



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

USO DE GEOGEBRA EN EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN LA INGENIERÍA

**LEARNING MATHEMATICS IN ENGINEERING
USING SOFTWARE GEOGEBRA**

Ramón Berber Palafox

Instituto Tecnológico de Toluca, México

Martha Martínez Moreno

Instituto Tecnológico de Toluca, México

Jesús González Briones

Instituto Tecnológico de Toluca, México

Ma Luisa Ernestina Velázquez Sánchez

Instituto Tecnológico de Toluca, México

Rosa Elvira Moreno Ramírez

Instituto Tecnológico de Toluca, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i3.11391

Uso de GeoGebra en el Aprendizaje de Matemáticas en la Ingeniería

Ramón Berber Palafox¹

rberberp@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0000-8701-1359>

Profesor adscrito
al Departamento de Ciencias Básicas
del Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Toluca
México

Martha Martínez Moreno

martha.mm@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3793-6315>

Profesor adscrito
al Departamento de Sistemas y Computación
del Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Toluca
México

Jesús González Briones

jgonzalezb@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0006-8834-2102>

Profesor adscrito
al Departamento de Ciencias Básicas
del Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Toluca
México

Ma Luisa Ernestina Velázquez Sánchez

mvelazquezs@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4339-4471>

Profesor adscrito
al Departamento de Ciencias Básicas
del Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Toluca
México

Rosa Elvira Moreno Ramírez

rmorenor@toluca.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7345-2444>

Profesor adscrito
al Departamento de Sistemas y Computación
del Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Toluca
México

RESUMEN

Como profesores adscritos al departamento de ciencias básicas y sistemas computacionales, basado en la experiencia docente en las áreas de ingeniería, se describe en esta publicación, el impacto de las prácticas en software de matemáticas, en particular el uso de GeoGebra para estudiantes de primer y segundo año de estudios en todas las ingenierías impartidas por el Tecnológico Nacional de México campus Toluca, cuya intención es incrementar la competencia genérica en abstracción, análisis y síntesis en los estudiantes. Se propone la comparación de los últimos tres semestres concluidos, tomando en cuenta que en el periodo escolar de agosto-diciembre del 2023, se implementó, de manera más general, la realización de prácticas en GeoGebra. Para este estudio solo se consideraron las materias de matemáticas, cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo vectorial, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales. Las materias de física no se consideraron en este estudio porque sus prácticas son de tipo experimental y para el caso de las materias de probabilidad y estadística existe software más específico.

Palabras clave: *GeoGebra, prácticas, ingeniería, matemáticas, competencias, abstracción*

¹ Autor principal

Correspondencia: rberberp@toluca.tecnm.mx

Learning Mathematics in Engineering Using Software GeoGebra

ABSTRACT

As professors assigned to the department of basic sciences and computer systems, based on teaching experience in the areas of engineering, this publication describes the impact of practices in mathematics software, particularly the use of GeoGebra for first and second grade students. second year of studies in all engineering courses taught by the Tecnológico Nacional de México Toluca campus, whose intention is to increase generic competence in abstraction, analysis and synthesis in students. A comparison of the last three completed semesters is proposed, taking into account that in the August-December 2023 school period, the implementation of internships in GeoGebra was implemented, in a more general way. For this study, only the subjects of mathematics, differential calculus, integral calculus, vector calculus, linear algebra and differential equations were considered. Physics subjects were not considered in this study because their practices are experimental and in the case of probability and statistics subjects there is more specific software.

Keywords: *GeoGebra, practices, engineering, mathematics, skills, abstraction*

Artículo recibido 23 abril 2024

Aceptado para publicación: 18 mayo 2024



INTRODUCCIÓN

En el Tecnológico Nacional de México campus Toluca, desde hace algunos años, profesores iniciaron la realización de prácticas en GeoGebra en algunas de las materias de matemáticas, organizando los grupos en equipo de 4 o 5 estudiantes. Sin embargo, en el segundo semestre de 2023, se acordó que todos los profesores realizaran las prácticas en GeoGebra en todas las materias de matemáticas, para que vaya siendo cotidiano el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) en las clases de matemáticas, sin descuidar el desarrollo de competencias genéricas: capacidad de abstracción, análisis y síntesis, como se describe en el temario TecNM (2016, p. 7), el cual se anexa como referencia técnica obligada de la asignatura.

El uso de las TIC's ha inundado todos los espacios educativos, de muy diversas formas, desde material de estudio en formato multimedia, cursos en línea y aplicaciones que ayudan a ejercitar a los estudiantes y a resolver ejercicios de matemáticas y de física. En el aspecto de la elaboración de gráficas se ha llegado a etapas donde no era posible llegar con lápiz y papel de una manera rápida y con instrucciones sencillas con interfaz intuitiva. Hasta hace unos 30 años, la elaboración de gráficas solo se lograba obtener mediante un alto grado de especialización en programación, se tenían que dedicar grandes esfuerzos computacionales, finalmente esos programas ya quedaron incorporados en las aplicaciones que se utilizan actualmente, como GeoGebra.

En aras de definir el concepto de “abstracción” recurrimos a Díaz (2007), “dicho conocimiento implicaría analizar un proceso de abstracción que partiría del nivel concreto hasta alcanzar el nivel abstracto, lo cual ocurre en un contexto sociocultural donde un conjunto de interacciones y situaciones sociales modelan el desarrollo cognitivo individual” (p. 4).

“La interpretación tradicional sobre la abstracción se desarrolla en el contexto de una postura epistemológica caracterizada por considerar que los objetos científicos (especialmente los matemáticos) no se corresponden con formas existentes en la realidad sino con modos de considerar intelectualmente dicha realidad” (Cuccia, 2017, p. 3).

(Pizzorno y Montiel 2021, como se citó en Vergara 2022, p. 4). Por último, es conveniente acotar que GeoGebra no solo es un software libre de matemáticas dinámicas, sino que adicionalmente representa



un conjunto de herramientas para la creación y la gestión de recursos educativos en ambientes digitales, las cuales se denominan Herramientas de Autor, a saber: Actividad, Libro, Grupo, Notas y Classroom. Algunos autores señalan la ventaja de incluir software a las disciplinas matemáticas:

La inclusión del trabajo con *software* educativo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje plantea la necesidad de tomar en cuenta modificaciones en relación con el trabajo matemático de los alumnos y el trabajo matemático-didáctico de los profesores. En referencia a la actividad de los alumnos, los cambios se presentan tanto en los problemas y tareas que se pueden abordar, como en las formas de abordarlos y en las posibles *técnicas* que se constituyen. Al respecto diríamos que se incorporan actividades que no serían factibles para la enseñanza sin computadora (Andres et al, 2021, p. 5).

National Council of Teachers of Mathematics (2015, como se citó en Ramirez, 2020, p. 5).

“En resumen, bajo una planificación acertada por parte del docente, cualquier estudiante puede beneficiarse del uso de materiales virtuales que se puedan manipular, esto con el fin de proporcionar modelos visuales para respaldar el razonamiento matemático y la capacidad para la resolución de problemas”.

Considerando la postura de Arcavi y Hadas (2002) en la que define Tareas de Matemática con uso de software GeoGebra (tmsg) a aquellas actividades matemáticas en las que se utilizan tanto el entorno tecnológico como el de lápiz y papel, con el fin de facilitar procesos de visualización, experimentación, sorpresa, retroalimentación y necesidad de argumentar y/o formalizar lo realizado” (Favieri, 2023, p. 6), hemos retomado esta actividad como parte del aprendizaje del estudiante de ingeniería, ya que refuerzan los contenidos comprendidos en las asignaturas de ciencias básicas de su formación profesional,

Andrade y Montecino (2011, p. 2, como se citó en Ramírez (2020, p. 3)), escriben que “La visualización espacial puede utilizarse como recurso pedagógico o como herramienta para facilitar la comprensión y el entendimiento de saberes matemáticos abstractos involucrados en el proceso de transposición o en la interiorización de éstos por parte de los estudiantes”, misma postura que contemplamos para promover un aprendizaje significativo en el estudiante a partir de buenas prácticas en el salón de clase.



Por lo tanto, Nickerson (1995, como se citó en Leal, 2021, p. 3)) analizó el impacto del uso de software en educación y expuso algunos motivos para su empleo: 1. Ver el aprendizaje como un proceso constructivo 2. Utilizar simulaciones para llamar la atención de los estudiantes. 3. Proporcionar un ambiente de apoyo que es rico en recursos, ayudas a la exploración, permitirá aplicar tecnología para el aprendizaje continuo y el aprovechamiento de estos recursos.

Si bien es cierto, que dentro de las competencias del estudiante está el usar tecnologías y el desarrollo de habilidades, Rubio et al. (2016, p. 91), explica esas ventajas de integrar las tecnologías digitales, por ejemplo, software de geometría dinámica, CAS, hoja de cálculo, entre otros, en la Educación Matemática, las cuales han sido ampliamente reseñadas en la literatura especializada (Artigue, 2009; Hoyles, 2010) y facilitan la apertura hacia procesos de interacción pedagógica, de colaboración y de compartir conocimientos (Barahona et al., 2015)” (García, 2023, p. 90).

Este proceso, aunque suena complicado, Martin (2021, p. 3) propone las siguientes formas de utilización de GeoGebra: 1. El profesor muestra un applet previamente elaborado. 2. A partir de un conjunto de indicaciones el estudiante arriba a conclusiones. 3. A partir de un conjunto de indicaciones el estudiante crea un applet y arriba a conclusiones. 4. El estudiante lo utiliza como una herramienta de comprobación, de búsqueda de solución de ejercicios o de experimentación con las matemáticas, por lo que el profesor se convierte en una guía y observador de abstracciones que los estudiantes pueden manifestar durante y después de una práctica.

De toda la ayuda potencial que puede brindar un software en la enseñanza de las matemáticas, aumentar la capacidad de análisis y de abstracción, como se desprende de los párrafos anteriores, se espera que se refleje en el número de alumnos aprobados, es decir, se propone medir la eficacia de la propuesta, con el aumento en el número de alumnos que acreditan cada una de las unidades de aprendizaje, en caso de que logre el éxito.

Se ha reportado la inclusión del software GeoGebra en las materias de matemáticas en diversos países de Asia, América y África con resultados favorables en el aprovechamiento académico. Finalmente, Navarro (2021, p. 3) encontró en su estudio realizado sobre publicaciones, en varios países alrededor del mundo, de 2011 a 2017 en los cuales la tecnología fue incluida en asignaturas de nivel universitario, que se tuvo un impacto positivo en los estudiantes, así como en los profesores.



“Las instrucciones multimedia de aprendizaje, definidas como usar presentaciones (palabras) y representaciones (figuras) puede fomentar el aprendizaje al combinar representaciones de conceptos complejos verbales y visuales” (Mayer, 2009, citado en Bedada, 2022, p. 2).

MARCO TEÓRICO

1. El cálculo es una rama de las matemáticas que trata con cantidades aproximando otras cantidades Charles-Ogan y Ibibo (2018, citado en Bedada, 2022, p. 2).
2. El cálculo es una rama de las matemáticas que trata con: cómo un cambio en una variable está relacionado con cambios en otras variables. Nobre et al (2016, citado en Bedada, 2022, p. 2).
3. Tall (2009, citado en Bedada, 2022, p. 2) describe un curso de cálculo como el deseo de cuantificar y expresar:
 - a. Cómo cambian las cosas (concepto de función).
 - b. El ritmo al cual las cosas cambian (derivada de una función).
 - c. Cómo esas cosas se acumulan (integral de una función).
 - d. La relación entre la derivada y la integral (Teorema Fundamental del cálculo y solución de ecuaciones diferenciales).

Huang et al (2019, citado en Bedada, 2022, p. 3) lista las características del aprendizaje significativo, como sigue:

1. La instrucción está centrada en el estudiante.
2. Los estudiantes construyen representaciones psicológicas internas activamente.
3. El aprendizaje comprende la reorganización y reconstrucción de conocimiento previo y la construcción significativa de conocimiento nuevo.
4. El aprendizaje no solamente es individualizado, sino que incluye lenguaje centrado en la interacción social, comunicación y cooperación.
5. Aprendizaje debe ser situacional incorporado para soportar aprendizaje significativo.
6. La construcción de significado requiere recursos apropiados.

Creencias de los profesores acerca de las aulas de matemáticas con tecnología

Purnomo et al (2016, citado en Bedada, 2022, p. 3) considera que “la percepción de los profesores sobre la enseñanza efectiva y sus creencias culturales influyen su práctica instruccional; estas creencias no



deben ampliar la brecha entre teoría y práctica”.

Ertmer (2016, citado en Bedada, 2022, p. 3) define creencias como “suposiciones, compromiso o ideologías”. Tirosch y Graeber (2003, citado en Bedada, 2022, p. 3) considera que, “las variaciones en el sistema de creencias culturales de los profesores influyen en cómo ellos ven a sus estudiantes, cuáles matemáticas deben ser aprendidas y cómo éstas deben ser enseñadas”. Hew y Brush (2007, citado en Bedada, 2022, p. 4) “lista algunas barreras que afectan la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la tecnología, incluyendo una falta de recursos, actitudes negativas y creencias, restricciones institucionales, la complejidad de la asignatura y variaciones en cultura, conocimiento y habilidades”. Ontología (naturaleza de la realidad). (Morgan 2007, citado en Bedada, 2022, p. 7). “El investigador tiene la intención de encontrar una forma de conocer, entender, dominar (asignatura y herramientas) empleando la interacción sociocultural (maestro-estudiante) de la teoría de Vigotsky mientras los estudiantes aprenden cálculo mediante el software GeoGebra”. 9 etapas del modelo Circular. (Bedada, 2022, p. 7). Ambiente, comportamiento individual, objetivos, diseño, implementación, retroalimentación, evaluación, internacionalización,

Objetivo General

- Aumentar el número de estudiantes acreditados en las asignaturas de matemáticas. Partiendo de 2 objetivos específicos en este estudio, los cuales son:

Objetivos Específicos

1. Analizar el uso de GeoGebra como influencia en el aumento de la capacidad de abstracción de los estudiantes.
2. Analizar el uso de GeoGebra como influencia en el aumento de la capacidad de análisis de los estudiantes.

Considerando las siguientes variables para el estudio,

Variable 1. “Práctica”. Número de horas semanales de práctica en software GeoGebra.

Variable 2. “Aprobados”. Número de alumnos de ingeniería aprobados en el semestre en Cálculo Vectorial y Álgebra Lineal.

Se optó por la utilización y experimentación con el software GeoGebra porque aparece en varios artículos de publicación en varios países de Asia, Latinoamérica y África. En ellos se pueden ver



resultados favorables en el aprendizaje de los alumnos en los distintos niveles de educación cuando se agrega el software GeoGebra en las materias de matemáticas.

Para esta publicación se delimitó el estudio a todos los alumnos inscritos en asignaturas de ciencias básicas del Instituto Tecnológico de Toluca, dentro del término del segundo semestre de 2022 y dos semestres de 2023, con un total de alumnos inscritos en materias de matemáticas que varía de 3,221 a 3,580 en los semestres señalados.

En este trabajo se aborda el tema de GeoGebra en la educación, particularmente en la enseñanza de las matemáticas. En lo específico se utiliza GeoGebra en la enseñanza del cálculo en una escuela de ingeniería, el Instituto Tecnológico de Toluca. GeoGebra es un software de uso libre de matemáticas dinámicas para todos los niveles de educación, que contiene (geogebra.org): a. Colección de actividades. Ejercicios, lecciones y juegos que cubren diversos temas de matemáticas y ciencias. b. Calculadora y aplicaciones matemáticas. c. Colaboración en Aula. Lecciones interactivas de matemáticas. d. Prácticas GeoGebra. Apoyo en solución de ejercicios matemáticos paso a paso.

METODOLOGÍA

Para este estudio, se solicitó que los estudiantes resolvieran dos prácticas en GeoGebra por cada tema, cada práctica constará de 3 ejercicios de matemáticas. Esperando que al hacer esto los estudiantes profundicen en los conocimientos de cada tema y obtengan un aprendizaje significativo. En cada práctica, se resuelven los 3 ejercicios en forma manual, a lápiz y papel y también los resuelven de manera automática en el software GeoGebra.

Esta aplicación de prácticas es similar a la implementación que realizó Putra et al (2023) en la cual se observó la respuesta de un grupo de 23 profesores de matemáticas en la utilización de GeoGebra. Aunque en este estudio, las tareas se realizaron durante dos meses. Hay que mencionar que una práctica de cada tema se realizó en el aula mediante su teléfono celular y otras las resolvieron como tarea.

Para el caso de la asignatura de Álgebra Lineal, en el tema 1, “Números Complejos”. El estudiante logró aprender concepto y procedimientos si (Seloane, 2023, p. 4): 1. Muestra implícitamente un entendimiento de que un número complejo es una entidad matemática con tres posibles representaciones. 2. Sabe cómo las tres formas están relacionadas. 3. Puede convertir de una forma a

otra. Hay muchos puntos de vista teóricos de la existencia o no existencia de la relación entre conocimiento conceptual y procedimental.

Elementos de pedagogía matemática efectiva. (Anthony y Walshaw 2007, NCTM 2007, citado en Benning 2021, p. 4). (NCTM-National Council of Teachers of Mathematics, Estados Unidos). En donde se realiza una propuesta similar a la de NCTM. 1. Una ética de atención. Creando una comunidad en el aula que promueva las necesidades individuales de los estudiantes. Hacer los arreglos para el aprendizaje. Construyendo el pensamiento de los estudiantes. Tareas matemáticas con valor. 2. Hacer conexiones. 3. Valoración para el aprendizaje. 4. Comunicación en matemáticas. 5. Lenguaje matemático. 6. Herramientas y representaciones. Conocimientos del profesor y aprendizaje. 7. El escenario matemático. La primera categoría de la pedagogía matemática efectiva es configurar el escenario para inducir a los estudiantes al aprendizaje. Incluye todas las acciones que el profesor realiza antes, durante y después de la clase.

Considerando la 2ª variable o variable dependiente, ha sido definida como el número de alumnos aprobados. En el Tecnológico Nacional de México, la escala de evaluación es numérica de 0 a 100. Desde hace unos 20 años, la calificación mínima aprobatoria es de 70.

La intención del estudio es constatar si aumentando el número de prácticas (1ª variable, variable independiente) que se realizan en GeoGebra en cada tema de cada materia.

Herbert y Lefevre (citado en Seloane (2023, p. 3) definen “el conocimiento conceptual como una red de relaciones ricas en conocimiento que no existe como una pieza aislada de información, también se refiere al conocimiento de las relaciones subyacentes e interconexión de ideas que explican y dan significado a los conceptos matemáticos alcanzados mediante descubrimiento”. Además, propone una forma de aprender el primer tema de álgebra lineal: números complejos, mediante el constructivismo y la Trayectoria de Aprendizaje Hipotético dirigida por la aproximación centrada en el estudiante mediante seis fases, algunas fases son explicar-pantalla, discutir-pantalla, trabajar-y-caminar.

Chevallard (2006, citado en Putra 2023, p. 4) define la praxeología (praxis y logos) matemática, es decir, “la descripción científica y análisis de que hacemos nosotros los seres humanos y que sucede cuando nosotros ‘hacemos matemáticas’”. Ejemplo, praxis: calcular la derivada de una función; logos, definición de función, definición de derivada, teoremas, etc.



La evaluación en el aprendizaje del estudiante: un tema amplio, es usado para monitorear el aprendizaje del alumno de matemáticas, información para el profesor para futuras instrucciones, determinar el progreso en matemáticas en una determinada región e informar a las autoridades sobre la política a seguir en educación. La evaluación es operacionalizada como la creación de un ambiente de aprendizaje donde la retroalimentación formativa profesor-estudiante son promovidas para monitorear el progreso en el aprendizaje del estudiante en una tarea específica de matemáticas. (Martin y Speer 2009, citado en Benning, 2020, p. 5)

“Una forma de evaluar prácticas de GeoGebra es mediante la corrección de los errores directamente en la pantalla de GeoGebra, dando la acción remedial a los alumnos que requieren atención especial y dar oportunidad a que los alumnos compartan y reflexionen sobre sus soluciones”. (Benning, 2020, p. 19)

Doabler (2013, citado en Voskoglou, 2019, p. 2) menciona que EMI contiene elementos particularmente muy adecuados para apoyar el procesamiento crucial de la memoria de trabajo. Sin embargo, Smith (2016, citado en Voskoglou, 2019, p. 2) argumenta que EMI algunas veces solo incrementa el conocimiento procedimental del estudiante y no su conocimiento profundo en la materia, por lo tanto, puede ocurrir que no promueva el entendimiento conceptual y el análisis crítico.

Kilpatrick et al (2015, citado en Hernández, 2020, p. 3) define tres elementos relacionados:

- **Percepción Matemática.** Agrupa las acciones de reconocer e identificar las características matemáticas específicas de las diferentes estructuras, notaciones o formas simbólicas.
- **Razonamiento Matemático.** Agrupa lo observado, conjetura y justifica o prueba actividades usando lógica deductiva, propiedades matemáticas, regularidades y patrones, generalizaciones de casos específicos, restringe propiedades y extensiones a otras estructuras.
- **Creación Matemática.** Implica la habilidad de encontrar nuevos caminos para expresar objetos matemáticos, generar nuevos y transformar su representación.

Kilpatrick et al (2015, citado en Hernández, 2020, p. 3) define la perspectiva del contexto matemático como los aspectos del entendimiento matemático que entran en juego exclusivamente en la profesión de enseñar, tales como reconocer la naturaleza matemática de las preguntas y los errores de los estudiantes o reconocer cuando un argumento o solución proporcionada por un estudiante es incompleto o satisface las condiciones de un problema.

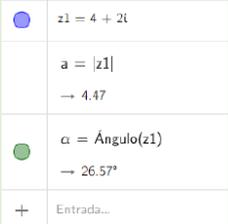


DESARROLLO

Parte fundamental de estos resultados es la evaluación, que como se señala en el apartado de metodología, se contempló que en cada uno de los cinco temas que componen un semestre de la materia de cálculo vectorial y álgebra lineal se aplica un examen escrito presencial con valor de 70 puntos, consiste en resolver 4 o 5 ejercicios en una hora 50 minutos, los otros 30 puntos corresponden a tareas, participación y prácticas, para dar un total de 100.

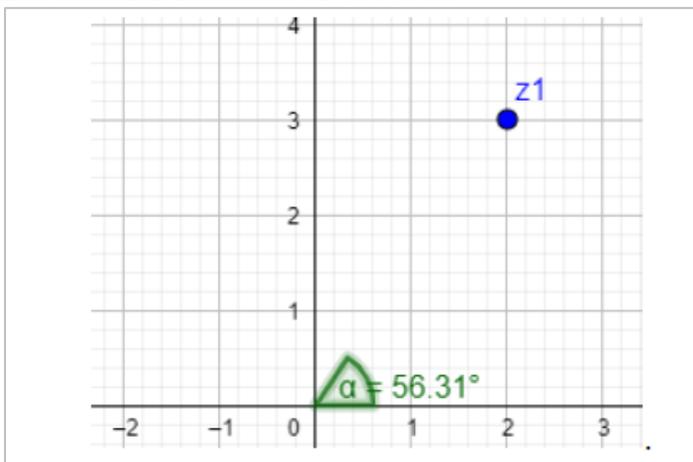
Un tema se desarrolla a lo largo de tres semanas, con cinco horas de clase cada semana, las cinco horas están divididas en tres horas teóricas y dos horas prácticas. La materia de cálculo integral consta de cuatro temas, aunque se evalúa de igual forma. Para cada tema que resulte no aprobado, calificación menor a 70, existe una 2ª oportunidad al final del semestre para presentar el examen escrito. Observe la ilustración 1y 2, una ejemplo de práctica utilizando GeoGebra.

Ilustración 1. Práctica de clase

Ejemplo. Encuentra el módulo y el argumento de los números complejos continuación se enlistan.		
	Forma cartesiana	Forma Polar
Ejemplo	$z = 4 + 2i$	$z = 4.47426.57^\circ$ Comprobación con Geogebra 

Fuente: Elaboración propia (2024)

Ilustración 2. Resultado en GeoGebra



Fuente: Elaboración Propia (2024)

De lo cual, se obtiene como resultado un aumento en el número de estudiantes aprobados. Aunque pudieran existir varios factores, muy difíciles de medir o extraordinarios, que intervienen en el cambio de alumnos aprobados de un tema a otro, vamos a considerar el número de prácticas de GeoGebra como la única variable independiente. Otras variables o factores pudieran ser: la dificultad propia de cada tema, olvidar el formulario para el examen, estudiantes que estudian y trabajan, eventos en la familia del alumno, imposibilidad para asistir al examen, enfermedad del alumno o algún familiar, dedicar mucho tiempo a alguna otra materia, o actividad deportiva, artística o de esparcimiento, etc.

En la tabla 1, tabla 2 y la gráfica 1 se muestra a los estudiantes aprobados durante el semestre Agosto-Diciembre de 2022 en el cual todavía no se utilizaba GeoGebra de manera generalizada y los dos semestres del año 2023 en las que se utilizó la herramienta GeoGebra.

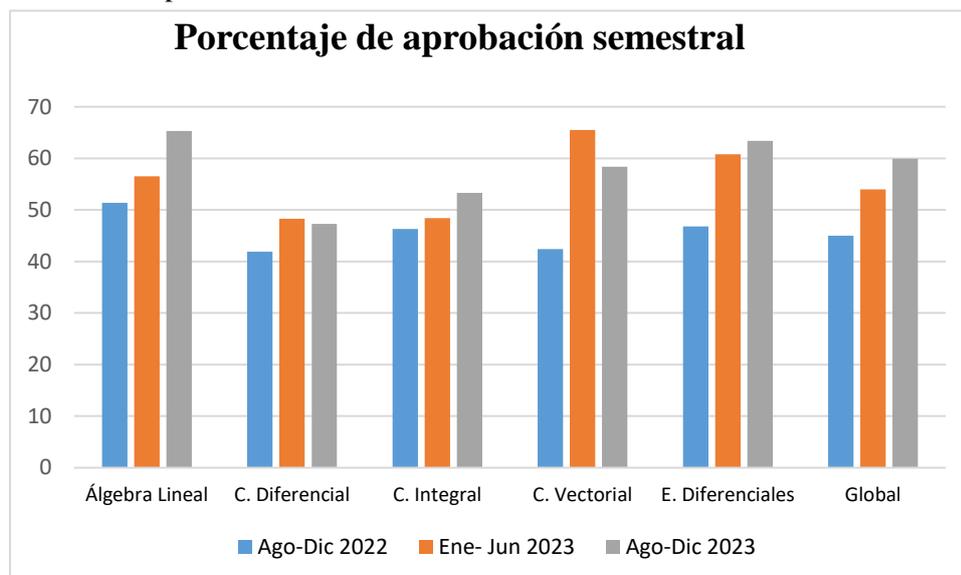
Tabla 1. Total de alumnos inscritos y aprobados

Agosto	DIC	2022	Inscritos	Aprobados	%
Álgebra Lineal			665	342	51.4
Cálculo Diferencial			1354	568	41.9
Cálculo Integral			607	281	46.3
Cálculo Vectorial			510	216	42.4
Ecuaciones Diferenciales			269	126	46.8
Total			3405	1533	45.0
Enero	Junio	2023	Inscritos	Aprobados	%
Álgebra Lineal			834	471	56.5
Cálculo Diferencial			773	373	48.3
Cálculo Integral			870	421	48.4
Cálculo Vectorial			461	302	65.5
Ecuaciones Diferenciales			283	172	60.8
Total			3221	1739	54.0
Agosto	DIC	2023	Inscritos	Aprobados	%
Álgebra Lineal			636	415	65.3
Cálculo Diferencial			1674	792	47.3
Cálculo Integral			612	326	53.3
Cálculo Vectorial			442	258	58.4
Ecuaciones Diferenciales			216	137	63.4
Total			3221	1928	59.9

Fuente: Elaboración propia (2024)



Gráfica 1. Aprobación semestral



Fuente: Elaboración propia 2024

Tabla 2. Porcentaje de aprobación

Semestre	Álgebra Lineal	C. Diferencial	C. Integral	C. Vectorial	E. Diferenciales	Global
Ago-Dic 2022	51.4	41.9	46.3	42.4	46.8	45
Ene- Jun 2023	56.5	48.3	48.4	65.5	60.8	54
Ago-Dic 2023	65.3	47.3	53.3	58.4	63.4	59.9

Fuente: Elaboración propia (2024)

Análisis de resultados

De los datos en la tabla 1 y gráfica 1 se puede observar que, de manera global, se obtiene un incremento en el porcentaje de alumnos aprobados en las asignaturas de álgebra lineal, cálculo integral y ecuaciones diferenciales; mientras que para cálculo diferencial y cálculo vectorial se observa un decremento en el semestre agosto-diciembre 2023, lo que podría deberse a variabilidad debida a variables no consideradas en este estudio. Sin embargo, Considerando los totales generales de alumnos aprobados, se obtiene una ligera disminución en el porcentaje de alumnos aprobados, de manera aproximada podríamos decir, que se obtiene un empate en porcentajes, aunque a nivel global, los datos muestran que en cada periodo escolar se han incrementado sus porcentajes globales.

CONCLUSIONES

El uso de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo, permiten alcanzar las competencias y desarrollo de habilidades cognitivas con mayor índice de aprobación en el área de las matemáticas, que si bien es necesario explicar el contexto de su uso, aportaciones al estudiante, también es tarea del profesor el describir los pasos, los productos entregables y los criterios de evaluación al estudiante, para que en ámbito de armonía y con actitud competitiva permitan desempeñarse dentro y fuera de un salón de clases.

Durante estos periodos escolares, se incrementó sin duda el porcentaje de materias y estudiantes aprobados en comparación con otros semestres o ciclos escolares, lo que deja de manifiesto que a mayor número de profesores que se atrevan a utilizar estas herramientas tecnológicas como GeoGebra, será mayor el beneficio para los estudiantes y debemos apostar por utilizar estas tecnologías en el área de las matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrés, Marina; Coronel, María Teresa; Di Rico, Enrique; Luna, Juan Pablo; Sessa, Carmen. (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.

<https://www.redalyc.org/journal/405/40576159002/40576159002.pdf>

Arcavi, A., y Hadas, N. . (2000). Computer Mediated Learning: An Example of an Approach. Computer

Mediated Learning: An Example of an ApprInternational Journal of Computers for

Mathematical Learning, 5, 25–45. <https://doi.org/10.1023/A:>

1009841817245.

Anthony, Glenda, Walshaw, Margaret, 2017. Pedagogía eficaz en matemática. Nternational Academy

Of Educationseries Prácticas Educativas.

Bedada, Tola Bekene, Machaba, M. France. (2022). Investigation of student's perception learning

calculus with GeoGebra and cycle model <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1359583.pdf>

Benning, Issac. (2020). Enacting Core Practices of Effective Mathematics Pedagogy with

GeoGebra. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1306877.pdf>

Cuccia, Emiliano Javier. (2017). Abstracción y matemática en el Comentario a la Física de



- Tomás de Aquino: más allá de las operaciones intelectuales.
<https://www.redalyc.org/journal/854/85451404007/>
- Díaz, Juan José; Bermejo, Vicente. (2007). Nivel de abstracción de los problemas aritméticos en alumnos urbanos y rurales. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33500303>
- Da Silva Santos , F., & López Vargas , R. (2020). Efecto del Estrés en la Función Inmune en Pacientes con Enfermedades Autoinmunes: una Revisión de Estudios Latinoamericanos. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 1(1), 46–59. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v1i1.9>
- Favieri, Adriana, Williner, Betina. (2023). Interactividad en tareas matemáticas con GeoGebra. <https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617003/>
- García-Lázaro, Desiré; Martín-Nieto, Rebeca. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. <https://www.redalyc.org/journal/4677/467774008007/467774008007.pdf>
- Hernández, Alexander, Perdomo-Díaz, Josefa, Camacho-Machín, Matías. (2020). Classroom events on problem solving with geogebra anticipated by future mathematics teachers. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED630021.pdf>
- Icaza Cárdenas, C. K., Riquero Pincay, C. J., & Márquez Villegas, V. T. (2023). Comunicación estratégica para el sector turístico sustentable. *Emergentes - Revista Científica*, 3(2), 70–87. <https://doi.org/10.60112/erc.v3i2.34>
- Leal Ramírez, Ing. Sergio; Lezcano Rodríguez, Dr. C. Luis Enrique; Gilbert Benítez, Dr. C. Emma Margarita. (2021). Usos innovadores del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática. <https://www.redalyc.org/journal/3606/360670798011/360670798011.pdf>
- Martin Guillén, Yasser; Lezcano Rodríguez, Luis Enrique. (2021). El GeoGebra en la clase de matemática de la enseñanza media desde los móviles. <https://www.redalyc.org/journal/3606/360670689008/360670689008.pdf>
- Martínez Hernández , R. (2023). Blended Learning en el aprendizaje de idiomas: Una revisión de la literatura académica. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica* , 3(2), 113–138. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v3i2.36>
- Navarro Ibarra, Lizet, Cuevas Salazar, Omar. (2021). The Impact of a Didactic Strategy using



Technology to Strengthen the Learning of Mathematics.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1289384.pdf>

Pizzorno Rubio, Sergio and MONTIEL-ESPINOSA, Gisela. Ambientes Virtuales de aprendizaje construidos socialmente con Herramientas de Autor de GeoGebra. *Innovaciones Educativas* [online]. 2021, vol.23, n.34, pp.213-227. ISSN 2215-4132.

Putra, Zetra Hainul, Afrillia, Yesi Martha, Dahnilsyah, Tjoe, Hartono. (2023). Prospective elementary teachers' informal mathematical proof using GeoGebra: The case of 3D shapes.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1400611.pdf>

Ramírez Santamaría, Bolívar A. (2020). GeoGebra en 2D y 3D como recurso didáctico en un curso de integración múltiple: una experiencia de enseñanza-aprendizaje.

<https://www.redalyc.org/journal/6079/607963609003/607963609003.pdf>

Rubio Rodríguez, A. D., & Leon Reyes, B. B. (2024). Actividades Deportivas para Mejorar el Aprendizaje en la Materia de Física. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 5(2), 398–409. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.139>

Ruiz Díaz Benítez, J. R. (2023). Diseño de una Arquitectura de Referencia en la Logística de Abastecimiento Inteligente de Almacenes mediante el uso de Tecnologías de la Industria 4.0. Caso Almacenes retail de la Ciudad de Pilar. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 4(2), 55–70. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v4i2.46>

Seloane, Philemon M., Ramaila, Sam, Ndlovu, Mdutshekelwa. (2023). Developing undergraduate engineering mathematics students' conceptual and procedural knowledge of complex numbers using GeoGebra. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1412592.pdf>

Tecnológico Nacional de México. (2016). Temario de Cálculo Vectorial del Instituto Tecnológico de Toluca. <https://www.tolucatecnm.mx/downloads/programa/6/ac004-calculo-vectorial.1645164618.pdf>

Vergara Ibarra, José Luis. (2021). Sólidos de revolución con GeoGebra. <https://www.redalyc.org/journal/6079/607965937001/607965937001.pdf>

Voskoglou, Michael. (2019). Comparing Teaching Methods of Mathematics at University Level. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1231084.pdf>

