuradas por el término del curso de Matemáticas IV. Así como Focus Group dividido en tres componentes: “Matemáticas”, “Clases” e “Intervención”

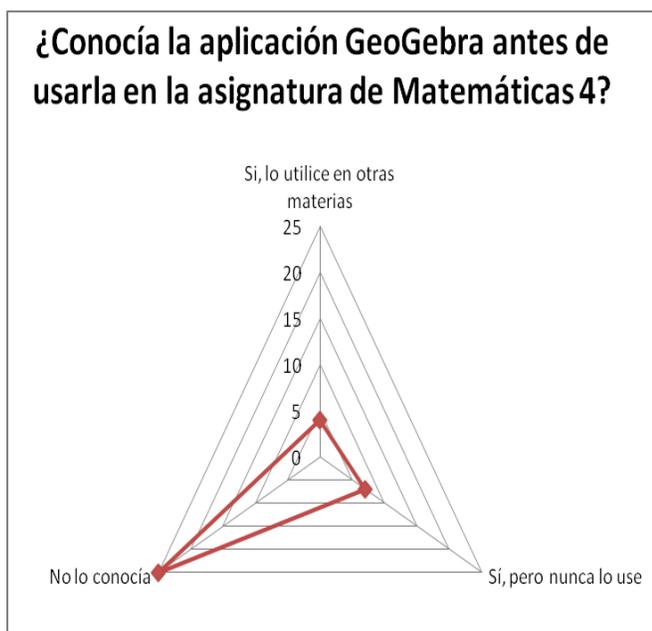
DISCUSIÓN

a) Fase 2. Desarrollo de la acción

La pregunta uno permitió saber si conocían la “Calculadora Gráfica GeoGebra”, el 69% de los encuestados “No la conocía”, 19% si la conocía pero nunca la uso y solo el 12% si la conocía y había utilizado como puede observarse en la figura 2. En términos reales el 88% no había usado la aplicación.

Figura 2

Conocimiento sobre GeoGebra



Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos de la encuesta “Encuesta GeoGebra. Segundo Examen Parcial” a través de Formulario de Google, 2022

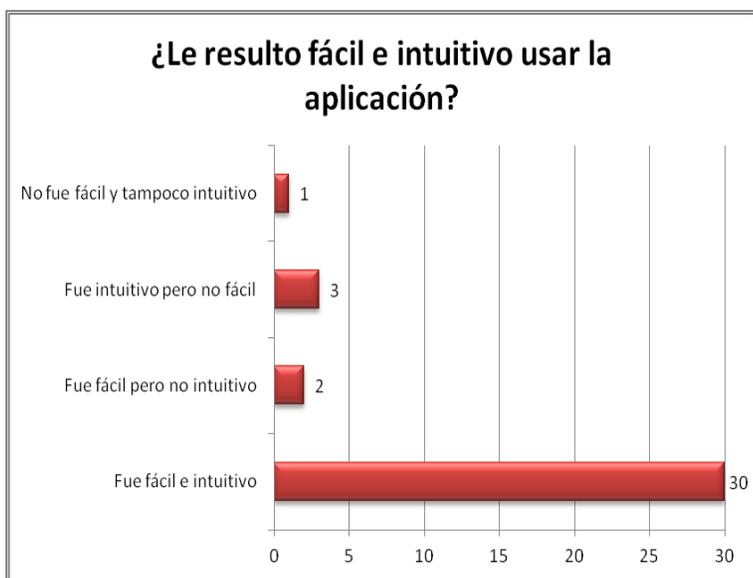
En la segunda pregunta, figura 3, se exploró la dificultad que pudo presentarse en el manejo de la aplicación, aunado a la valoración sobre lo evidente que pudo ser su manipulación en cada cambio realizado a un parámetro y/o las modificaciones de estilo y formato para una correcta identificación de los objetos.

Para un 83% se conjunta lo fácil e intuitivo que es usar la aplicación por primera vez, no es necesario tener una capacitación previa, basto con indicaciones descriptivas elementales. El 6% de los estudiantes consideró que fue fácil pero no intuitivo, pudiese explicarse esta situación por una condición física, el tamaño de la pantalla del dispositivo móvil, en aquellos donde es pequeña no se logra una visualización completa del menú y por ende no se identifican los elementos de manera pertinente.

Para el 8% fue intuitivo pero no fácil, existiendo la errónea concepción de que la aplicación graficaría y respondería de manera directa los cuestionamientos. Finalmente el 3% considera que no fue fácil y tampoco intuitivo, derivado de una intermitencia en la asistencia a las sesiones, donde se indicaban detalles sobre el uso de la aplicación.

Figura 3

Dificultad en el uso de GeoGebra

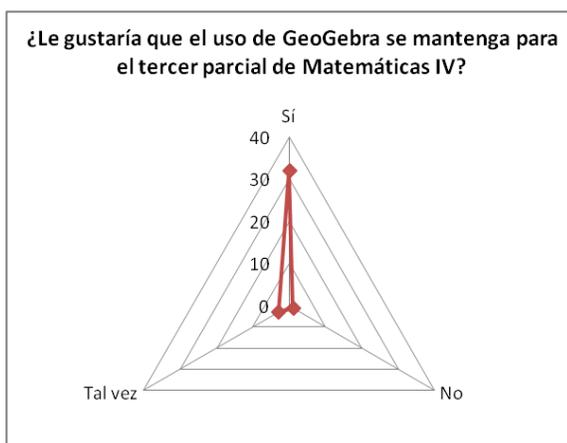


Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos de la encuesta “Encuesta GeoGebra. Segundo Examen Parcial” a través de Formulario de Google, 2022.

La pregunta tres (figura 4) buscó la opinión sobre el uso futuro y continuo de la aplicación, el 89% de los estudiantes manifestó el gusto por que siga utilizándose, lo que permite expresar que ellos aceptan el uso del dispositivo móvil como un aliado académico. En tanto que un 8% ve una posibilidad de uso pero con ciertas reservas, un 3% considera que no debería utilizarse más.

Figura 4

Continuidad de GeoGebra

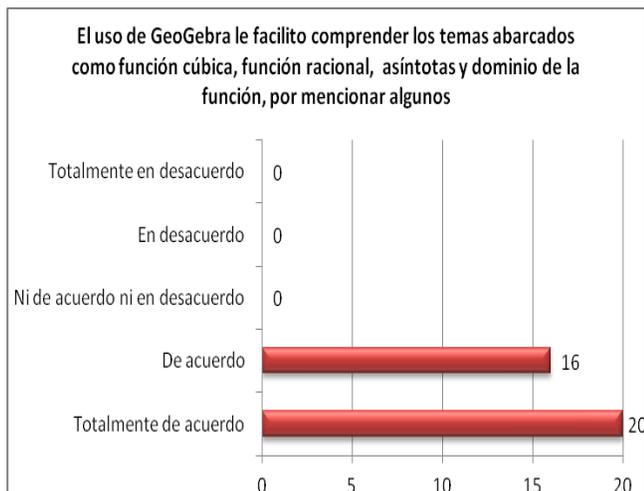


Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos de la encuesta “Encuesta GeoGebra. Segundo Examen Parcial” a través de Formulario de Google, 2022.

En la cuarta pregunta (figura 5), los resultados muestran un 56% de estudiantes que están “Totalmente de acuerdo” en precisar que GeoGebra les facilitó la comprensión de ciertos temas, sumados a un 44% que están “De acuerdo”. Muestra de ello fue la utilización de la aplicación, para lograr apreciar la gráfica de la función de manera inmediata y compararla con el trabajo realizado de forma manual, para posteriormente llegar a un punto de verificación entre ambas formas.

Figura 5

Aplicación de GeoGebra

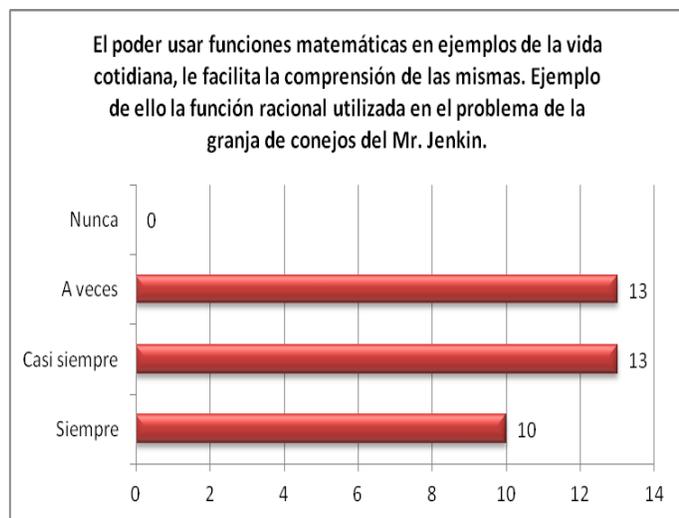


Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos de la encuesta “Encuesta GeoGebra. Segundo Examen Parcial” a través de Formulario de Google, 2022.

Por último, en la quinta pregunta (figura 6), se estableció una relación entre la comprensión de las matemáticas y su ejemplificación, gracias a modelos de la vida diaria, donde 28% indicó que “Siempre” se le facilitó, 36% “Casi siempre” y 36% “A veces”; nadie considero que resultado contraproducente usar las matemáticas en la vida cotidiana.

Figura 6

Aplicación STEAM

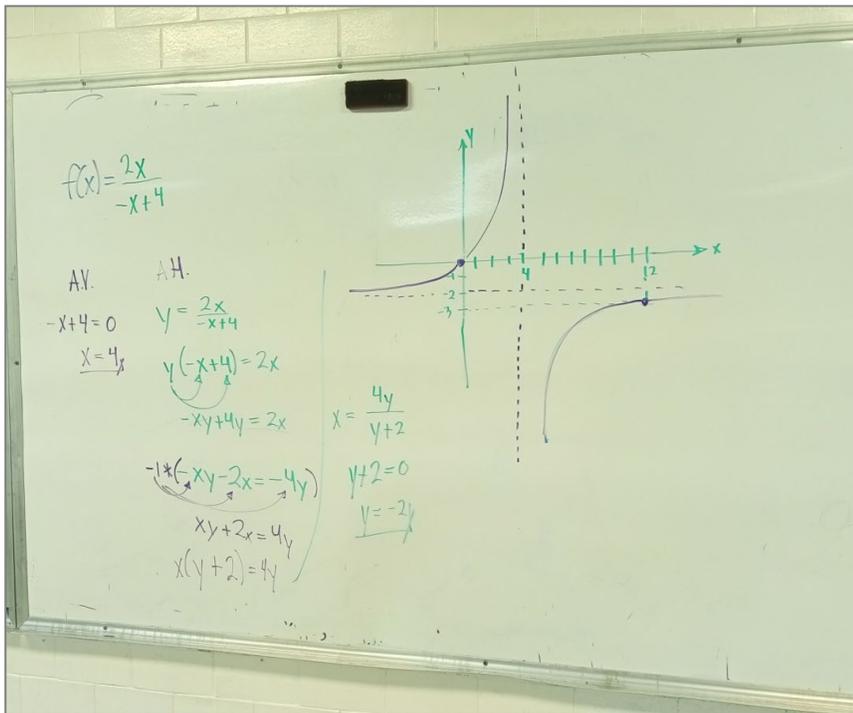


Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos de la encuesta “Encuesta GeoGebra. Segundo Examen Parcial” a través de Formulario de Google, 2022.

En la Figura 7 se aprecia un esbozo de la función, $f(x) = \frac{2x}{-x+4}$, el tiempo destinado para lograr realizarla fue de 20 minutos, no fue necesario realizar una tabulación ya que se partió desde el concepto de asíntota y su obtención de forma algebraica. En la mayoría de los casos básicos precisar las asíntotas en el plano cartesiano resulta simple, dando paso al trazo de las dos curvas restantes, las cuales son en si la función $f(x)$.

Figura 7

Asíntotas de una función



Nota: Fuente. Elaboración propia. Fase 2. Momento 1. Abril/2022.

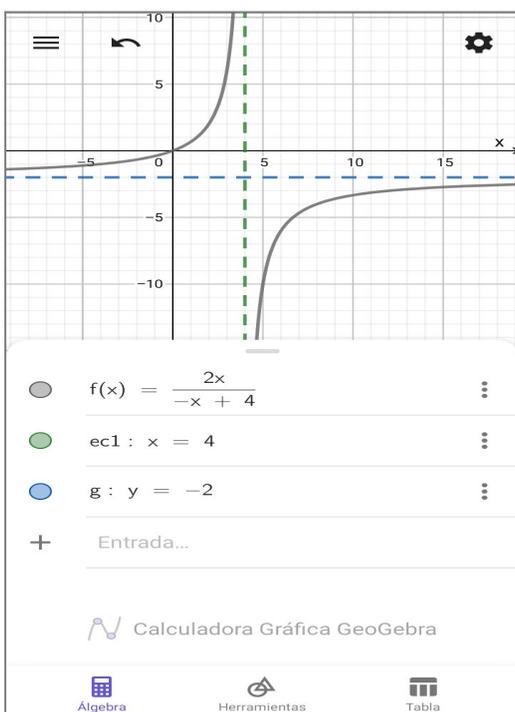
En la Figura 8 se observa la misma función $f(x)$ pero en aplicación GeoGebra, el tiempo para poder realizarla fue de 1 minuto, donde la mayor parte fue para colocar detalles como el color de las asíntotas así como el estilo de la línea, porque la obtención de la gráfica es de manera inmediata. El tiempo restante permitió al estudiante explorar el concepto de asíntota.

El estudiante se mostró escéptico porque de manera visual parecía que las asíntotas chocaban con las curvas de la función, lo cual lo llevó a tener la necesidad de explorar el gráfico en todas direcciones hasta obtener la certeza de que el concepto efectivamente se cumplía.

Algo que no podría llevarse a cabo de manera real con un gráfico inamovible en el pizarrón, confirmando lo expuesto por (Ramírez, 2015) “el aprendizaje de conceptos como función, operaciones con funciones y límites, se hace mucho más efectivo cuando el estudiante puede no solo visualizar el concepto por medio de la graficación de funciones sino además manipular los objetos para entender de manera dinámica”.

Figura 8

Asíntota en GeoGebra



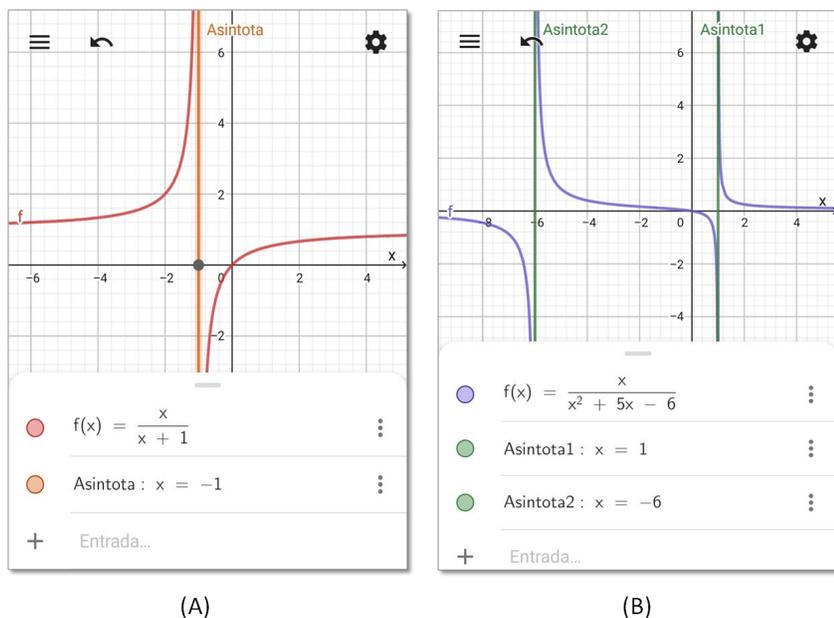
Nota: Fuente. Elaboración propia. Fase 2. Momento 1. Abril/2022.

El programa de asignatura de Matemáticas IV marca una serie de aprendizajes esperados, uno de ellos es “Determinar algebraica y visualmente las asíntotas de algunas funciones racionales básicas”. Al trabajar con GeoGebra existió la posibilidad de ir más allá, un estudiante logró comprender el concepto de asíntota y la forma en que se lograba deducir de manera analítica y gráfica y realizó una pregunta, la cual fue un detonante académico, ¿existen funciones racionales más difíciles?, ante tal situación fue posible responder de manera inmediata con un ejemplo de mayor complejidad.

En la Figura 9 inciso (A) se observa una función racional con exponente uno en el denominador, lo cual da como consecuencia obtener una asíntota vertical en $x = -1$, mientras que en el inciso (B) se aprecia la respuesta que se precisó al estudiante, una función racional con exponente dos en el denominador, lo cual conlleva contar con dos asíntotas verticales, asíntota uno en $x=1$ y asíntota dos en $x = -6$.

Figura 9

Asíntotas Lineales y Cuadráticas



Nota: Fuente. Elaboración propia. Fase 2. Momento 2. Mayo/2022.

El hecho de tener dos asíntotas verticales en la gráfica tuvo que ser explicado a partir de aprendizajes anteriores, como factorización y fórmula general, lo que permitió tener una interrelación de conocimientos previos, reafirmando la concepción de que los aprendizajes no son entes segmentados sino que forman parte de un todo.

Finalmente se observó tras asignar una actividad de reforzamiento a casa, donde podría utilizarse la aplicación para que se respondiera de manera abierta ciertos cuestionamientos. Las respuestas con mayor precisión numérica y contundencia fueron expresadas por los estudiantes que se apoyaron en la aplicación, se hicieron una idea del comportamiento de la función y no duraron en explorarla.

Algunos utilizaron la “Intersección”, herramienta básica dentro de la clasificación de puntos en la aplicación, la cual no fue vista en clase, pero que aun así optaron por trabajar con ella, para obtener el valor exacto, otros trazaron una línea recta que interseco a la función del fenómeno y a través de una inspección visual obtuvieron un argumento para responder. En cualquiera de las dos situaciones lograron apropiarse aún más del uso de GeoGebra que solo lo expuesto por el profesor de la asignatura. En la Figura 10 (A) se presentan los cuestionamientos a resolver y en el (B) la muestra de una entrega de la actividad por parte de un estudiante.

Figura 10

Ejemplificación STEAM

Concentración de medicamento Se administra una droga a un paciente, y se vigila la concentración de la droga en su torrente sanguíneo. En el tiempo $t \geq 0$ (en horas desde que se aplicó la droga), la concentración (en mg/L) está dada por

$$c(t) = \frac{5t}{t^2 + 1}$$

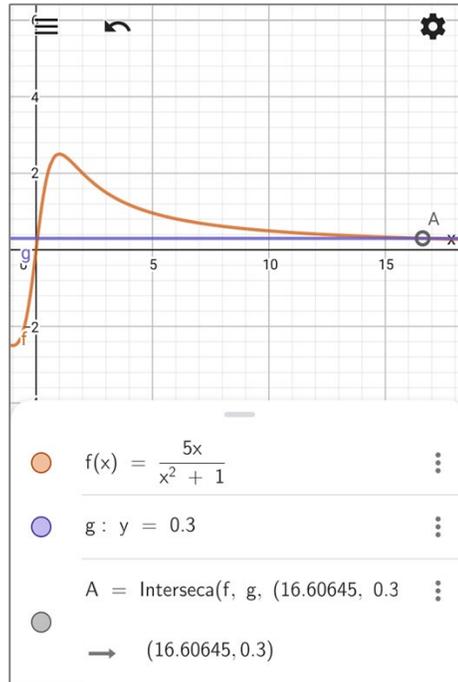
Grafique la función c con una calculadora graficadora.

(a) ¿Cuál es la concentración más alta de droga que se alcanza en el torrente sanguíneo del paciente?

(b) ¿Qué ocurre a la concentración de medicamento después de un tiempo prolongado?

(c) ¿Cuánto tarda la concentración en bajar a menos de 0.3 mg/L?

(A)



(B)

Nota: Fuente. Elaboración propia. Fase 2. Momento 3. Mayo/2022.

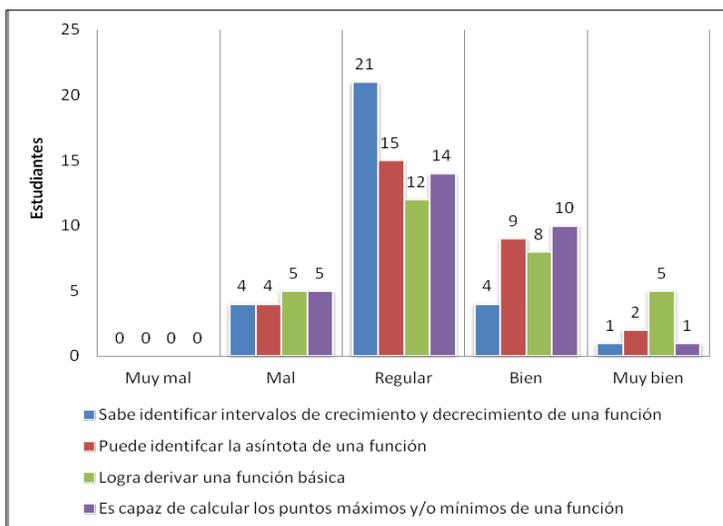
b) Fase 3. Desarrollo de la acción

La exploración individual sobre la concepción de las competencias matemáticas, puntualiza los mayores porcentajes, en la clasificación regular. Un 70% para “Sabe identificar intervalos de crecimiento y decrecimiento de una función”. 50% para “Puede identificar la asíntota de una función”, 40% para “Logra derivar una función básica” y finalmente 47% para “Es capaz de calcular los puntos máximos y/o mínimos de una función”.

En contraste la clasificación con menores porcentajes se encuentra en la clasificación muy bien. Lo cual se interpreta como una creencia de competencias poco consolidadas y un optimismo por estar dentro de un proceso de consolidación. Ningún estudiante cree que sea muy malo su desarrollo de competencias matemáticas, como se puede ver en la Figura 11.

Figura 11

Creencias en Competencias Matemáticas

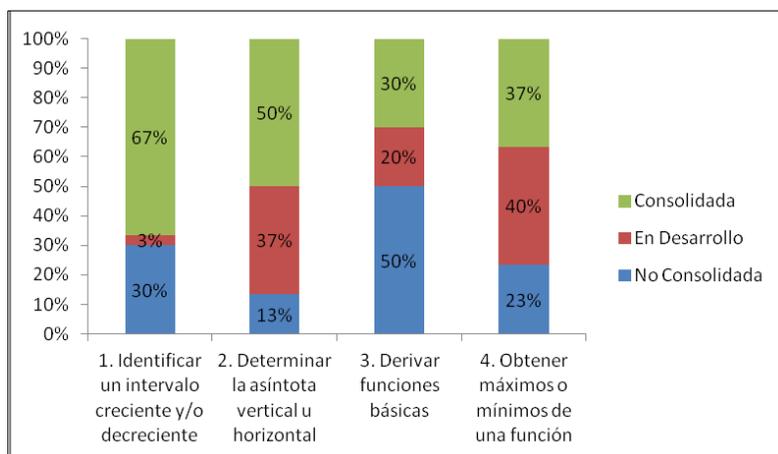


Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos del cuestionario “Término de Curso”, 2022.

La realidad sobre las competencias básicas evaluadas al final del curso se ve en la figura 12. En las competencias dos y cuatro existe un proceso de desarrollo, el promedio oscila en 38.5%. La competencia de mayor consolidación es “Identificar un intervalo creciente y/o decreciente”, la de menor consolidación “Derivar funciones básicas”.

Figura 12

Competencias Matemáticas



Nota: Fuente. Elaboración propia con base en datos del cuestionario “Término de Curso”, 2022.

c) Fase 4. Desarrollo de la acción

En general, los estudiantes coinciden en la necesidad de recibir una enseñanza procedimental, así como el uso del pizarrón como herramienta imprescindible. Siendo sujetos participes del proceso de enseñanza aprendizaje y no solo entes receptores, considerando el trabajo en equipos y no solo de manera individual. El uso de dispositivos móviles les genera un cambio de paradigma ante el proceso tradicionalista habitual dentro del Colegio de Bachilleres.

El análisis proporcionado por algunos estudiantes resalta un límite que debe existir entre mobile-learning y el aprendizaje tradicionalista, “la aplicación debe ser usada en algunas ocasiones, para evitar que haga todo por nosotros”. Lo cual permite precisar que los estudiantes son conscientes, sobre la necesidad de desarrollar de manera individual competencias matemáticas.

Los porcentajes finales semestrales fueron: aprobación 90%, reprobación 0% y ausentismo 10%. Existiendo un aumento del 21% con respecto al histórico de aprobación registrado, disminución del 11% en reprobación y 10% en ausentismo respecto al histórico. Traduciéndose en la recomendación de realizar sin cambios de inicio a fin, el desarrollo de la acción.

CONCLUSIONES

La totalidad de los estudiantes consideró que la aplicación les facilitó el desarrollo de los temas del programa de estudio. La aplicación de la estrategia STEAM permitió que las matemáticas usadas fueran llevadas a la vida cotidiana y que con ello fuesen más comprensibles.

Existieron tres singularidades a resaltar por parte de los estudiantes, lograron reducir el tiempo destinado a realizar actividades operativas aritméticas para utilizarlo en el desarrollo de competencias disciplinares como el análisis entre las variables involucradas y la argumentación de la respuesta por métodos gráficos. Además el estudiante no solo logro el aprendizaje esperado “Determinar algebraica y visualmente las asíntotas de algunas funciones racionales básicas” sino inclusive logro cuestionarse sobre posibles casos más complejos.

Por último, existió una apropiación del uso de la aplicación para expresar ideas concisas de solución. GeoGebra no representa la sustitución por completo o parcial de la explicación del docente, es una extensión que facilita el procesamiento de ideas conceptuales a visuales. Ambas partes, estudiante y docente son juiciosos sobre el uso de GeoGebra y consideran necesaria la aplicación a través de funciones de la vida cotidiana.

Se recomienda continuar con una investigación en las competencias de la asignatura de Matemáticas V y con ello poder concentrar el impacto que tiene el binomio de acción en la rama de las matemáticas, Cálculo Diferencial e Integral, a nivel bachillerato.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se desarrolló en el marco de los estudios del posgrado Doctorado en Ambientes y Sistemas Educativos Multimodales del Instituto de Estudios Superiores de la Ciudad de México Rosario Castellanos para la obtención del grado

A la comunidad y autoridades del Colegio de Bachilleres de la Ciudad de México, Plantel 1 “El Rosario” por su comprensión, apoyo y tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abero L., Berardi L., Capocasale A., García M., S. y Rojas S., R. (2015). *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento*. Camus Ediciones.
<http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20150610045455/InvestigacionEducativa.pdf>
- Ávila, A. (2016). La investigación en educación matemática en México: una mirada a 40 años de trabajo. *Educación matemática*, 28(3), 31-60. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=40548562002>
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 6(1), 27-40. <https://www.redalyc.org/pdf/335/33560102.pdf>
- Cobos, J, Simbana, V. y Jaramillo, L. (2020). El mobile learning mediado con metodología PACIE para saberes constructivistas. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 28(1), pp. 139-162. <https://doi.org/10.17163/soph.n28.2020.05>
- Colegio de Bachilleres (19 de septiembre de 2019). *Reglamento General De Inscripciones, Reinscripciones y Evaluación Del Aprendizaje Del Colegio De Bachilleres*. <https://www.gob.mx/bachilleres/documentos/75033>
- Colegio de Bachilleres (17 de abril de 2017). *Matrícula Oficial del Colegio de Bachilleres desglosada por semestre, turno, sexo. Egreso Oficial desglosado por turno y sexo*. <https://www.gob.mx/bachilleres/documentos/estadistica-basica-oficial>
- Flores, L.G., Veytia Bucheli M.G. y Moreno Tapia, J., (2020). Clase invertida para el desarrollo de la competencia: uso de la tecnología en estudiantes de preparatoria. *Revista Educación*. 44(1), 1-30
<https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.36961>
- Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019). Qué gana stem con la gamificación. *Academia y Virtualidad*, 12(2), 79-94. <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>
- García-Mejía, R.O. y García-Vera, C.E. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6, 163-180. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1212>
- Grisales, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198–214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- López G., M. V., Córdoba G., C. M.I. y Soto S., J.F., (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7(12002), 1-16. http://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf
- Martínez A., A. y Uzuriaga L. (2006). Retos de la enseñanza de las matemáticas en el Nuevo Milenio. *Scientia Et Technica*, XII (31), 265-270 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639046>
- Martínez M., M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda Académica*, 7(1), 27-39. <http://files.doctorado-en-educacion-2-cohorte.webnode.es/200000071-abf7bacf11/MARTINEZ MIGUELEZ La%20investigacion accion en el aula.pdf>
- Martínez-Sierra, G., Valle-Zequeida, M., García-García, J., & Dolores-Flores, C. (2019). ‘Las matemáticas son para ser aplicadas’: Creencias matemáticas de profesores mexicanos de bachillerato. *Educación matemática*, 31(1), 92-120. <https://doi.org/10.24844/em3101.04>
- Mejía, G., Toala, G. y Valverde, A. (2017). Modelo para evaluar el uso de la tecnología para el aprendizaje y la adquisición del conocimiento dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Publicando. Universidad Central del Ecuador*, 4(11), 20. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/523>
- Puga Peña, L. A. y Jaramillo Naranjo, L. M. (2015). Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático. *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*, 19(2), p. 291-314. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.14>
- Ramírez S., C. (2015). Diseño de herramientas que fomentan el aprendizaje de matemáticas con ayuda de Mathematica 10. *Revista Elementos*, 5, 65-78.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5179413>

Sánchez, C. (2020). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19. *Hamut 'ay*, 7(2), 46-57. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i2.2132>

Schoenfeld, A.H. (2000). *Objetivos y métodos de la investigación en Educación Matemática*. American Mathematical Society. 47-6 <https://gaceta.rsme.es/abrir.php?id=225>

Vega V., J.C., Niño D., F y Cárdena, Y. P. (2015). Enseñanza de las matemáticas básicas en un entorno e-Learning: un estudio de caso de la Universidad Manuela Beltrán Virtual. *Escuela de Administración de Negocios*, 79, 172 – 185. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602015000200011

Yáñez-Luna, J. C. y Arias-Oliva, M. (2018). M-learning: aceptación tecnológica de dispositivos móviles en la formación online. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 13–34. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.193>

Zambrano, K. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14, 39-52. <https://doi.org/10.21500/01235826.3796>