



Efectos del uso de dispositivos móviles y Geogebra en el aprendizaje de estudiantes universitarios¹

Effects of the use of mobile devices and Geogebra on the learning of university students

ELENA ORELLANA VILLAZÓN²

Universidad Católica del Norte, Chile

eorellana@ucn.cl

<https://orcid.org/0000-0002-8773-4423>

SONIA BELÉN VAL BLASCO

Universidad de Zaragoza, España

<https://orcid.org/0000-0002-9140-9367>

Resumen:

En el ámbito de la educación superior, posterior a la pandemia, las universidades chilenas recibieron una generación de estudiantes provenientes de un mundo académico virtual que demandan la articulación entre metodologías activas y el uso de la tecnología en el desarrollo de las clases, ofreciendo la oportunidad al profesorado de aplicar distintas estrategias de enseñanza. El objetivo de la presente investigación es analizar los efectos del uso de dispositivos móviles junto con el *software* Geogebra en el aprendizaje de estudiantes universitarios validado mediante un modelo de ecuaciones estructurales, en cursos de primer año de Ingeniería, implementado como una estrategia de trabajo alternativa de apoyo

Abstract:

Following the pandemic, Chilean universities have received a generation of students from a virtual academic world who demand the articulation of their lesson through a combination of active methodologies and the use of technology, offering teachers the opportunity to apply different teaching strategies. The objective of this study is to analyze the effects of the use of mobile devices together with the Geogebra software on the learning of 79 first-year Engineering students at the Universidad Católica del Norte. This approach was implemented as an alternative work strategy to support teachers and students. The study is quantitative and descriptive-correlational. Data were gathered by means of a questionnaire designed ad hoc and vali-

1 Cómo referenciar este artículo (How to reference this article):

Orellana Villazón, E. y Val Blasco, S. (2024). Efectos del uso de dispositivos móviles y Geogebra en el aprendizaje de estudiantes universitarios. *Educatio Siglo XXI*, 42(3), 31-52. <https://doi.org/10.6018/educatio.603361>

2 Dirección para correspondencia (Correspondence address):

Elena Orellana Villazón. Departamento de Matemáticas, Oficina A-110, Facultad de Ciencias. Universidad Católica del Norte. Chile.

para docentes y estudiantes. El enfoque metodológico del estudio es cuantitativo de corte descriptivo correlacional, en el cual participaron 79 estudiantes de Ingeniería de la Universidad Católica del Norte obteniendo información mediante el análisis de un cuestionario creado *ad-hoc* aplicado por dos períodos consecutivos, análisis descriptivos, análisis factorial y un modelo de ecuaciones estructurales. Los principales resultados evidencian una alta motivación con el uso de estos recursos tecnológicos en el aula y un aumento del rendimiento académico del estudiantado mostrando la utilidad y la versatilidad de una forma interactiva de enseñar aplicable a distintos niveles y en diversos cursos de matemáticas.

Palabras clave:

enseñanza superior; estrategias educativas; aprendizaje activo; innovación educativa; tecnología de la información y de la comunicación; logro en matemáticas; aprendizaje mejorado con tecnología.

dated through a structural equation model. The questionnaire was applied during two consecutive periods and descriptive and factorial analyses were performed. The main results show a high motivation with the use of these technological resources in the classroom and an increase in the academic performance of the students. This shows the usefulness and versatility attached to the interactive way of teaching tested in this study which can be applied across different levels and mathematics courses.

Key words:

higher education; educational strategies; activity learning; educational innovation; information and communication technology; mathematics achievement; technology enhanced learning.

Résumé:

Dans le domaine de l'enseignement supérieur, après la pandémie, les universités chiliennes ont accueilli une génération d'étudiants issus d'un monde académique virtuel qui exigent l'articulation entre méthodologies actives et utilisation de la technologie dans le développement des cours, offrant la possibilité aux enseignants d'appliquer différentes stratégies pédagogiques.

L'objectif de cette recherche est d'analyser les effets de l'utilisation des appareils mobiles avec le logiciel Geogebra sur l'apprentissage des étudiants universitaires validés par un modèle d'équation structurelle, dans les cours d'ingénierie de première année, mis en œuvre comme stratégie de travail alternative pour soutenir les enseignants et les étudiants. L'approche méthodologique de l'étude est quantitative, descriptive-corrélative, à laquelle ont participé 79 étudiants en ingénierie de l'Universidad Católica del Norte, obtenant des informations à travers l'analyse d'un questionnaire créé ad hoc appliqué pendant deux périodes consécutives, analyse descriptive, analyse factorielle et un modèle d'équation structurelle. Les principaux résultats montrent une forte motivation pour l'utilisation de ces ressources technologiques en classe et une augmentation des performances académiques des étudiants, démontrant l'utilité et la polyvalence d'une manière interactive d'enseignement applicable à différents niveaux et dans divers cours de mathématiques.

Mots clés:

enseignement supérieur; stratégies éducatives; apprentissage par l'activité; innovation pédagogique; technologies de l'information et de la communication; réussite en mathématiques; apprentissage amélioré par la technologie.

Fecha de recepción: 23/02/2024

Fecha de aceptación: 29/05/2024

1. Introducción

Después de dos años con clases *online* producto de la pandemia, las universidades chilenas recibieron nuevas generaciones de estudiantes que exigen el uso de la tecnología y metodologías activas en el aula (Palma et al., 2021), no sólo para establecer una transición natural hacia las clases presenciales, sino que también para beneficiarse de las habilidades que las herramientas tecnológicas permiten en su proceso formativo (Domínguez et al., 2022), tanto en contexto de educación virtual como en educación presencial ha sido posible utilizar el *software* Geogebra, que es un programa gratuito, se encuentra en Internet y ha sido empleado en todos los niveles educativos (Orellana-Campoverde y Erazo-Álvarez, 2021), pues es una herramienta completa y fácil de usar, siendo una de las más populares (Cenas et al., 2021; Vaillant et al., 2020). El *software* Geogebra puede proveer al estudiantado de diferentes habilidades matemáticas y distintos niveles de entendimiento en base a la visualización, interacción y manipulación de objetos matemáticos en un entorno multimedia (Villagrán et al., 2018). Las investigaciones realizadas en la enseñanza de las matemáticas reportan que Geogebra es una herramienta que contribuye al desarrollo del pensamiento matemático, mediante el análisis e interpretación de diferentes formas de representación y visualización (Caligaris et al., 2015; Cenas et al., 2021).

La Universidad Católica del Norte, ubicada en la región de Antofagasta en Chile, imparte una gama de carreras de Ingeniería que se denominan Ingenierías de base científica, las cuales tienen en sus programas de estudio una sólida formación en matemáticas (Comunidad UCN, 2017). La asignatura de Cálculo Diferencial es parte de la malla curricular del primer año y semestre de las Ingenierías, considerada una asignatura con temáticas de alto nivel de abstracción y en la cual se ha detectado que el estudiantado presenta dificultades en su comprensión (Hernández et al., 2019), pues se encuentra asociada a competencias que apuntan a un componente más bien teórico y procedimental (Rodríguez et al., 2020). En general, se ha abordado esta asignatura desde los métodos tradicionales, es decir, desarrollo teórico y algebraico en la pizarra y la resolución de ejercicios en clases, enfocados a lo conceptual y al cálculo algebraico, perdiendo la gran oportunidad que presentan las temáticas del curso, de enseñar los conceptos de manera gráfica, visual e interactiva. “Los conceptos del cálculo, como función, límite, derivada e integral

(entre otros), son por lo general abordados en los cursos de cálculo de manera algebraica por parte de los profesores y alumnos” (Portillo et al., 2019, p.6).

El profesorado ha realizado importantes esfuerzos para estar a la altura de los nuevos desafíos en la educación universitaria, diseñando e implementando nuevas formas de llevar a cabo el proceso de enseñanza - aprendizaje utilizando tecnologías al alcance de todos, como el dispositivo móvil, que actualmente es de uso masivo, lo que permite convertir un elemento que se relaciona como distractor en un recurso tecnológico que apoya el aprendizaje (Ballesteros et al., 2020), en combinación con Geogebra facilita el uso de diferentes formatos digitales y representaciones, lo cual favorece la comprensión de conceptos matemáticos abstractos por medio de la transición de lo estático a lo dinámico (Cenas et al., 2021), para enseñar conceptos abstractos y representarlos gráficamente de manera dinámica, con movilidad, en un escenario más concreto y observar los cambios que se producen en las funciones cuando se cambian los parámetros, se mueve un punto y se tiene acceso a la visualización del gráfico, dando la oportunidad de resolver diversos ejercicios y problemas. Algunos autores describen al *software* Geogebra como uno de los asistentes matemáticos desarrollados como *software* libre más popular en los últimos años, un recurso escrito en Java y disponible en múltiples plataformas que permite la visualización dinámica de figuras geométricas, lo que facilita analizar la variación en sus propiedades y relaciones, posibilita examinar un objeto matemático en diferentes registros de representación, por medio de la articulación de su interfaz gráfica con una algebraica, lo que favorece el aprendizaje de las matemáticas (Barahona et al., 2015; Yohannes y Chen, 2021; Zhang et al., 2023).

El material interactivo que se ha elaborado con Geogebra disponible en www.geogebra.org, es vinculado al material educativo del curso mediante un código QR o un enlace, de esta manera con los dispositivos móviles es posible escanear los códigos QR o ingresar directamente a la página de Internet a través de un enlace.

El objetivo general de la investigación es analizar los efectos del uso del material interactivo elaborado en Geogebra y el dispositivo móvil para su visualización, en el aprendizaje de estudiantes de primer año de Ingenierías de base científica en la Universidad Católica del Norte, validado mediante diversos análisis estadísticos para mostrar que favorece a la comprensión y a la aplicación de los conceptos relacionados con el

curso. Para el desarrollo de la investigación se plantearon las siguientes preguntas:

PI1: ¿Cuáles son los efectos del uso de material interactivo y dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Ingeniería?

PI2: ¿Cuáles son los efectos en el rendimiento académico del estudiantado del uso de material interactivo y dispositivos móviles?

La presente investigación propone una alternativa interactiva para llevar a cabo el proceso de enseñanza - aprendizaje, con el uso de Geogebra y un dispositivo móvil y medir el efecto en el aprendizaje del estudiantado, convirtiéndose de este modo en un valioso apoyo para estudiantes y profesores, ya que es innegable el interés que despierta el uso de este tipo de herramientas tecnológicas en el estudiantado (Ballesteros et al., 2020). De este modo, tener como aliados herramientas tecnológicas de fácil acceso y uso masivo y aplicarlo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no solo en asignaturas de matemáticas, sino también de otras asignaturas, en distintos establecimientos educativos y en distintos niveles.

2. Marco Metodológico

2.1. Diseño e implementación

El enfoque metodológico de la investigación es cuantitativo de corte descriptivo correlacional aplicado en dos etapas, el primer semestre del 2022 y el primer semestre del 2023, en la asignatura de Cálculo Diferencial en estudiantes que cursaban el primer año de Ingeniería, para lo cual la investigación se dividió en cuatro fases, consideradas pertinentes para una mejor organización del estudio. La descripción de las fases de forma resumida es la siguiente:

- Fase 1: diseño y elaboración del material interactivo en Geogebra asociadas a problemas del Cálculo Diferencial.
- Fase 2: implementación en el aula de las actividades utilizando el material interactivo para explicar conceptos teóricos de manera gráfica junto con actividades en que los y las estudiantes deben hacer uso de su dispositivo móvil para visualizar y resolver problemas.

- Fase 3: aplicación de evaluaciones y un cuestionario para recoger información sobre el avance y la percepción del estudiantado con el uso de las herramientas tecnológicas, la estrategia de enseñanza aplicada y sus efectos en el aprendizaje.
- Fase 4: análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos.

La estrategia utilizada para el desarrollo de las actividades en clases fue aplicada con Talleres de ejercicios que se desarrollaron en grupos, en los cuales el estudiante escanea con su dispositivo móvil, el código QR que se encuentra en cada problema y de igual manera se comparte el enlace, el cual los redirigirá a una página interactiva de Geogebra previamente elaborada por el docente. Una vez que se accede y se visualiza la página interactiva, es posible manipular con la herramienta deslizadores que posee Geogebra con la cual puedan dar movimiento a un objeto matemático, y así dar respuesta a las preguntas planteadas, posteriormente se pide al estudiantado verificar sus respuestas mediante cálculos algebraicos con lápiz y papel. Cada situación propuesta exige el uso de una página interactiva de Geogebra y el dispositivo móvil para visualizar y está orientada al desarrollo de habilidades de visualización y de resolución de problemas. Las actividades de desarrollo son las que permiten la construcción del aprendizaje, ya que se encargan de brindar al estudiante la posibilidad de manipular diferentes objetos matemáticos como, por ejemplo, recorrer una curva, mover una curva, aumentarla o disminuirla en su tamaño (Pon et al., 2018). Los ejercicios se presentan a los y las estudiantes en formato digital y posteriormente son puestos en la plataforma educativa del curso, de igual manera con todas las presentaciones y el material utilizado para las clases.

2.2. Muestra

La muestra de estudio fue dos grupos de estudiantes de Ingeniería de base científica, que cursaron la asignatura de Cálculo Diferencial, cuya selección fue mediante muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández et al., 2014), sujeta al curso asignado a los investigadores.

En la primera etapa, el grupo estaba formado por un total de 38 participantes de los cuales 65.7% son hombres y un 34.3% son mujeres, provenientes de distintos tipos de establecimientos educacionales, el

55.2% proviene de un establecimiento subvencionado, el 34.2% de uno público y el 10.6% de uno privado, En la segunda etapa, el grupo estaba formado por un total de 41 estudiantes de los cuales 65.8% son hombres y 34.2% son mujeres, donde el 63.4% proviene de un establecimiento subvencionado, el 29.2% de uno público y el 7.4% de uno privado.

Las edades de la muestra total varían entre 18 y 21 años, cuya edad promedio es de 18.27 años, la mayoría del estudiantado vive en la zona norte de Chile, siendo Antofagasta la ciudad principal de residencia.

En ambas etapas de la investigación los participantes corresponden a la misma población, analizando el efecto de varias intervenciones y recogiendo información con evaluaciones y un cuestionario, haciendo un seguimiento del rendimiento académico y analizando los efectos que tiene en el aprendizaje el uso de recursos, como el material interactivo de Geogebra y el dispositivo móvil junto con una estrategia que vincule el proceso de enseñanza - aprendizaje con los recursos tecnológicos utilizados.

2.3. Instrumentos

La información sobre el rendimiento académico de los grupos que participaron en el estudio se obtuvo mediante evaluaciones aplicadas en la asignatura de acuerdo a los resultados de aprendizaje establecidos en el programa del curso, mencionados a continuación:

- Emplear las propiedades de los números reales.
- Resolver problemas que involucren curvas cónicas.
- Calcular límite de formas indeterminadas de funciones reales en una variable.
- Determinar continuidad de funciones reales en una variable.
- Calcular la derivada de funciones reales en una variable.
- Interpretar la derivada en problemas físicos y geométricos.
- Bosquejar el gráfico de funciones reales en una variable.
- Resolver problemas de optimización de funciones reales en una variable.

Durante el curso se realizaron tres evaluaciones: la primera evaluación abarcó los temas relacionados con los Números Reales, Cónicas y Funciones, en la segunda evaluación se valoraron los temas de Límite y Continuidad de Funciones y en la tercera evaluación se valoraron los temas de Derivadas y sus diferentes aplicaciones físicas y geométricas.

Para obtener información sobre el efecto en el aprendizaje del uso de los dispositivos móviles en combinación con Geogebra y la estrategia aplicada se realizó un cuestionario denominado “Encuesta de percepción del estudiantado sobre el uso de Geogebra y dispositivos móviles y su efecto en el aprendizaje”, de elaboración propia, que consistía en 30 ítems, de escala tipo *Likert* del 1 al 5 desde “Muy en desacuerdo” hasta “Muy de acuerdo”. La construcción del instrumento se realizó en *Google Forms*, que permite crear encuestas en formato digital y compartirlas por correo electrónico a los participantes. La validación del instrumento se realizó mediante una prueba piloto, lo que permitió corregir la redacción y replantear algunas de las respuestas (Chaves y Rodríguez, 2018), luego se realizó un análisis factorial exploratorio y un análisis factorial confirmatorio, el cual nos permitió comparar la estructura teórica con la estructura entregada por el análisis y determinar el número de factores y las correlaciones entre los ítems. En el análisis de fiabilidad se obtuvo un coeficiente Alpha de Cronbach general de $\alpha = .905$, lo que nos permitió verificar que el instrumento tiene una alta consistencia interna (Chaves y Rodríguez, 2018; Villavicencio et al., 2016). El análisis factorial exploratorio nos permitió ajustar la estructura planteada teóricamente y se determinó que la mayoría de los ítems de cada factor estaban correlacionados, salvo los ítems 24, 26, 29 y 30, que mostraron una baja correlación con los factores extraídos, por lo que fueron eliminados de la encuesta, de esta forma se mantuvo los tres factores planteados, corroborándose con la aplicación en la segunda etapa. La estructura teórica de la encuesta se describe en el apartado siguiente:

- Uso de dispositivos móviles: los ítems que se relacionan con esta dimensión apuntan a indagar la percepción del estudiantado sobre la utilidad del dispositivo móvil como herramienta tecnológica en su aprendizaje, el acceso y disponibilidad de este recurso.
- Uso de Geogebra: los ítems que se relacionan con esta dimensión apuntan a indagar la percepción del estudiantado sobre la utilidad que le brindó para su aprendizaje el uso de páginas interactivas de Geogebra, las cuales fueron elaboradas para el curso y utilizadas durante las clases con ayuda de los dispositivos móviles, ya sea escaneando un código QR o compartiendo el enlace (Cueva et al., 2018). Algunas páginas interactivas utilizadas en los talleres de ejercicios se pueden observar ingresando a los siguientes enlaces: <https://www.geogebra.org/m/qxrcdzpg>

<https://www.geogebra.org/m/qnrwte7x>
<https://www.geogebra.org/m/RYCBCYSx>
<https://www.geogebra.org/m/a3d9TvpQ>
<https://www.geogebra.org/m/FuGah7Hw>
<https://www.geogebra.org/m/hBq3YtXV>
<https://www.geogebra.org/m/JEbupwbV>

- Efectos en el aprendizaje del uso de recursos tecnológicos: los ítems que se relacionan con esta dimensión apuntan a obtener información sobre la estrategia aplicada por el docente en el aula, la pertinencia de las evaluaciones, la experiencia del estudiantado y su percepción sobre su proceso de aprendizaje en el curso con el uso de los recursos tecnológicos aplicados.

Las dimensiones e ítems de la encuesta estaban estructurados inicialmente como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Dimensiones e ítems de la Encuesta de percepción del estudiantado sobre el uso de Geogebra y dispositivos móviles y su efecto en el aprendizaje

Dimensiones	Ítems
Factor 1. Uso de dispositivos móviles	<ol style="list-style-type: none">1. Tengo acceso a un dispositivo móvil con facilidad2. El dispositivo móvil me facilitó el ingreso a las páginas interactivas de Geogebra3. Las aplicaciones de lectura de códigos QR son gratuitas y de fácil acceso4. Dispongo de lector de código QR en mi dispositivo5. Los códigos QR vinculados a páginas interactivas de Geogebra me facilitaron la visualización de los gráficos6. Prefiero escanear un código QR que escribir el enlace de la página7. El uso del dispositivo móvil me facilitó el acceso al material del curso8. Con el dispositivo móvil puedo ingresar directamente a las páginas interactivas9. El dispositivo móvil dejó de ser un distractor en las clases10. Recomendarías el uso de dispositivos móviles en otras asignaturas

Dimensiones	Ítems
Factor 2. Uso de Geogebra	11. Las páginas interactivas de Geogebra utilizadas en la asignatura facilita la comprensión del concepto de Funciones y Límites
	12. Las páginas interactivas de Geogebra utilizadas en la asignatura facilita la comprensión del concepto de Derivadas y sus aplicaciones
	13. Crees que el uso de páginas interactivas de Geogebra y las actividades asociadas mejora tu comprensión de los conceptos de la asignatura
	14. Las páginas interactivas de Geogebra me permitieron visualizar claramente el gráfico asociado a los problemas
	15. Las páginas interactivas de Geogebra me permitieron aprender con más facilidad que sin el uso de ellas
	16. Las páginas interactivas de Geogebra facilita la aplicación de los contenidos teóricos
	17. Las páginas interactivas me permitieron establecer relaciones entre los contenidos teóricos y su aplicación
	18. Las páginas interactivas de Geogebra me permiten considerar distintas perspectivas de análisis de un ejercicio
	19. Te parece útil la intervención con actividades de páginas interactivas en la asignatura
	20. Recomendarías el uso de páginas interactivas de Geogebra en otras asignaturas
Factor 3. Efectos en el aprendizaje	21. La metodología de enseñanza del profesor fue la adecuada
	22. El profesor te orienta sobre cómo resolver las actividades o trabajos
	23. El uso de páginas interactivas y dispositivos móviles me ayudó a comprender mejor los contenidos del curso
	24. El profesor ofrece la instancia para que le hagas preguntas
	25. El uso de páginas interactivas y dispositivos móviles me ayudó a obtener mejores calificaciones
	26. Estas satisfecho/a con las calificaciones obtenidas en el curso
	27. Las evaluaciones del curso fueron variadas
	28. Crees que las evaluaciones se ajustaron al material del curso
	29. El profesor te propone actividades que te mantienen interesado/a
	30. El profesor utilizó diversos recursos tecnológicos para explicar los contenidos

3. Resultados

El análisis de datos fue realizado con los *softwares* SPSS y AMOS versión 26, para establecer las características y las relaciones entre cada una de las variables independientes, uso de los dispositivos móviles, uso de Geogebra y efectos en el aprendizaje, comenzando con un estudio descriptivo con determinación de medidas de tendencia central, máximos y mínimos, índices de curtosis y asimetría para la muestra de cada etapa, como se observa en la Tabla 2 y la Tabla 3.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de la etapa 1

	Media	Desviación Estándar	Min-Max	Asimetría	Curtosis
Factor 1	4.40	.577	1-5	-.282	-.717
Factor 2	4.56	.507	1-5	-.257	-.110
Factor 3	4.16	.746	1-5	-.274	-.076

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de la etapa 2

	Media	Desviación Estándar	Min-Max	Asimetría	Curtosis
Factor 1	4.41	.500	1-5	-.435	-.976
Factor 2	4.48	.510	1-5	-.085	-.174
Factor 3	4.20	.816	1-5	-.399	-.373

La media de cada factor indica que la mayoría del estudiantado contestó que está de acuerdo o totalmente de acuerdo con los ítems planteados, lo que nos muestra un alto nivel de satisfacción y aprobación con las actividades realizadas usando sus dispositivos móviles y Geogebra. La curtosis negativa nos indica que los datos tienen una distribución uniforme, es decir relativamente plana en torno a la media en cada factor y la desviación estándar nos indica que no hay una variabilidad significativa entre los factores (Chaves y Rodríguez, 2018), la asimetría negativa nos indica que los datos se distribuyen a la derecha de la media. Esto nos confirma que las respuestas se concentran en la opción de acuerdo y totalmente de acuerdo. Con el fin de observar el tipo de correlación entre los factores se realizó la matriz de correlación de Pearson, lo que nos muestra que las tres dimensiones presentan asociaciones positivas y significativas como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4

Matriz de correlación de Pearson entre dimensiones

	Uso de dispositivos móviles	Uso de Geogebra	Efectos en el aprendizaje
Uso de dispositivos móviles	1	.845	.902
Uso de Geogebra	---	1	.955
Efectos en el aprendizaje	---	---	1

Se realizó la prueba de normalidad la cual nos indicó que los datos no se distribuyen normalmente (Kolmogorov-Smirnov, .05), donde se obtuvo $KMO = .81$ y prueba de Bartlett con una significación de .000, lo que se considera conveniente para someter los datos a un análisis factorial exploratorio (López-Aguado y Gutiérrez-Provecho, 2019), para el cual se usó el método de extracción de componentes principales y el método de rotación Varimax Kaiser (Lloret-Segura et al., 2014) de esta manera se obtuvo el número de tres componentes, lo que está de acuerdo a la estructura teórica planteada, el análisis evidencia que los factores extraídos explican un 65% de la varianza, las comunalidades oscilaron entre .417 en el ítem 6 y .981 en el ítem 16, en cada factor la mayoría de los ítems están altamente correlacionados (López-Aguado y Gutiérrez-Provecho, 2019), salvo los ítem 24, 26, 29 y 30.

Para confirmar el modelo derivado del análisis factorial exploratorio, se realizó análisis factorial confirmatorio con el método de estimación máxima verosimilitud robusta, con lo que se comprobó que todos los ítems obtuvieron cargas factoriales con valores superiores a .5 (Lloret-Segura et al., 2014), por lo que se mantuvieron todos los ítems integrados en el análisis factorial confirmatorio. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5
Matriz de factores rotados

Ítems	F1	F2	F3
1	.835		
2	.889		
3	.913		
4	.899		
5	.901		
6	.942		
7	.927		
8	.952		
9	.944		
10	.923		
11		.918	
12		.980	
13		.975	
14		.967	
15		.970	
16		.981	
17		.964	
18		.973	
19		.961	
20		.971	
21			.796
22			.744
23			.747
24			
25			.743
26			
27			.548
28			.725
29			
30			

Para conocer la bondad de ajuste se realizó la prueba de índice de ajuste normado (NFI), índice de ajuste incremental (IFI), índice de Tucker-Lewis (TLI), índice de bondad de ajuste comparativo (CFI), la raíz del

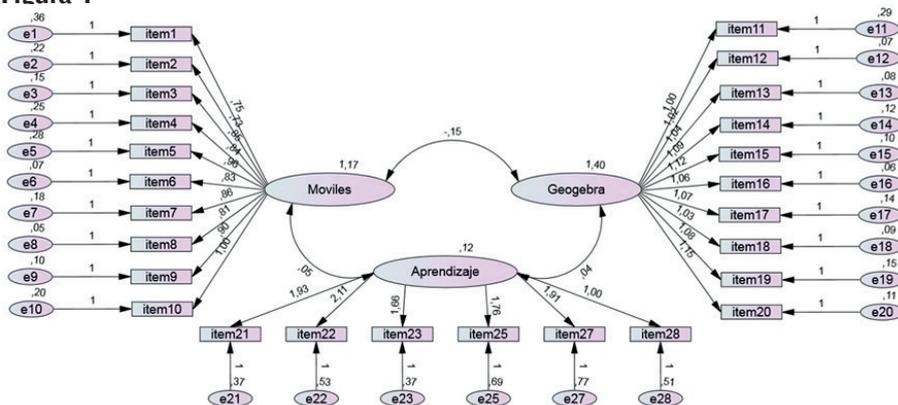
residuo cuadrático promedio (RMR), la raíz del residuo cuadrático de aproximación (RMSEA), que debe ser menor a .05 para tener un buen ajuste del modelo, los valores obtenidos mostraron que el modelo planteado mostró índices de ajustes adecuados como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6
Índices de ajuste del modelo

	χ^2	df	p	χ^2/df	NFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA
Valores	185.2	115.03	.000	1.610	.963	.951	.922	.935	.048

Finalmente el modelo de ecuaciones estructurales derivado de la estructura teórica planteada, ajustado a las correlaciones encontradas se muestra en la Figura 1.

Figura 1



Modelo de tres factores

Respecto de los resultados del rendimiento académico, considerando que la escala nacional de calificaciones varía de 1 a 7, desde 1 a 3.9 se considera que el estudiante no ha logrado los resultados de aprendizajes (reprobado) y de 4 a 7 se consideran logrados (aprobado). En la etapa 1, la muestra obtuvo un promedio de 5.5 y el 82.9% logró una calificación mayor o igual a 4. En la etapa 2, la muestra obtuvo un promedio de 5.2 y el 76% logró una calificación mayor o igual a 4, los resultados de aprendizajes esperados se consideran logrados si el estudiante obtiene una calificación mayor o igual 4, con los resultados obtenidos fue posible constatar que el rendimiento académico de los grupos fue bueno y más del 70% logró los resultados de aprendizajes esperados.

4. Conclusiones y discusión

En el contexto que actualmente están inmersas las universidades, es importante monitorear y analizar constantemente la efectividad del uso de recursos tecnológicos en el aula (Durán-Chinchilla et al., 2021; Reis et al., 2019; Rentería-Macías, 2021), actualizando las metodologías y combinando el uso de los recursos para un mayor beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje (Padilla y Ayala, 2021; Ríos et al., 2018). Durante la pandemia por la Covid-19, el profesorado tuvo que improvisar adaptaciones de sus metodologías activas utilizando principalmente aplicaciones y plataformas virtuales, que en algunos casos no tuvo el éxito esperado (Crous et al., 2024). Después de la pandemia, en el aula se observó un estancamiento en la evolución de los aprendizajes escolares básicos (Domínguez et al., 2022), probablemente como una consecuencia del largo tiempo en clases virtuales, lo que dificultó la adquisición de aprendizajes más complejos y abstractos (Santana et al., 2022), de lo cual se infiere la necesidad de fortalecer las metodologías de enseñanza de las ciencias básicas (Araya, 2023), por lo que era imprescindible diseñar e implementar una estrategia de trabajo alternativa y novedosa para motivar al estudiantado en el transcurso de los años posteriores.

Los resultados obtenidos en la encuesta aplicada en la etapa 1 y en la etapa 2 evidencian un alto grado de satisfacción del estudiantado con el uso de sus dispositivos móviles junto con material interactivo elaborado en Geogebra y con las actividades realizadas en el aula, resultados que están de acuerdo con los observados por Caligaris et al. (2015) y Castro (2019). Otros autores sugieren que Geogebra es más efectivo cuando se implementa con menos de 50 personas, durante un período de cuatro semanas en la enseñanza del Cálculo y Geometría (Zhang et al., 2023). Según la percepción del estudiantado, podemos concluir que la metodología usada en clases fue adecuada, por lo que esta variable no interfiere de manera negativa en su rendimiento académico (Etapa 1, Factor 3, $M=4.16$; Etapa 2, Factor 3, $M=4.20$), también se reporta que las evaluaciones fueron variadas y se ajustaron a los contenidos estudiados en las clases (ítem 27, $M=4.3$; ítem 28, $M=4$), por lo que esta variable no interfiere en las calificaciones obtenidas por los estudiantes. La estructura teórica planteada fue confirmada mediante un modelo de ecuaciones estructurales en el que se observó altos valores de correlación entre cada

dimensión y sus ítems, mostrando la efectividad en el aprendizaje del uso de estos recursos tecnológicos en el aula.

El estudio está de acuerdo con algunos autores que afirman que la aplicación de programas al proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es fundamental en el trabajo con las representaciones, por su inmediatez y diferentes formas de presentar un objeto matemático. De esta manera se reporta resultados inmediatos en la comprensión de estos (Castro, 2019; Pon et al., 2018). Por otra parte, la comprensión de los conceptos matemáticos abstractos ha sido un tema de amplio estudio, no sólo por expertos en el área de las matemáticas y docentes sino también por psicólogos, filósofos y otros profesionales (Villagrán et al., 2018). En el aula se evidencia en el estudiantado que cuando existe un mayor nivel de abstracción en un concepto, la dificultad que presenta en su comprensión es también mayor (Hernández et al., 2019). Algunos autores destacan el uso de programas para la enseñanza de la matemática abstracta, ya que se evidencia una mejora en la comprensión de conceptos matemáticos, así como el establecimiento de relaciones entre diferentes representaciones (Hernández et al., 2019), lo que también está de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro estudio; sin embargo el uso de programas debe estar sustentado de una estrategia de enseñanza-aprendizaje. Esto concierne a una planificación, objetivos, metodología, elección de recursos didácticos y resultados de aprendizajes factibles de realizar (Cabanillas et al., 2020). Los dispositivos móviles son un recurso tecnológico que actualmente está disponible y es de uso masivo en estudiantes universitarios y Geogebra es un programa gratuito de fácil acceso, por lo que su combinación nos ha mostrado que potencia el aprendizaje de la matemática y es de gran apoyo para facilitar la creación y el uso de diversas estrategias de enseñanza en beneficio del estudiantado.

Respecto al rendimiento académico, los resultados obtenidos en las evaluaciones reportaron el logro de los resultados de aprendizajes esperados y en el aula se observó el desarrollo de la indagación, pensamiento analítico y motivación en el estudiantado. Cabe destacar que las condiciones de evaluación fueron las mismas en cuanto a tiempo, dificultad y puntaje, en ambas etapas, por lo que los resultados pueden atribuirse al uso de los recursos tecnológicos analizados, pues la investigación se aplicó asegurando las mismas condiciones entre ambos grupos, el efecto positivo del uso de Geogebra en el rendimiento académico fue observa-

do también en estudios realizados por los autores, Barahona et al. (2015), Rodríguez et al. (2020) y Villagrán et al. (2018).

En el presente estudio, más de un 70% del estudiantado indica que el uso del dispositivo móvil junto con Geogebra les ha permitido comprender los conceptos relacionados con el curso, mientras que ese porcentaje sube hasta el 79% cuando se trata de visualizar los gráficos asociados a los conceptos estudiados, ya que la inmediatez en su representación supone una ventaja para la asociación de contenidos y resultados, lo que está de acuerdo con las investigaciones de Cabanillas et al. (2020) y Mancha-Pineda et al. (2022). La utilización de recursos como Geogebra y los dispositivos móviles junto con una estrategia de enseñanza-aprendizaje han mejorado la adquisición de conceptos abstractos, también se observó una alta motivación y participación del estudiantado en las actividades propuestas.

Las aportaciones de este trabajo de investigación van en dos direcciones, en primer lugar incentivar al profesorado a implementar metodologías activas e interactivas en el aula, bajo monitoreo constante de los resultados de aprendizajes esperados y en segundo lugar la flexibilidad de adaptación a cualquier temática de las matemáticas y en cualquier nivel educativo del uso del dispositivo móvil como recurso didáctico, que puede ser combinada con distintos programas y estrategias de enseñanza.

Como limitación, el estudio se realizó en una universidad y una carrera específica, aun cuando las condiciones y la muestra considerada son particulares, este estudio puede aplicarse a diferentes asignaturas de matemáticas de distintos niveles, desde la enseñanza escolar hasta la enseñanza superior y se puede extender a otras instituciones que dispongan de estos recursos o que puedan adquirirlos, ya que potencia un gran número de estrategias y formas de enseñar.

Referencias Bibliográficas

- Araya Cabrera, M. P. (2023). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de seguimiento de las competencias del perfil de egreso. Una experiencia en Ingeniería Civil en la Universidad de Valparaíso. *Educatio Siglo XXI*, 41(2), 11-38. <https://doi.org/10.6018/educatio.50355>
- Ballesteros, V., Rodríguez, O., Lozano, S., y Nisperuza, J. (2020). El aprendizaje móvil

- en educación superior: una experiencia desde la formación de ingenieros. *Revista Científica*, 38(2), 243-257. <https://doi.org/10.14483/23448350.15214>
- Barahona, F., Barrera, O., Vaca, B., e Hidalgo, B. (2015). Geogebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 28(5), 121-132.
- Bautista, M., Victoria, E., Vargas, L., y Hernández, C. (2020). Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 9(17), 78-81. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6293>
- Cabanillas, J., Verísimo, S. y Luengo, R. (2020). Contraste en la percepción sobre el uso de una plataforma virtual para la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, 33-47. <https://doi.org/10.17013/risti.38.33-47>
- Caligaris, M., Schivo, M., y Romiti, M. (2015). Calculus y GeoGebra, an interesting partnership. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1183-1188
- Castro, L. (2019). Programa Geogebra y su aplicación en la enseñanza de la matemática. *HOLOPRAXIS Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(2), 116-133.
- Cenas, F., Blaz, F., Gamboa, L., y Castro, W. (2021). Geogebra: technological tool for the meaningful learning of mathematics in university students. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5 (18)
- Chaves, E., y Rodríguez, L. (2018). Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE). *Revista Ensayos Pedagógicos*. 13(1), 71-106. <http://dx.doi.org/10.15359/rep.13-1.4>
- Comunidad UCN. (2017). *Proyecto Educativo Institucional*. Universidad Católica del Norte.
- Crous, G., Rodríguez-Rodríguez J. y Padilla-Petry, P. (2024). Metodologías activas en la educación superior: el caso de la docencia no-presencial durante la pandemia de la Covid-19. *Educatio Siglo XXI*, 42(1), 9-32. <https://doi.org/10.6018/educatio.550001>
- Cueva, J., Sumba, N., y López, R. (2018). El uso de los códigos QR: una herramienta alternativa en la tecnología educacional. *Revista Publicando* 5, 83-106
- Del Moral Pérez, M.E., y Villalustre Martínez, L. (2012). University teaching in the 2.0 era: virtual campus teaching competencies. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 9, 231-244. <https://doi.org/10.7238/rusc.v9i1.1127>
- Díaz-García, I., Almerich Cerveró, G., Suárez-Rodríguez, J., y Orellana Alonso, N. (2020). La relación entre las competencias TIC, el uso de las TIC y los enfoques de aprendizaje en alumnado universitario de educación. *Revista de Investigación Educativa*, 38(2), 549-566. <https://doi.org/10.6018/rie.409371>
- Durán-Chinchilla, C., García-Quintero, C., y Rosado-Gómez, A. (2021). El rol docente y estudiante en la era digital. *Revista Boletín Redipe*, 10(2), 287-294. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i2.121>
- Domínguez, L., Pincay, F., Navas, W., y Mata, R. (2022). Las matemáticas en los entornos virtuales en tiempos de pandemia en la Educación Superior. *RECIAMUC*, 6(1), 193-202. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.193-202](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.193-202)
- García, Y., Marbán, M., y Arnal, M. (2020). Percepción de los estudiantes sobre el soft-

- ware Geogebra en el estudio de la estadística en los grados de Educación. *XXVIII Jornadas ASEPUMA – XVI, Encuentro Internacional Anuales de ASEPUMA* 28(105).
- GeoGebra. (s.f). <https://www.geogebra.org/>
- Hernández, C., Arteaga, E., y Del Sol, J. (2021). Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la Enseñanza de la Matemática. *Revista Conrado*, 17(79), 7-14.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández, B., Valdés, B., y Vivar, E. (2019). Algunas consideraciones sobre la comprensión de los contenidos matemáticos. *ROCA. Revista científica-educacional de la provincia Granma*, 2(15), 12-23.
- Holguin, J., Rodríguez Rojas, M., Romero Hermoza, R. M., Ledesma Pérez, F., y Cruz Montero, J. (2021). Competencias digitales y resiliencia: una revisión teórica enfocada en el profesorado. *Apuntes universitarios*, 11(4), 269-295. <https://doi.org/10.17162/au.v11i4.773>
- Krystalli, P. (2020). Undergraduate Students' Perceptions of Virtual Teaching. *European Journal of Social Science Education and Research*, 7(3), 121-130. <https://doi.org/10.26417/542zwn33i>
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., y Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151–1169. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.19936>
- López-Aguado, M., y Gutiérrez-Provecho, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-14. <http://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- López, J., Moreno, A., Pozo, S., y López, J. (2020). Efecto de la competencia digital docente en *blended learning* en formación profesional. *Investigación Bibliotecológica*, 34(83), 187-205. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2020.83.58147>
- Mancha-Pineda, E., Casa-Coila, M., Yana-Salluca, M., Mamani-Jilaja, D., y Mamani Vilca, P. S. (2022). Competencias digitales y satisfacción en logros de aprendizaje de estudiantes universitarios en tiempos de Covid-19. *Comuni@cción: Revista De Investigación en comunicación y desarrollo*, 13(2), 106-116. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.2.661>
- Noda, A. (2009). Pizarra digital interactiva en aulas matemáticas. *Números. Revista de Didáctica de las matemáticas* 72, 121-127.
- Orellana-Campoverde, J., y Erazo-Álvarez, J. (2021). Herramientas digitales para la enseñanza de Matemáticas en pandemia: Usos y aplicaciones de Docentes. *EPISTEME KOINONIA*. 4(8), 109 - 128. <https://dx.doi.org/10.35381/e.k.v4i8.1348>
- Padilla, J., y Ayala, G. (2021). Competencias digitales en profesores de educación superior de Iberoamérica: una revisión sistemática. *Revista iberoamericana para la investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1096>
- Palma, A., Loor, T., Salazar, G., y Hernández, L. (2021). La tecnología: impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje sincrónico y asincrónico de las universidades

- públicas de Manabí. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 5(13), 97-116. <https://doi.org/10.51896/atlante/SIKT5039>
- Pon, C., Tapia, A. Orellana, E., y Huerta, C. (2018, 5-9 de noviembre). *Uso de videos educativos, GeoGebra y códigos QR en el aprendizaje de Cálculo Diferencial en la Institución Universidad Católica del Norte*. [Ponencia] XIX Congreso Chileno de TIC para la Educación TICXED 2018. IEEE. Universidad Andrés Bello. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2018.8705261>
- Portillo, H., Ávila, M., Cruz, M., y López, C. (2019). GeoGebra y Problemas de Optimización. *Cultura Científica y Tecnológica* 16, 5-11.
- Pozo, S., López, J., Rodríguez, A., y López, J. (2020). Teachers' digital competence in using and analytically managing information in flipped learning. *Culture and Education*, 32(2), 1-13. <https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1741876>
- Reis, C., Pessoa, T., y Gallego-Amufat, M. (2019). Alfabetización y competencia digital en Educación Superior: una revisión sistemática. *Revista de docencia universitaria*, 17(1), 45-48.
- Rentería-Macías H. (2021). Competencias Digitales de los Estudiantes Universitarios en Ecuador. *Polo del conocimiento*, 11(6), 788-807. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3299>
- Ríos, J., Gómez, E., y Rojas, M. (2018). Valoración de competencias TIC del profesorado universitario: un caso en Chile. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (52), 55-65. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.04>
- Rodríguez-Martínez, A. (2021). Competencias digitales docentes y su estado en el contexto virtual. *Revista peruana de investigación e innovación educativa*, 1(2). <https://dx.doi.org/10.15381/rpiiedu.v1i2.21038>
- Rodríguez, L., Bravo, J., Pérez, A., y Rodríguez N. (2020). El Geogebra como recurso didáctico para la comprensión de las formas indeterminadas del Límite. *Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (Clame)*, 33(1), 751-762.
- Romero, M., Muñoz, J., Hidalgo, M., y Ariza, C. (2023). Validación de un cuestionario sobre hábitos de las redes sociales en los estudiantes de una universidad andaluza. *Aula Abierta*, 52(2), 109-116. <https://doi.org/10.17811/ri-fie.52.2.2023.109-116>
- Santana, M., Luna, L., Ramos, C., Guzmán, J., Martínez, L., y Lozano, E. (2022). Estrés y afrontamiento ante las clases virtuales en estudiantes universitarios durante la contingencia sanitaria por Covid-19. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 13(25). <https://doi.org/10.32870/dse.v0i25.1122>
- Vaillant, D., Zidán, E., y Biagas, G. (2020). Uso de plataformas y herramientas digitales para la enseñanza de la Matemáticas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28(108), 718-740. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802241>
- Villagrán, W., Cruz, E., Barahona, F., Barrera, O., y Insuasti, R. (2018). Utilización de GEOGEBRA como herramienta metodológica en la enseñanza de la geometría Analítica y su incidencia en el control del rendimiento académico de estudiantes del primer semestre de ingeniería. *Dominio de las Ciencias*, 4(4), 128-144. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i4.827>
- Villavicencio, E., Ruiz, W., y Cabrera, A. (2016). Validación de cuestionarios. Contri-

Orellana Villazón, E. y Val Blasco, S. (2024). Efectos del uso de dispositivos móviles y Geogebra en el aprendizaje de estudiantes universitarios. *Educatio Siglo XXI*, 42(3), 31-52

bución didáctica docente. *Revista OACTIVA UC Cuenca*, 1(3), 71-76. <http://dx.doi.org/10.31984/oactiva.v1i3.200>

Yohannes, A., y Chen, H. L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682-5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>

Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., Zhang, A., y Chen, G. (2023). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: a meta-analysis of 20 years of research. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>

