

Use of digital tools to improve the learning of differential calculus competence in engineering students.

Fernando Ysmael Cenas Chacon, Mg.¹, Yasmina Ramírez Sobalvarro Dra.²; Erick Carlo Figueroa Coronado, Dr.³

¹Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fernando.cenas@upn.edu.pe

²Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú, yramirezsl@unac.edu.pe

³Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú, fcoronadoe@ucvvirtual.edu.pe

Abstract.

The objective of this study was to demonstrate the improvement generated by the use of digital tools in the learning of differential calculus competence in students of the school of industrial engineering. Its approach was quantitative and was developed considering a quasi-experimental design, it was applied to 80 students of calculus I, experimental group 40 students and control group 40 students. A written test was administered individually using the virtual tool WirisQuizzes of Blackboard, the instrument was validated using the expert judgment technique, and by using the Spearman-Brown coefficient in the test of the two halves it reached a reliability of 0.941. The results showed that the use of digital tools contributed to the improvement of competences in differential calculus in the students, which was reflected in the results of the post-test in the experimental group where 47.5% (19 students) were at the satisfactory level, which when compared with the results obtained in the post-test of the control group, it was verified that this reached only 7.5% (3 students). When the general and specific hypotheses were tested, these presented an asymptotic significance $p=0.000$, so the null hypothesis was rejected

Keywords: Competence, differential calculus, digital tools.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Uso de herramientas digitales para mejorar el aprendizaje de la competencia de cálculo diferencial en estudiantes universitarios.

Fernando Ysmael Cenas Chacon, Mg.¹, Yasmina Ramírez Sobalvarro Dra.²; Erick Carlo Figueroa Coronado, Dr.³

¹Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fernando.cenas@upn.edu.pe

²Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú, yramirezsl@unac.edu.pe

³Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú, fcoronadoe@ucvvirtual.edu.pe

Resumen: El objetivo de este estudio fue demostrar la mejora generada por el uso de herramientas digitales en el aprendizaje de la competencia de cálculo diferencial en estudiantes de la escuela de ingeniería industrial. Su enfoque fue cuantitativo y se desarrolló considerando un diseño cuasi-experimental, se aplicó a 80 estudiantes de cálculo I, grupo experimental 40 estudiantes y grupo control 40 estudiantes. Se administró una prueba escrita de manera individual utilizando la herramienta virtual WirisQuizzes de Blackboard, el instrumento fue validado utilizando la técnica de juicio de expertos, y mediante el coeficiente de Spearman-Brown en la prueba de las dos mitades alcanzó una confiabilidad de 0.941. Los resultados mostraron que el uso de las herramientas digitales contribuyó a la mejora de las competencias en cálculo diferencial en los estudiantes, lo que se reflejó en los resultados del postest en el grupo experimental donde el 47,5% (19 estudiantes) se ubicó en el nivel satisfactorio, que al compararlo con los resultados obtenidos en el postest del grupo control, se verificó que éste alcanzó sólo el 7,5% (3 estudiantes). Sometidas a prueba las hipótesis general y específica, éstas presentaron una significación asintótica $p=0,000$, por lo que se rechazó la hipótesis nula.

Palabras clave: Competencia, cálculo diferencial, herramientas digitales.

I. INTRODUCCIÓN

Aprender matemáticas es una de las problemáticas más conocidas y antiguas, y dada la importancia de dicha ciencia en la educación requiere ser atendida, siendo uno de los escenarios donde se evidenció este tipo de preocupaciones el Foro Canadiense de Educación Matemática (FCEM), realizado durante el año 2009. Esta situación se convirtió en una necesidad concreta en el área de las Ingenierías, así como el provocar un cambio en la forma en cómo se aprende el cálculo diferencial por parte de los egresados de esta carrera [1].

El déficit en el aprendizaje y adquisición de competencias en cálculo diferencial en educación superior se debe a la utilización de metodologías tradicionales [2]. Actualmente los estudiantes no logran desarrollar competencias en cálculo diferencial [3].

Esta problemática que se convierte en un elemento troncal dentro de la educación superior, particularmente en las ingenierías no cuenta con experiencias recientes que documenten nuevos mecanismos para apoyar la formación de las competencias en cálculo diferencial sobre todo si se atiende las experiencias desarrolladas dentro del aula de clase tanto en educación básica como universitaria [4] Para los estudiantes de ingeniería se encuentran recurrentemente expuestos a fracasos en el área de cálculo diferencial, situación que los lleva a reprobar y generar una opinión negativa sobre las matemáticas, lo cual impacta en su desempeño académico [5].

II. MARCO TEÓRICO

A. El uso de herramientas digitales en educación

El uso de los recursos digitales beneficia la detección de errores al momento de resolver problemas en el área de cálculo diferencial, [6]. Es por medio del uso de estas que el estudiante logra vencer el desafío de aprender cálculo diferencial [7]. Al hacer uso de las herramientas digitales se logra llevar a los estudiantes a niveles muchos más altos en cuanto a la comprensión de los contenidos en el cálculo diferencial [8]. La presencia de las Tic y el uso de software aporta a que el estudiante comparta con sus compañeros y aprenda de forma colegiada, alcance un aprendizaje mucho más creativo, efectivo y comprenda los conceptos del cálculo diferencial lo cual es fundamental en el área de las Ingenierías [9].

Cuando los docentes hacen uso de herramientas tecnológicas para enseñar matemáticas, se encuentran diversificando su enfoque de enseñanza, contribuyen a la comprensión de los conceptos de Cálculo y desarrollan su capacidad de resolución de problemas [10]. Es por medio del uso de las Tic y los software que se ha logrado mayores niveles de comprensión y análisis, en la enseñanza del cálculo bajo [11].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Existen evidencias positivas en el uso de las Tic en el aprendizaje del cálculo diferencial, puesto que aporta a la confianza de los estudiantes al momento de experimentar nuevos retos y dar solución a problemáticas novedosas [12]. Es con el uso de técnicas computacionales y sus aplicaciones en el cálculo diferencial, que se amplía la asimilación y desarrollo de las competencias matemáticas en ámbitos profesionales especializados [13].

Las Tic aportan a la mejora de las competencias matemáticas, concretamente en cálculo diferencial, lo cual se ha comprobado en estudios realizados utilizando software como el GeoGebra [14]. Es por esta razón que al hacer uso de simuladores y programas especializados se logra llevar el aprendizaje del cálculo diferencial a otro nivel [15]. La introducción de las herramientas tecnológicas al momento de enseñar matemáticas, apoya la disminución de los niveles de desaprobación del cálculo diferencial [16].

B. Competencias en cálculo diferencial

Las matemáticas se consideran una ciencia de carácter altamente experimental y su mayor interés yace en la resolución de problemáticas conectadas con la vida lo cual se refuerza con la puesta en práctica de las nuevas tecnologías [17]. Es por esto que se requiere competencias digitales en los docentes, para motivar y compartir con los estudiantes formas novedosas de aprovechar el uso de las Tic [18].

Las competencias matemáticas representan una forma de manifestar acciones eficaces en diferentes contextos. Entre estas competencias se encuentran las denominadas teóricas metodológicas y sociales [19]. Concretamente las competencias teóricas son las que permiten que el estudiante logre una comprensión de los conceptos [20], en cuanto a las competencias metodológicas estas se refieren a la capacidad que adquiere el estudiante para desarrollar un determinado procedimiento o forma precisa de resolver una situación concreta [21]. Las competencias sociales permiten que las personas logren integrarse de forma espontánea a un determinado espacio, interactuar entre pares, conocer la realidad de otros, así como establecer una comunicación empática que representa una valiosa oportunidad para el aprendizaje [22].

El desarrollo de las competencias de cálculo diferencial tiene relevancia significativa para los profesionales de ingeniería, puesto que es a través de las mismas que los estudiantes logran un cuerpo teórico y conceptual sólido que les permite procesar información, utilizar modelos y simular situaciones provenientes de contextos reales [23].

Es cada vez más necesario contar con ingenieros que posean competencias referidas al cálculo diferencial puesto que las mismas se convierten en la puerta de entrada para las demás competencias específicas dentro de esta disciplina profesional [24].

El lograr que los estudiantes en el área de ingeniería adquieran competencias en cálculo diferencial implica la capacidad de aplicar conceptos y procedimientos matemáticos en contextos relevantes [25]. Es en la medida que los estudiantes en ingeniería desarrollen competencias matemáticas que estarán preparados para comprender y resolver problemas en contextos complejos [26].

La adquisición de competencias en el área matemática debe verse como la oportunidad de mejorar y fortalecer las capacidades y habilidades asociadas a esta ciencia [27]. Una forma de apoyar estas es por medio de programas de computadora. Y operacionalmente estas potencian el aprendizaje de diferentes disciplinas en este caso particular se recurrió al uso de GeoGebra y Derive[28].

III. METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo al igual que se usó el método deductivo, dado que esto permite centrarse en el cumplimiento de objetivos y dar salida a los mismos de forma precisa [29]. El estudio fue de tipo experimental y el diseño se definió de tipo cuasi experimental, esto da la pauta para la realización del trabajo con dos grupos de estudiantes donde uno se consideró como el grupo control y el otro el experimental, ambos fueron evaluados por medio de pruebas iniciales y finales en función de reconocer los cambios y estados actuales del aprendizaje.

La Población fue de 160 estudiantes y la muestra de 80, se utilizó el muestreo no probabilístico, la muestra que se seleccionó, participó directamente en el dictado de clases y por conveniencia se asignó para el grupo control el aula A y para el grupo experimental el aula B.

Como criterios de inclusión se consideró a todos los estudiantes, matriculados, con acceso a la Plataforma Blackboard en el curso de Cálculo I, de la escuela de Ingeniería Industrial. Se aplicó dos pruebas cuyas variables son: Las herramientas digitales software GeoGebra y Derive y las competencias en cálculo diferencial. Cada ítem contó con el valor según la escala de medición indicada. La calificación que se consideró fue de un punto donde la puntuación parte de cero (0) hasta llegar a cinco (5), donde el cero es nada satisfactorio y el 5 muy satisfactorio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA I
NIVELES DE LA VARIABLE CÁLCULO DIFERENCIAL
RESULTADOS PRE Y POST PRUEBA EN DOS GRUPOS

Niveles de desempeño	Grupo experimental				Grupo Control			
	Pre		Post		Pre		Post	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Inicio	12	30	0	0	7	17.5	11	27.5
Proceso	28	70	21	47.5	31	77.5	23	65
Satisfactorio	0	0	19	52.5	2	5	3	7.5

Total	40	100	40	100	40	100	40	100
--------------	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----

Al realizar el análisis de la variable cálculo diferencial, aplicada la pre prueba al grupo experimental, en el pretest en el nivel inicio se encontró al 30% (12 estudiantes) y un 70% (28) se ubicaron en el nivel proceso, notándose que en el nivel satisfactorio no se contaba con ningún estudiante. A diferencia del grupo control donde en el nivel de inicio solo se encontró al 17.5% (7 estudiantes), 77.5% (31) se ubicaron en proceso y 5% (2) en satisfactorio.

Posteriormente se evidenció durante la post prueba en el grupo experimental que un 52.5% (21 estudiantes) se ubicaron en el nivel proceso y un 47.5% (19) ya en el nivel satisfactorio, lo que es indicativo que después de hacer uso de los software educativos, los estudiantes del grupo experimental muestran una mejor posición al momento de resolver situaciones problemáticas correspondientes al cálculo diferencial.

TABLA II
NIVELES DE LA DIMENSIÓN COMPETENCIA TEÓRICA

Niveles de desempeño	Grupo experimental				Grupo Control			
	Pre		Post		Pre		Post	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Inicio	31	77.5	6	15	24	60	26	65
Proceso	9	22.5	27	67.5	14	35	11	28
Satisfactorio	0	0	7	17.5	2	5	3	7.5
Total	40	100	40	100	40	100	40	100

Al efectuarse el análisis de dimensión competencias teóricas, se aplicó la preprueba al grupo experimental, se evidenció en el pre test a 77.5% (31 estudiantes) en el nivel inicio y a un 22.5% (9) se ubicaron en el nivel proceso, en cambio en el nivel satisfactorio no se contaba con ningún estudiante. A diferencia del grupo control donde en el nivel de inicio se encontró al 60% (24 estudiantes), 35% (14) se ubicaron en proceso y 5% (2) en satisfactorio.

Posteriormente se evidenció durante la post prueba en el grupo experimental que aún se ubicaron en el nivel inicio un 15% (6 estudiantes), mientras un 67.5% (27) se ubicaron en el nivel proceso y un 17.5% (7) ya en el nivel satisfactorio, lo que da la pauta para referir que después de hacer uso de herramientas digitales, los estudiantes del grupo experimental han podido mejorar la competencia teórica referida al cálculo diferencial.

TABLA III
NIVELES DE LA DIMENSIÓN COMPETENCIAS METODOLÓGICAS

Niveles de desempeño	Grupo experimental				Grupo Control			
	Pre		Post		Pre		Post	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Inicio	9	22.5	0	0	8	20	10	25

Proceso	31	77.5	9	22.5	24	60	21	52.5
Satisfactorio	0	0	31	77.5	8	20	9	22.5
Total	40	100	40	100	40	100	40	100

En relación a la dimensión competencias metodológicas, se aplicó la preprueba al grupo experimental, se evidenció en el pre test a 22.5% (9 estudiantes) en el nivel inicio y a un 77.5% (31) se ubicaron en el nivel proceso, en cambio en el nivel satisfactorio no se contaba con ningún estudiante. A diferencia del grupo control donde en el nivel de inicio se encontró a 20% (8 estudiantes), 60% (24) se ubicaron en proceso y 20% (8) en satisfactorio.

Posteriormente se evidenció durante la post prueba en el grupo experimental que no se contó con ningún estudiante en el nivel inicio, mientras un 22.5% (9) se ubicaron en el nivel proceso y un 77.5% (31) ya en el nivel satisfactorio, lo que nos hace creer que después de hacer uso de herramientas digitales, los estudiantes del grupo experimental han podido mejorar la competencia metodológica referida al cálculo diferencial.

TABLA IV
NIVELES DE LA DIMENSIÓN COMPETENCIAS SOCIALES

Niveles de desempeño	Grupo experimental				Grupo Control			
	Pre		Post		Pre		Post	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Inicio	2	5	0	0	3	7.5	4	10
Proceso	30	75	12	30	31	77.5	32	80
Satisfactorio	8	20	28	70	6	15	4	10
Total	40	100	40	100	40	100	40	100

En cuanto a la dimensión competencias sociales, se aplicó la preprueba al grupo experimental, se evidenció en el pre test a 5% (2 estudiantes) en el nivel inicio y a un 75% (30) ubicados en el nivel proceso, en cambio en el nivel satisfactorio se contó con 20% (8 estudiantes). A diferencia del grupo control donde en el nivel de inicio se encontró al 7.5% (3 estudiantes), 77.5% (31) se ubicaron en proceso y 15% (6) en satisfactorio.

Posteriormente se evidenció durante la post prueba en el grupo experimental que no se contó con ningún estudiante en el nivel inicio, mientras un 30% (12) se ubicaron en el nivel proceso y un 70% (28) ya en el nivel satisfactorio, brindando con ello la certeza que después de hacer uso de herramientas digitales, los estudiantes del grupo experimental han podido mejorar la competencia social referida al cálculo diferencial.

TABLA V
CONTRASTE DE NORMALIDAD

Prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Grupo experimental					
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PREVCD	0.254	40	0.000	0.882	40	0.001
POSVCD	0.219	40	0.000	0.901	40	0.002
PRED1	0.143	40	0.040	0.969	40	0.342
POSD1	0.129	40	0.090	0.973	40	0.440
PRED2	0.195	40	0.001	0.908	40	0.003
POSD2	0.206	40	0.000	0.923	40	0.010
PRED3	0.221	40	0.000	0.906	40	0.003
POSD3	0.260	40	0.000	0.850	40	0.000
Grupo Control						
PREVCD	0.431	40	0.000	0.628	40	0.000
POSVCD	0.364	40	0.000	0.732	40	0.000
PRED1	0.375	40	0.000	0.694	40	0.000
POSD1	0.398	40	0.000	0.667	40	0.000
PRED2	0.300	40	0.000	0.786	40	0.000
POSD2	0.264	40	0.000	0.806	40	0.000
PRED3	0.413	40	0.000	0.645	40	0.000
POSD3	0.400	40	0.000	0.621	40	0.000

En la tabla 5, se refleja el proceso de comprobación de la hipótesis general y específicas, de acuerdo los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, esta muestra que los resultados en la mayoría de las dimensiones de estudio en pre y post test del grupo experimental exponen valores que oscilan entre 0.000 y 0.010 y considerando que dichos valores son menores a la referencia de ($p < 0,05$), puede afirmarse entonces, que los datos no tienden a una distribución normal, y en el caso del grupo control en un 100% de los datos presentan un valor $p < 0,05$ por tal razón se decidió hacer la aplicación de una prueba no paramétricas para muestras no relacionadas como es U Mann -Whitney.

TABLA VI
PRUEBA DE U DE MANN-WHITNEY PARA LA
CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Estadísticos de Prueba	
Pretest GE – Postest GE	
U de Mann-Whitney	15.000
W de Wilcoxon	835.000
Z	-7.655
Sig. asintótica(bilateral)	0.000
Variable de agrupación: GRUPOS	

Según muestra la tabla 5, al llevar a cabo la aplicación de prueba de U Mann Whitney para muestras independientes, esta presentó valores donde la significancia estadística es menor 0,05 en todas las dimensiones, el valor de Z es -7.655.

Por tanto, se refuta la hipótesis nula y se admite la hipótesis de investigación. En consecuencia, se puede inferir que existe diferencia significativa entre los puntajes obtenidos en el pre test y post test en el grupo experimental, de modo que se puede concluir que el grupo experimental,

después de hacer uso de algunas herramientas digitales logra una mejora en el aprendizaje de la competencia en cálculo diferencial.

V. DISCUSIÓN

El desarrollo de las competencias en cálculo diferencial es un problema que se ventila en las universidades y cuando la misma no es atendida a tiempo sobre todo en el área de la ingenierías implica una falencia que afecta el buen desarrollo de otras disciplinas dentro de esta profesión, lo cual va de la mano con lo expuesto por [5] quien subraya la necesidad de fortalecer este tipo de competencias, esto se encuentra en línea con lo expresado por [2] para quien el que los estudiantes universitarios tengan déficit en esta disciplina se debe en parte al uso de metodologías poco novedosas, dichos planteamientos refuerzan los resultados encontrados donde en el grupo experimental en la prueba post un 47.5% de los estudiantes se ubicaron en el nivel de desempeño satisfactorio, con lo cual puede afirmarse que efectivamente el hacer uso de metodologías no tradicionales y aplicar las tecnologías de información contribuye a que los estudiantes mejoren sus competencias matemáticas en esta área que se considera fundamental en las ingenierías.

En cuanto al desarrollo de competencias teóricas se evidenció que un 17.5% de los estudiantes se ubicó en el escaño mayor lo cual se sustenta en lo mencionado por [16] quien afirmó que la tecnología es una importante amiga que apoya eficientemente la educación y formación de los estudiantes, sobre todo en el área de las matemáticas, puesto que es por medio de esta que se alcanza mejores niveles de comprensión lógica y brinda seguridad al momento de resolver problemas, lo que definitivamente apoya a que ocurra una disminución de los niveles de desaprobación.

Para [6] el uso de la tecnología les brindó a los estudiantes de ingeniería la posibilidad de enfocarse en dar respuesta a problemas asociados a su realidad, y para ello es indispensable el desarrollo de competencias metodológicas, situación que se compara con los resultados obtenidos donde un 77.5% una vez expuestos al uso de las herramientas digitales se ubicaron en un nivel más alto. Por su parte [25] mencionaron que la puesta en escena de las tecnologías en las aulas de ingeniería implica la apertura a descubrir posibilidades infinitas, sobre todo cuanto estas se asocian al ámbito del cálculo diferencial y en esta misma sintonía [24] afirmó que es en la medida que los futuros ingenieros logren desarrollar procesos utilizando las herramientas digitales, podrán estar sentando la base de comprensión y procedimental de otros cursos que son fundamentales en el desarrollo de su carrera.

Al hacer referencia a las competencias sociales para [8], es por medio de la tecnología que los estudiantes universitarios dan saltos cualitativos en cuanto a su aprendizaje, esto se contrasta con los resultados que presentaron que un 70% de los estudiantes lograron ubicarse en el nivel satisfactorio, esto igualmente se

contrasta con lo expuesto por [27] quienes mencionaron que haciendo uso de la tecnología en el aula el estudiante se impulsa a experimentar nuevas formas de aprender el cálculo diferencial. Puede decirse entonces que los resultados generales del estudio se corresponden con las opiniones [9] de quienes expresaron que es por medio del uso de la tecnología en las clases de cálculo que los estudiantes logran niveles de comprensión de conceptos y logran articularlos posteriormente de forma práctica [13] menciona que es el uso de las computadoras lo que ha permitido un cambio de visión por parte del estudiante.

VI. CONCLUSIONES

El uso de las herramientas digitales mejoró el aprendizaje de la competencia en cálculo diferencial, lo cual se evidenció en la posprueba del grupo experimental, al alcanzarse un 47.5% de estudiantes ubicados en el nivel satisfactorio cuando en ese mismo escaño en el grupo control solamente lograron ubicarse un 7.5% de los estudiantes.

Se identificó la mejora que produce el uso de las herramientas digitales en la competencia teórica, donde inicialmente en el grupo experimental se encontró a un 77.5% en el nivel de inicio, en la post prueba se logró una mejora significativa al ubicarse en este mismo nivel a un 15% lo cual reafirma que se mejoró significativamente en cuanto al aprendizaje de las competencias en cálculo diferencial.

Sobre las competencias metodológicas, los estudiantes experimentaron una mejora bastante marcada, pasando de un 22.5% en el nivel inicio en la preprueba, y durante la posprueba, al hacer uso de las herramientas digitales, no se ubicó a ningún estudiante en dicho escaño.

Es el uso de las herramientas digitales apoyó la mejora de las competencias sociales, lo cual se evidenció al experimentarse cambios logrando pasar de un 20% en el nivel satisfactorio, aun 70% en la post prueba.

Se acepta la hipótesis general y las específicas las cuales fueron comprobadas utilizando el estadístico de U Mann-Whitney el cual permitió demostrar la diferencia de puntajes entre el grupo experimental y control es por ello que se puede afirmar que el uso de las herramientas digitales si aporta a una mejora en los aprendizajes de las competencias en cálculo diferencial.

Puede referirse que hacer uso de las herramientas digitales proporcionan a los estudiantes mayor seguridad, motivan a ahondar y descubrir nuevas formas de aprender cálculo diferencial, de igual manera se crea en el aula de clase un ambiente de colaboración y el aprendizaje se dinamiza, por tanto, la presencia de las mismas contribuye positivamente lo cual se reflejó en los resultados alcanzado en las dimensiones estudiadas.

Las herramientas digitales provocaron en los estudiantes en el estudio una actitud mucho más proactiva,

enfocada en mejorar el aprendizaje y experimentar nuevas formas de utilizar los contenidos teóricos, lo cual fue notorio al ubicarse en niveles de desempeño más elevados en la post prueba, a esto se suma la adquisición de mayor confianza al momento de resolver problemas de cálculo diferencial y el relacionarlos con situaciones en el contexto real.

VII. REFERENCIAS

- [1] Pérez S, Velásquez G. Experiencias de aprendizaje de las matemáticas desde la perspectiva de estudiantes de ingeniería. *Ciencias Latina. Revista Multidisciplinar*. 2022; 6(3): p. 3022-3036.
- [2] Villanueva I. Sistema de tareas docente en el aprendizaje de la Derivada en los estudiantes del primer año de la escuela profesional de ingeniería en telecomunicaciones, UNSA. Tesis doctoral. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- [3] Arana-Pedraza RAIS, Font V. Conocimientos y Competencias Didáctico-matemáticas del profesor de matemáticas en Ingeniería. En: CIAEM-IACME, editor. Medellín; 2019 p. 928-935.
- [4] Breda A. Características de análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. *Bolema*. 2020; 34(66): p. 64-88.
- [5] Bigotte de Almeida ME, QDA, Cáceres MJ. Differential and Integral Calculus in First-Year Engineering Students: A Diagnosis to Understand the Failure. *Mathematics*. 2021; 9(61): p. 1-18.
- [6] Ovodenko R, Kouropatov A. The use of digital tools to deal with errors during advanced calculus learning: the turning point case. *Mathematics. Computing. Sci*. 2019; 13: p. 217–236.
- [7] Kouropatov A, Ovodenko R. An explorative digital tool as a pathway to meaning: the case of the inflection point. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*. 2022; 41: p. 142–166.
- [8] Swidan O, Fried M. Foci of awareness in the learning process of the fundamental theorem of calculus with digital technologies. *The Journal of Mathematical Behavior*. 2021; 62.
- [9] Ziatdinov R, Valles JR. Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *Mathematics*. 2022; 10: p. 398.
- [10] Mendezabal M, Tindowen D. Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential. *Journal of Technology and Science Education*. 2018; 8(4): p. 385-397.
- [11] Kado K, Pema D. Effectiveness of using geogebra on students' conceptual understanding in differential calculus for. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 2020; 7(9): p. 71-75.
- [12] Machromah IU, Purnomo MER, Sari CK. Learning calculus with geogebra at college. *Journal of Physics: Conf. Series* 1180. 2019: p. 1-12.
- [13] Chinnaraji A. Computational Technique and Differential Calculus for the Sum of Geometric Series and Binomial Expansions. Hal. 2022.
- [14] Bedada T, Machaba MF. The Effect of GeoGebra on Students' Abilities to Study Calculus. *Hindawi: Education. Research Internationa*. 2022; p. 1-14.
- [15] Sucipto L, Irpan S. Simulations and Solutions of Calculus Problem: An Effort to Improve Students' Innovative and Quality Computing Skills. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*. 2022; 6(3): p. 699-710.

- [16] Barradas UD. Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. 2022; 12(33).
- [17] Bayón Arnau L, Fortuny Ayuso P, Grau Ribas JM, Otero Corte JA, Ruiz Santos MM, P Suárez Rodríguez P. Algunas Propuestas Metodológicas para el Aprendizaje de Competencias Matemáticas en Ingeniería. Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. 2018; p. 243-255.
- [18] Guillen F, Cabero J, Llorente C, Palacios A. Differential Analysis of the Years of Experience of Higher Education Teachers, their Digital Competence and use of Digital Resources: Comparative Research Methods. Technology, Knowledge and Learning. 2021.
- [19] Mosquera Ríos MA, Vivas Idrobo SJ. Análisis comparativo de software matemático para la formación de competencias de aprendizaje en cálculo diferencial. Plumilla Educativa. 2017; p. 98-113.
- [20] Angel M, Ruíz P, Rojas E. Propuesta de competencias profesionales para docentes de programas de salud en educación superior. Revista de la Facultad de Medicina. 2017;(5): p. 595-600.
- [21] Saavedra MA. Competencias profesionales y desempeño laboral de los trabajadores de la dirección regional de educación de Tumbes, 2019. Tesis para optar al grado académico de Maestro en Gestión Pública. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- [22] Kiema-Junes H, Hintsanen M, Soini H, Pyhältö K. The role of social skills in burnout and engagement among university students. Electronic journal of research in educational psychology. 2020; 18(50): p. 77-100.
- [23] Iglesias N, Isabel A, Gorina A. El Cálculo Diferencial e Integral en las carreras de ciencias técnicas. Especificidades de su enseñanza. Maestro y Sociedad. 2017; 14(4): p. 660-672.
- [24] Pérez OL. La Formación y Desarrollo Conceptual en el Cálculo Diferencial y el Álgebra Lineal en las Carreras de Ingeniería. Revista Paradigma. 2020;(XVI): p. 571-599.
- [25] Rinneheimo KM, Suhonen S. Languaging and conceptual understanding in engineering mathematics. LUMAT: International Journal on Mathematics, Science and Technology Education. 2022; 10(2): p. 171-189.
- [26] Cook E. Practice-Based Engineering: Mathematical Competencies and Micro-Credentials. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education. 2021; 7: p. 284–305.
- [27] Díaz D, Rueda K. Use of technological tool for the consolidation of mathematical pre-knowledge in higher education. Research, Innovation and Development in Engineering. 2020.
- [28] Carcaño Brigas E. Herramientas digitales para el desarrollo de aprendizajes. Revista Vinculando. 2021.
- [29] Hernández-Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta México: Mc Graw Hill Education; 2018.