



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del Proyecto

Parametrización de superficies y construcción de sólidos con el software GeoGebra 3D en un curso de integrales dobles.

2. Área de Investigación

Área de Investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Enseñanza de las Matemáticas	Física y Matemática	Matemática Aplicada

3. Duración del proyecto (meses)

12 MESES

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input type="radio"/>
<u>Multidisciplinario</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

5. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Ticona Parisaca Jesús Roberto Zavaleta Gómez Juana Idelza	
Escuela Profesional	Cs. Físico – Matemáticas	
Celular	951724150	976120007
Código	960445	90052
Correo Electrónico	jrticona@unap.edu.pe	jzavaleta@unap.edu.pe

I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

II. Resumen del Proyecto de Investigación

El presente proyecto de investigación tendrá como finalidad exponer la experiencia de la enseñanza y aprendizaje en las parametrizaciones de curvas y superficies para realizar las construcciones de sólidos empleando el software GeoGebra 3D y luego poder utilizar en las soluciones de problemas del tema de las integrales dobles,



integrales de línea e integrales de superficie. El software GeoGebra 3D se aplicará en los estudiantes de ingenierías (Civil, mecánica y minas) de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Se llega a la conclusión principal de que el uso de GeoGebra realmente promueve la motivación y la comprensión de los educandos en el estudio de temas sobre integración en varias variables.

III. Palabras claves

Parametrización de superficies, Visualización, Integrales dobles, TIC's, GeoGebra 3D.

IV. Justificación del proyecto

En el resumen de (Ángel & Retana, 2013), "El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, en general, y del cálculo, en particular, presentan una de las mayores dificultades para los estudiantes de nivel universitario, incluidos los estudiantes de las carreras de Ingeniería y de ciencias básicas".

Investigaciones realizadas desde los años 1980 revelan que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas constituye uno de los problemas más característico, importante dentro de cualquier modelo educativo.

"los alumnos universitarios deben atravesar grandes dificultades al pasar del estudio del cálculo en una variable al estudio del cálculo en dos o más variables" (Del Río, 2016, p.2).

Según lo anterior, en los cursos de ciencias y matemáticas que involucran contenidos de cálculo en varias variables, pueden existir importantes complicaciones en el aprendizaje de integración en dos y tres variables. Estos problemas, en gran medida, obedecen a la dificultad de los educandos de realizar gráficas, tanto en dos como en tres dimensiones, sólo utilizando lápiz y papel (Del Río, 2016). Esto, a su vez, obliga al estudiante a limitar la manipulación algebraica, repercutiendo negativamente en el razonamiento matemático sobre los temas estudiados en la clase.

Además, los mismos conflictos cognoscitivos descritos anteriormente se presentan en las integrales de línea e integrales de superficie, ya que su resolución está profundamente ligada a las integrales dobles y triples.

Entonces se genera una tensión entre la necesidad de manipular y articular algebraicamente y la dificultad agregada que reviste el uso de la interpretación de gráficos bidimensionales y tridimensionales, usando sólo lápiz y papel.

Sumado a lo anterior, Andrade y Montecino (2011), por medio de una investigación, concluyeron que los estudiantes presentan muchas dificultades cuando se deben realizar representaciones tridimensionales, y aún más cuando deben acudir a ella para encontrar la solución a cierto problema.

En este sentido, las matemáticas se han asumido como un "lenguaje universal", que constituye uno de los elementos más importantes para la alfabetización digital capaz de potenciar el manejo de la tecnología, de ahí la necesidad del dominio y aplicación

de una matemática mínima esencial por parte de todos los ciudadanos (Orozco, 2008).

¿Por qué investigar sobre parametrizar las superficies?

Según (Vigo Ingar & Da Silva, 2019) “En las dos últimas décadas, el estudio de las funciones de dos variables está teniendo un progresivo desarrollo, como muestran los trabajos de Yerushalmy (1997), Kabael (2009), Montiel, Wilhelmi, Vidakovic y Elstak (2009), y Trigueros y Martínez-Plannell (2010, 2011)”

Según estos investigadores y basados en su práctica docente, se afirma que, en el curso de cálculo de varias variables, resolver un problema de aplicación de las derivadas parciales, en particular en optimización y problemas de integrales múltiples significa aplicar un par de teoremas de manera mecánica, algebraica y solo teniendo en cuenta con funciones polinomiales diferenciables. Asimismo, se pone muy poco énfasis en el uso de la representación gráfica para resolver un problema, o en un análisis de los resultados, es decir, no se permite que el estudiante desarrolle su proceso de visualización.

En base a las referencias citadas, los estudiantes muestran que existen dificultades en el estudio del cálculo Diferencial e Integral de varias variables, desde la representación de una terna ordenada, curva y superficies hasta el estudio de integrales dobles, etc.

Por otro lado, en cuanto a la relevancia profesional, hemos escogido algunas facultades de la universidad nacional del altiplano, en donde se imparte nuestro objeto de estudio. La información del **Cuadro 1** se obtuvo a través de las mallas curriculares y de los sílabos, que se encuentran disponibles en la Web.

Cuadro 1. Cursos donde se enseña cálculo en varias variables

Curso	Escuela profesional	Universidad
Cálculo diferencial e integral II	Ingeniería Civil	Universidad Nacional del Altiplano
Matemática III	Ingeniería de Minas	Universidad Nacional del Altiplano
Análisis Matemático III	Ingeniería Mecánica	Universidad Nacional del Altiplano

Por lo expuesto y por la importancia del objeto matemático en la formación del ingeniero es que creemos necesario abordar parametrización de curvas y superficies, dentro del punto de vista de la visualización. Para ello, explicaremos en seguida nuestro marco teórico, tratando de asegurar la posterior comprensión de nuestra pregunta y objetivos de investigación.

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, el verbo “visualizar” puede ser entendido como sinónimo de “visualización” y se refiere a “formar en la mente una imagen visual de un concepto abstracto” (RAE, 2014).

Diversas investigaciones en educación matemática han contribuido puntualmente respecto a lo que debe ser entendido por “visualización”. He aquí tres de ellas:

- I. “La visualización es la capacidad del individuo de producir una representación que, en ausencia de toda percepción visual de los objetos representados, por medio de la cual permite observarlos como si estuvieran realmente delante de los ojos” (Duval, 2003, p. 48);
- II. “La visualización es la capacidad, el proceso y el producto de la creación, la interpretación, el uso y la reflexión sobre figuras, imágenes, diagramas, en nuestra mente o sobre el papel con el propósito de representar y comunicar información, pensar y desarrollar ideas y avanzar en su comprensión” (Arcavi, 2003, p. 215);
- III. “La visualización matemática es el proceso de formación de imágenes mentales, usando papel-y-lápiz, o bien tecnología, y la utilización eficaz de dichas imágenes para el descubrimiento matemático y la comprensión de los objetos en estudio” (Zimmermann & Cunningham, 1991, p. 3).

Visualización en ambiente de papel y lápiz

La representación de objetos matemáticos involucra su análisis; el cual permite a los estudiantes acercarse a su significado institucional. Si las representaciones son figuras geométricas, entonces se debe identificar características de ellas, empleando el sentido de la vista.

La visualización matemática en ocasiones se emplea para describir representaciones; en otras, se usa para determinar cómo funciona cierta representación específica en la comprensión o resolución de problemas matemáticos; o bien, para definir la actividad cognitiva del sujeto cuando hace uso de representaciones.

La idea surgida de la visualización en matemáticas permite a los estudiantes enriquecer contenidos, cuya utilización resulta provechosa, tanto en las tareas de representación como en el manejo de conceptos de esta disciplina.

Visualización en ambiente tecnológico

En la actualidad, existe una gran cantidad de programas informáticos (GeoGebra, Maple, Mathematica, Cabri–Geometry, Matlab, entre otros) utilizados en la enseñanza de las matemáticas. Este tipo de herramientas favorece la visualización de representaciones de conceptos matemáticos, y se vuelve trascendental en educación matemática en todos los niveles de enseñanza; en particular, el uso de algún Software de Geometría Dinámica (SGD) facilita la incorporación de la visualización en la enseñanza de conceptos de la geometría, ya que se cuenta con imágenes dinámicas, las cuales a través de las herramientas propias de los SGD se pueden medir, agregar trazos auxiliares o simplemente explorar alguna figura geométrica. Al hacer uso de representaciones dinámicas en la resolución de problemas geométricos, mediante la visualización, se facilita la manipulación, trazado o construcción de las figuras utilizadas y es posible modificarlas –si es necesario– en tiempo real (Hitt, 1995).

¿Cuál es el objetivo de parametrizar las superficies?

El objetivo de este trabajo es proporcionar las herramientas necesarias para que los estudiantes de ingenierías y de las ciencias básicas logren elaborar sus propias

construcciones de sólidos, mediante una explicación simple y útil, utilizando para ello el software libre “GeoGebra 3D”, con ejemplos concretos, para construir sólidos generados por intersecciones finitas de superficies, gracias al método de parametrizar.

Estas construcciones tienen el fin de brindarle a los estudiantes una visualización más clara y de mejor comprensión de los ejemplos y ejercicios que se suelen plantear en el salón de las clases de cálculo en varias variables, ejemplos que son útiles para resolver problemas de aplicaciones, optimización, cálculo de las integrales dobles y triples.

Para iniciar con las construcciones de los sólidos con GeoGebra 3D, necesitaremos hacer un pequeño repaso de las parametrizaciones de curvas y superficies, ya que es fundamental para realizar las construcciones de las diferentes superficies que componen a los sólidos, así como sus aristas, que algunas se generan por medio de las intersecciones de superficies.

Con respecto al software, el GeoGebra, los estudiantes utilizarán la versión 5 o 6, dado que el software es libre y gratuito, escenario donde se realizará la experimentación. Más aún, el GeoGebra 3D permite la manipulación en el registro gráfico en tres dimensiones y facilita el proceso que lleva a la visualización de un representante de la función de dos variables en el registro gráfico.

El uso del GeoGebra 3D provocará cambio de hábitos del estudiante respecto al trabajo y al aprendizaje de la matemática, pues el objeto matemático vive en el ambiente tecnológico de manera diferente que en el ambiente lápiz y papel.

Tradicionalmente las clases de matemáticas que se imparten de forma magistral y el profesor explica con la mayor claridad posible cómo se aplicaban los conceptos, lo ilustra con unos ejemplos en la pizarra y enviaba a hacer una serie de ejercicios del libro o texto que, por repetición, se suponía, iba a servir para que el alumno adquiriera el conocimiento deseado.

Importancia y alcances de la investigación.

- La metodología y los resultados obtenidos permitieron la elaboración de la guía didáctica y los recursos manipulables, considerando las dificultades y obstáculos tanto en la enseñanza como en el aprendizaje y también en base a los requerimientos de los estudiantes.
- Las aprehensiones en el cálculo de funciones de dos variables presentan otro modo de ver la enseñanza del cálculo. El uso extensivo de los registros gráficos y su uso en la solución de problemas fue muy exigente y completamente nuevo para los estudiantes.
- Se recomienda el uso del software GeoGebra3D como medio para facilitar el proceso de visualización, puesto que permite que el usuario, por medio de la articulación de la aprehensión, perceptiva, operatoria y discursiva, movilice y

realice conexiones con los conocimientos de los elementos del cálculo de dos variables que emergen en la representación gráfica de las funciones de dos variables.

- La guía didáctica para mejorar la enseñanza de la integración múltiple aplicada al cálculo de área y volumen de sólidos, fue uno de los principales recursos que los estudiantes consideran importantes dentro del aula de clases.
- Ofrecerá una propuesta innovadora que permite desarrollar en los estudiantes un aprendizaje significativo en el área de la matemática. Esto favorecerá a elevar el rendimiento académico de los estudiantes.
- El presente trabajo de investigación también es importante, porque responde a las reales necesidades sociales y culturales que la sociedad actual enfrenta, dado que proporciona el grado de influencia de los softwares educativos en el aprendizaje de las integrales múltiples.

V. Antecedentes del proyecto

En la elaboración de la investigación, se procedió a revisar la bibliografía en las diferentes tesis relacionadas con el aprendizaje de la Integral múltiple, la utilización de las TIC's y el Entorno Virtual de Aprendizaje; en la cual se encontró la existencia de estos documentos, en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Girón, Universidad Católica de Quito, Universidad Central del Ecuador, Universidad Católica del Perú, Universidad Nacional de Chosica; trabajos en los cuales se puede establecer objetivos, metodología y conclusiones, los mismos que serán utilizados como un soporte para la investigación y elaboración de la propuesta.

- ACURIO, J. (2009). "Influencia de la aplicación de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC'S) en el Aprendizaje Significativo de Anatomía en la Carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Ambato".
- CHÁVEZ, C. (2008). "Impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación de los Docentes de la Universidad César Vallejo de Trujillo".

El uso y aplicación, de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC's, han tenido como centro la formación de una cultura general e integral en nuestros niños, jóvenes y docentes; en tal sentido, les corresponde a los profesionales de la educación desarrollar estrategias de aprendizaje sobre una ardua labor científica que posibilite el logro de las aspiraciones antes mencionadas.

- QUEZADA, C. (2007). "Cálculo Integral en la enseñanza del Nivel Medio".

Elaborar un texto con un nuevo modelo, basado en historias y/o cuentos de la vida cotidiana, aplicados al Cálculo de las Integrales Definidas en el nivel medio.

En la mayoría de las veces para enseñar matemáticas, seguimos una vía deductiva, sin recurrir a lo inductivo. Partimos de una fórmula, de una ecuación, de un teorema, y pasamos a resolver un ejercicio técnico. ¡Se aprende sin comprender!

Es importante comprender la importancia de participar activamente en la resolución de cada problema que plantea el Cálculo Integral. Ello permite comprender el verdadero



sentido de las definiciones y de las reglas de integración, además de presentar el tema en forma interesante y amena.

Fundamentación Metodológica

La construcción del conocimiento se hace a través de la investigación cualitativa, que se logra con la participación de los sujetos sociales involucrados y comprometidos con el problema.

La teoría científica se construye dentro de una oscilación dialéctica teoría-práctica de la investigación, lo que permite que se vaya enriqueciendo y perfeccionando en la medida que lo requiera el estudio.

Muchas investigaciones ponen de manifiesto que gran parte de las dificultades en el aprendizaje del cálculo, el álgebra y la geometría pueden suavizarse y evitarse si a los estudiantes se les anima a usar y a interiorizar gráficos o representaciones visuales asociadas a dichos conceptos.

En este contexto, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano, un grupo de profesores preocupados por el mejoramiento de la enseñanza en las materias básicas del Área Matemática realizan distintas actividades con el objeto de mejorar el rendimiento académico de los alumnos. En esta facultad, la metodología de enseñanza en las componentes de las ciencias básicas de Matemática considera al alumno como constructor de su propio conocimiento y no mero receptor y al docente como guía del aprendizaje. Las clases son participativas, en aulas con computadoras y libros para uso de los alumnos. Este marco es propicio para la implementación de nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje.

GeoGebra 3D es el software con el que trabajan los alumnos en las componentes de las ciencias básicas de Matemática. Es una herramienta de cálculo, manipulación y visualización gráfica, es un programa interactivo diseñado para resolver de forma simbólica, problemas en las áreas de Ciencias e Ingeniería. A diferencia de otros softwares matemáticos que solo pueden operar con números de punto flotante, GeoGebra puede resolver problemas que involucren definiciones de matemática formal y retornar respuestas como objetos matemáticos.

Otro objetivo importante es el de promover el trabajo grupal. El alumno comparte y socializa el conocimiento, y así lo enriquece.

- Actualmente las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC están sufriendo un desarrollo vertiginoso, esto está afectando a prácticamente todos los campos de nuestra sociedad, y la educación no es una excepción. Estas tecnologías se presentan cada vez más como una necesidad en el contexto de sociedad donde los rápidos cambios, el aumento de los conocimientos y las demandas de una educación de alto nivel constantemente actualizada se

convierten en una exigencia permanente. (Rivera Barrera & Mauricio Echeverri, 2017)

- Los docentes no utilizan el software GeoGebra en el dictado de clases, el cual está disponible en el laboratorio informático de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Dicho software podría contribuir con la construcción de significados en los estudiantes.

VI. Hipótesis del trabajo

Ante las dificultades encontradas en las investigaciones revisadas sobre la resolución de las integrales múltiples, nos interesamos por la construcción y parametrización de superficies.

Hipótesis general

Los estudiantes de ingenierías y ciencias de la Universidad Nacional del Altiplano que determinarán las parametrizaciones de superficies y sólidos en el Entorno Virtual del GeoGebra 3D que mejorará los aprendizajes cognitivos de las integrales dobles.

Hipótesis específicas

- Identificarán si la utilización del Entorno Virtual del GeoGebra 3D contribuye a generar mejores aprendizajes cognitivos de las integrales dobles.
- Analizarán el ámbito de los aprendizajes significativos de la Integral doble en los estudiantes, utilizando el Entorno Virtual del GeoGebra 3D.
- Proponemos las construcciones de superficies mediante las parametrizaciones en el Entorno Virtual del GeoGebra 3D, que contribuya a mejorar el aprendizaje cognitivo de la Integral doble, integrales de línea e integrales de superficie.

VII. Objetivo general

Los estudiantes de ingenierías y ciencias de la Universidad Nacional del Altiplano que determinen las parametrizaciones de superficies y sólidos en el Entorno Virtual del GeoGebra 3D para mejorar aprendizajes cognitivos de las integrales dobles.

VIII. Objetivos específicos

Con el propósito de lograr el objetivo general, nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Identificar si la utilización del Entorno Virtual del GeoGebra 3D contribuye a generar aprendizajes cognitivos de las integrales dobles.
- Analizar el ámbito de los aprendizajes significativos de la Integral doble en los estudiantes, utilizando el Entorno Virtual del GeoGebra 3D.
- Proponer las construcciones de superficies mediante las parametrizaciones en el Entorno Virtual del GeoGebra 3D, que contribuya a mejorar el aprendizaje cognitivo de la Integral doble, integrales de línea e integrales de superficie.

IX. Metodología de investigación

La investigación consistió en utilizar el software GeoGebra 3D en una componente

curricular de Matemática donde se evalúe contenidos sobre integración en varias variables, bajo la hipótesis de que dicho uso puede beneficiar la enseñanza y el aprendizaje de los temas estudiados.

Así, la investigación es cualitativa, ya que es una actividad sistemática orientada a la descripción y comprensión de un fenómeno educativo (Bisquerra, 2009), siendo éste el análisis y la reflexión a partir de la implementación de GeoGebra como un recurso didáctico en la resolución de ejercicios de integración en varias variables. Con este fin, se trabajó con dos grupos de estudiantes Análisis Matemático III y Cálculo Diferencial e Integral II, de las escuelas profesionales de ingenierías: mecánica civil y minas, de la Universidad Nacional del Altiplano –Puno, durante los ciclos 2020 – I y 2020 - II. Este curso es del tercer semestre, de 5 horas lectivas semanales repartidas en 2 días y 5 horas de trabajo independiente del estudiante. Se estudian contenidos sobre:

- Integrales dobles
- Integrales de línea
- Integrales de superficie

El curso usualmente se aborda de manera formal y práctica, dando énfasis en el planteo y cálculo de integrales (dobles, de línea y de superficie), cuya bibliografía más usada corresponde a Pita (1995), Stewart (2002) y Mora (2019).

X. Referencias bibliográficas

- ACURIO, J. (2009). Influencia de la aplicación de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC´S) en el Aprendizaje Significativo de Anatomía en la Carrera de Medicina de la Universidad Técnica de Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Andrade, M. y Montecino, A. (marzo del 2011). La problemática de la tridimensionalidad y su representación en el plano. XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Conferencia llevada a cabo en el congreso Comité Interamericano de Educación Matemática, Recife, Brasil.
- Ángel, J., & Retana, G. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería The Problem of Teaching and Learning Calculus in Engineering. Revista Educación, 37(1), 29–42.
- Arteaga J. (2013). Cálculo Vectorial. Universidad de los Andes – Colombia.
- CHÁVEZ, C. (2008). Impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación de los Docentes de la Universidad César Vallejo de Trujillo. Universidad de Chile.



- Del Río, L. (2016). Enseñar y aprender cálculo con ayuda de la vista gráfica 3D de GeoGebra. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 17(1), 1-13. Recuperado de:
https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/Secciones/Didactica_y_Software/RevistaDigital_DeIRio_V17_N1_2016/RevistaDigital_DeIRio_V17_n1_2016.pdf
<https://doi.org/10.18800/educacion.201902.010>
- Espinoza E. (2000). *Análisis Matemático III*. Editorial Lima – Perú.
- Larson Ron (2010). *Cálculo* Editorial Cengage Learning Editores, S.A.
- Mitacc M. (2011). *Cálculo III*. Editorial Thales S. R. L. Lima – Perú.
- Mora W. (2020). *Cálculo en varias variables*. Instituto tecnológico de Costa Rica.
- Moreno Martel, M. (1999). El uso de la visualización en una clase de matemáticas. *El Guiniguada. Revista de Investigaciones y Experiencias En Ciencias de La Educación*, 9(8), 385–392.
- Orozco, C. (2008). Interacción digital alumno – profesor. El correo electrónico y su atribución en el desarrollo del desempeño matemático universitario. *FOCUS VII*, Vol 1 (2008). Recuperado de focus.bayamon.inter.edu/a7_n1/corozco.pdf.
- Pita C. (1995). *Cálculo Vectorial*. Editorial Prentice Hall.
- QUEZADA, C. (2007). *Cálculo Integral en la enseñanza del Nivel Medio*. Quito: Ecuador.
- Rivera Barrera, G., & Mauricio Echeverri, D. (2017). Diseño y elaboración de un entorno computacional edumathUH para el fortalecimiento del cálculo diferencial. *Itinerario Educativo*, 30(68), 51. <https://doi.org/10.21500/01212753.2947>
- Stewart J (2018). *Cálculo de varias variables*. Editorial Cengage Learning Editores, S.A.
- Thomas Jr. (2010). *Cálculo de varias variables*. Editorial Pearson Educación de México, S.A.
- Vigo Ingar, K., & Da Silva, M. J. F. (2019). Las aprehensiones en el registro gráfico para el estudio de la derivada parcial. *Educación*, 28(55), 203–224.
<https://doi.org/10.18800/educacion.201902.010>
- Venero B (2012). *Matemáticas III*. Editorial Gemar – 2012. 2da edición.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

El aprendizaje colaborativo e individual tiene como estrategia disminuir la dependencia de los estudiantes de sus profesores y aumentar la responsabilidad de ellos por su propio aprendizaje.

- Permitirá al estudiante obtener habilidades visuales, es decir la componente Cálculo diferencial e integral II es eminentemente visual, en matemáticas la visualización es una actividad del razonamiento o proceso cognitivo.
- Ofrecer un entorno para la exploración, la experimentación y la visualización.
- Motivar el uso de un software matemático.
- Favorecer la comprensión y la apropiación de los conceptos a partir de la visualización.
- Obtener conclusiones a partir de las gráficas obtenidas
- Promover el trabajo grupal.
- Prescindir de cálculos tediosos utilizando el software.
- Reforzar puntos conceptuales que resulten difíciles de asimilar.
- Vincular conceptos comunes de la matemática y la física.
- Complementar las actividades de la clase.
- Servir como medio para la autoevaluación.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en la Ciencia y Tecnología

La investigación pretende promover el uso de las TIC's, de parte de los docentes y estudiantes, en el aprendizaje de las matemáticas.

ii. Impactos económicos

En este sentido, la investigación actual ha permitido separar la pregunta general por el impacto de las TIC's en los aprendizajes, en al menos tres preguntas o dimensiones más específicas.

iii. Impactos sociales

Nuestro estudio se preguntó qué cambios fueron percibidos por los "actores" del contexto cuando se introduce un nuevo elemento – en este caso las TIC - que transmite, permite el análisis y crea entornos de socialización totalmente nuevos.

iv. Impactos ambientales



Era una innovación tecnológica por el software libre y el sistema operativo de los equipos, hasta la fecha inexistente o sencillamente testimonial en instituciones públicas y privadas, centros, hogares y universidades.

XIII. **Recursos necesarios** (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

- Laboratorio de cómputo.
- Software GeoGebra
- Guías de trabajo.
- Guías de laboratorio.
- Taller de GeoGebra.

XIV. **Localización del proyecto**

La parte experimental de la presente investigación está dirigido a estudiantes matriculados en la componente curricular Cálculo Diferencial e Integral II y Análisis Matemático III, se realizará las escuelas profesionales de Ing. Civil, Minas y Mecánica y el centro de cómputo de la Universidad Nacional del Altiplano.

La investigación se ejecutará en un período de dos semestres académicos 2021 – I y 2021 – II.

Sujetos de la investigación

La población que se tomó en esta investigación lo constituyen todos los estudiantes del segundo y tercer semestre.

Etapas del proceso

El estudio se realizará en cuatro etapas: diagnóstica, taller GeoGebra, sesiones de trabajo y una prueba final.

Etapas diagnóstica

En esta etapa se recolectará la información de los conocimientos previos de los alumnos sobre el uso del computador y de los conceptos fundamentales de la componente Cálculo Diferencial e Integral II y Análisis Matemático III; esto último mediante una prueba escrita, donde se identificarán las habilidades que tienen en el manejo de reconocer las ecuaciones de las superficies, propiedades, y graficar; también se realizarán actividades que relacionen estos elementos de las superficies para determinar el nivel de abstracción y aplicación de estos conceptos.

Taller GeoGebra

Como el problema de investigación no está contemplado en el contenido del curso, para no afectar la programación de la clase, las sesiones de taller se desarrollaran extra clase.

En este taller se presentará el programa **GeoGebra**; a través de lecciones sobre el uso de los comandos básicos del programa, explicando las interfaces de aplicación: zona

de trabajo, ventana algebraica, menús desplegables, barras de herramientas y línea de comandos.

Asimismo, se realizarán preguntas guiadas con el fin de que los estudiantes exploren otros comandos, e interactuarán con mayor facilidad con el programa.

Cada guía de laboratorio será preparado con sus respectivas instrucciones, de tal manera que el alumno pudiese familiarizarse de manera rápida con los comandos a utilizar, ya que este programa es muy amigable en donde el alumno pueda aprender de forma fácil y atractiva, y en él se implementa de forma implícita una nueva tendencia didáctica para aprender Cálculo diferencial e Integral en varias variables

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Objetivo específico 1. Identificar si la utilización del Entorno Virtual del GeoGebra 3D contribuye a generar aprendizajes significativos de las integrales dobles.			X	X	X	X							
Objetivo específico 2. Analizar el ámbito de los aprendizajes significativos de la Integral doble en los estudiantes, utilizando el Entorno Virtual del GeoGebra 3D.							X	X	X	X			
Objetivo específico 3. Proponer las construcciones de superficies mediante las parametrizaciones en el Entorno Virtual del GeoGebra 3D, que contribuya a mejorar el aprendizaje significativo de la Integral doble.	X	X										X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
A. Bienes				
Material Bibliográfico	Unidades	150	10	1500.00
Papel Bond A4 80 gramos (millar)	Millares	25	5	100.00
Lapiceros	Unidad	4	12	48.00
Memoria USB de 32 GB	Gigabytes	32	2	64.00
B. Servicios				
Uso de internet	horas	1/hora	500	500.00
Impresión de informe final de trabajo de investigación	Millares	0.10/hoja	3	300.00



Impresión de artículo de investigación	Centenas	0.10/hoja	3	50.00
Viaje a evento académico en Lima (PUCP)	Viaje	1500	2	3000.00
C. Otros				
Gastos Imprevistos S/. (15% del total)	1	Unidad	-----	834.30
PRESUPUESTO TOTAL				6396.30