ESCUELA DE POSGRADO
ESCUELA DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Tesis

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias de la Educación, con mención en Psicopedagogía

Autor:
Erick Branduz Hernández Vásquez
https://orcid.org/0000-0001-6788-4937

Asesor:
Lic. Dr. Carlos Alberto Flores Cruz
https://orcid.org/0000-0003-0321-4349

Tarapoto, Perú

2025

ESCUELA DE POSGRADO
ESCUELA DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Tesis

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Para optar el grado académico de maestro en Ciencias de la Educación, con mención en Psicopedagogía

Autor:
Erick Branduz Hernández Vásquez

Sustentado y aprobado el 21 de noviembre de 2025, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado
Lic. Dr. Luis Manuel Vargas Vásquez

Secretario de Jurado
Lic. M.Sc. Luis Alberto Fernández Sanjines

Vocal de Jurado
Lic. M.Sc. Fausto Saavedra Hoyos

Asesor
Lic. Dr. Carlos Alberto Flores Cruz

Tarapoto, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo presencial, presentado por:

Bach. Erick Branduz Hernández Vásquez

Con el asesoramiento del **Lic. Dr. Carlos Alberto Flores Cruz**

"Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja ". Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos: APROBADO

Con el calificativo (*) MUY BUENO
DIECIOCHO (18)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado **APTO** por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de **Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Psicopedagogía promoción 2018-I sede Rioja**, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM.

Tarapoto, 21 de noviembre de 2025.

Lic. Dr. Luis Manuel Vargas Vásquez
Presidente

Lic. M. Sc. Luis Alberto Fernández Sanjines
Secretario

Lic. M. Sc. Fausto Saavedra Hoyos
Miembro

Lic. Dr. Carlos Alberto Flores Cruz
Asesor

ESCUELA DE POSGRADO
ESCUELA DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Tesis

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Para optar el grado académico de maestro en Ciencias de la Educación, con mención en Psicopedagogía

Los suscritos declaran que el presente trabajo de tesis, es original en su contenido y forma.

Erick Brandúz Hernández Vásquez
Ejecutor

Dr. Carlos Alberto Flores Cruz
Asesor

Tarapoto, Perú

2025

Declaratoria de Autenticidad

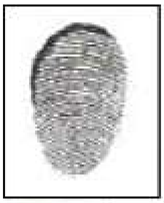
Erick Branduz Hernández Vásquez, con DNI N° 44008733, egresado de la Escuela de Posgrado del programa de Maestría en Ciencias de la Educación con mención en Psicopedagogía, Facultad de Educación y Humanidades de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de autoría propia.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 21 de noviembre de 2025



Erick Branduz Hernández Vásquez
Ejecutor

Ficha de identificación

Título: Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja	**Área de investigación:** Educación **Línea de investigación:** Pedagogía **Sublínea de investigación:** Didáctica **Grupo de investigación:** Desarrollo e Innovación Educativa (GRUDIE) Resolución N°1279-2024-UNSM/CU-R. **Tipo de investigación:** Básica ☐, Aplicada ☒, Desarrollo experimental ☐

Autor: Erick Branduz Hernández Vásquez	Facultad de Educación y Humanidades Escuela de posgrado https://orcid.org/0000-0001-6788-4937

Asesor: Dr. Carlos Alberto Flores Cruz	Dependencia local de soporte: Facultad de Educación y Humanidades Escuela Profesional de Posgrado https://orcid.org/0000-0003-0321-4349

Dedicatoria

Este trabajo se dedica a mis padres, Jesús Hernández Castañeda y María Reina Vásquez Agip, en reconocimiento a su inquebrantable apoyo. Su orientación y ejemplo, al inculcarme la responsabilidad y la perseverancia en la consecución de mis metas, fueron cruciales para la finalización de esta investigación. Les extiendo mi más profunda gratitud por su contribución.

A mi esposa Sadith por brindarme su respaldo incondicional y por acompañarme en las situaciones más difíciles. A mi hijo Dereck, quien es un estímulo para continuar y progresar cotidianamente

Erick Branduz

Agradecimientos

Mi más sincera gratitud a mis padres, a mi hermana y a mi hermano, quienes, a pesar de todo, siempre están en cualquier dificultad que pueda surgir. Valoro a mi esposa Sadith, por estar constantemente a mi lado, por su apoyo durante todo este periodo, permitiéndome cumplir uno de los objetivos que tenemos planteados.

Además, quiero expresar mi gratitud al Dr. Carlos Alberto Flores Cruz por su paciencia, compromiso en el seguimiento y supervisión de esta investigación, quién no solo es un destacado catedrático, sino que también es un magnífico individuo. Así mismo quiero expresar mi agradecimiento a la UNSM y la Facultad de Educación y Humanidades por sus lecciones impartidas.

El autor

Índice general

Índice de tablas

Índice de figuras

RESUMEN

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Ante la prevalencia global de las dificultades en el planteamiento de problemas matemáticos en todos los niveles educativos, y no solo en el ámbito universitario, se ha propuesto la estrategia metodológica del "Método de Polya". La finalidad de esta investigación fue determinar el efecto del método Polya a problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja, los objetivos específicos fueron (1) sistematizar el método de Polya basado en las teorías de aprendizaje constructivista y la teoría del procesamiento de información, (2) aplicar el método de Polya en las dimensiones de planificación, ejecución y evaluación en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja, (3) evaluar la mejora en problemas de integral definida en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de un pre y post test en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja. Este estudio fue aplicado con diseño cuasi – experimental. La muestra fue de 24 estudiantes a los que se les aplicó un pre y post test. Los principales hallazgos en el grupo experimental en el post test muestran que en la dimensión áreas de regiones planas el 66.67% se encontraron en el nivel muy desarrollado con una media de 16.25, en la dimensión volúmenes de sólidos de revolución se registró que el 83.33% se ubicaron entre el nivel regular y desarrollado con una media de 41.92. Por lo tanto, el método de Polya incidió en la resolución de problemas de integral definida ya que en el post test el 83.33% se encontraron entre el nivel desarrollado y muy desarrollado con un promedio de 58.17. Utilizando la prueba T Student para muestras independientes, se obtuvo el estadístico de prueba $t = -4.993$ con 22 grados de libertad y un nivel de significancia bilateral $p=0.000<0.05$ al 95% de confianza, aceptando la hipótesis alternativa; por lo que se concluye que si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

Palabras clave: Método de Polya, resolución de problemas e integral indefinida.

ABSTRACT

Application of Polya's method to definite integral problems in civil engineering students – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Considering the prevalence of difficulties in approaching mathematical problems at all educational levels, not only at the university level, the methodological strategy of the "Polya Method" has been proposed. The purpose of this research was to determine the effect of the Polya method on definite integral problems in civil engineering students at the Catholic University Sedes Sapientiae, Rioja. The specific objectives were (1) to systematize the Polya method based on constructivist learning theories and information processing theory, (2) to apply the Polya method in the dimensions of planning, execution, and evaluation dimensions in civil engineering students at the Catholic University Sedes Sapientiae, Rioja, (3) to evaluate the improvement in definite integral problems in the dimensions of flat region areas and volumes of solids of revolution, through a pre- and post-test in civil engineering students at the Catholic University Sedes Sapientiae, Rioja. This study was applied with a quasi-experimental design. The sample consisted of 24 students who took a pre-test and post-test. The main findings in the experimental group in the post-test show that in the dimension of flat regions, 66.67% were at the highly developed level with an average of 16.25, while in the dimension of volumes of solids of revolution, 83.33% were between the regular and developed levels with an average of 41.92. Therefore, Polya's method had an impact on the resolution of definite integral problems, since in the post-test, 83.33% were found to be at the developed and highly developed levels, with an average of 58.17. Using the Student's t-test for independent samples, the test statistic $t = -4.993$ was obtained with 22 degrees of freedom and a two-tailed significance level $p=0.000<0.05$ at 95% confidence, accepting the alternative hypothesis. Therefore, it is concluded that if we apply Polya's method, it will have a positive effect on definite integral problems in civil engineering students at the Catholic University Sedes Sapientiae, Rioja.

Keywords: Polya's method, problem solving, and indefinite integrals.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Según Gutiérrez (2020), la era digital ha revolucionado la adquisición de conocimiento y el flujo de información, eliminando las barreras geográficas y permitiendo el acceso instantáneo a los eventos globales. Como expresa Codding et al. (2023) las evaluaciones de matemática en Estados Unidos han revelado un bajo nivel durante las últimas 2 décadas (Evaluación Nacional del Proceso Educativo, 2019). Como expresa Gutiérrez (2020) el bajo rendimiento en cálculo no es solo un problema para los países subdesarrollados, sino que también se percibe en naciones que son líderes mundiales como Estados Unidos.

Ante la prevalencia global de las dificultades en el planteamiento de problemas matemáticos en todos los niveles educativos, y no solo en el ámbito universitario, se ha propuesto la estrategia metodológica del “Método de Polya”. Este enfoque metodológico se justifica como una herramienta estructurada que capacita al estudiante para interpretar, analizar, formular y resolver eficazmente problemas mediante un proceso riguroso de cuatro fases secuenciales: comprensión, planificación, ejecución y verificación del problema.

De acuerdo con Sulistyaningsih et al. (2021), muchos estudiantes piensan que el cálculo es demasiado complicado provocando un impacto psicológico con la aparición de la ansiedad matemática, generando emociones negativas y cognitivas, por lo que no confía en mejorar su rendimiento académico en esta área (p. 127). Como dice Calderón (2019) la aprobación del curso de cálculo es un reto para los estudiantes universitarios que inician su carrera de ingeniería (p. 103), así como también Alegría (2021) manifiesta que uno de los retos de la investigación educativa es el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, debido a que los estudiantes tienen un desempeño académico bajo.

Teniendo en cuenta a Ratnaningsih et al. (2020), la resolución de problemas es el proceso del pensamiento de un individuo para determinar lo que debe hacer cuando no sabe qué hacer. Además, la solución de problemas establece el éxito de incrementar la habilidad de analizar a un nivel superior, por lo que la capacidad de resolución de problemas es muy importante para los estudiantes.

Como señala Zamnah et al. (2021), destacan la relevancia de que los estudiantes adquieran habilidades para solucionar problemas. Esta habilidad es esencial no únicamente para enfrentar los retos cotidianos, sino también para fortalecer la capacidad de análisis. Por lo tanto, la solución de problemas se establece como un objetivo pedagógico principal en el proceso de aprendizaje del cálculo (p. 1).

Con base en Riyadi et al. (2021), en este siglo XXI se desarrolló de forma rápida la ciencia y la tecnología, de manera que todos pueden tener acceso de forma libre a cualquier información y no se puede dar cuenta de su validez, lo cual genera problemas complejos socialmente (p. 1625). En un contexto relacionado, Yılmaz y Tabak (2019) sostienen que la relación causa-efecto es un concepto fundamental para la comprensión de los estudios sociales (p. 213).

Como expresa Chávez (2018), específicamente, el análisis cuantitativo reveló que la mayoría sustancial (52%) exhibe un rendimiento catalogado como bajo, mientras que el 48% restante se ubica en un nivel medio.

Laredo y López (2024), identifican una tendencia predominante entre los estudiantes al abordar problemas matemáticos: el empleo de un mecanismo puramente algorítmico y superficial, fundamentado en la reproducción de secuencias de pasos memorizados, en detrimento de la asimilación del concepto fundamental.

La problemática descrita se ve críticamente exacerbada por la preparación matemática preuniversitaria deficiente, un factor que intensifica las carencias formativas en la formulación y la resolución de problemas al ingresar a los niveles de educación superior. En consecuencia, los hallazgos señalan la imperativa necesidad de reestructurar el currículo y la didáctica con el fin de priorizar el desarrollo del pensamiento crítico y las competencias genuinas de resolución de problemas, superando los enfoques meramente memorísticos o procedimentales.

Según MINEDU (2023), los resultados de la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) de 2022, administrada a estudiantes que concluyen la educación secundaria, revelaron un deterioro en el rendimiento matemático de los estudiantes peruanos. Específicamente, se registró una disminución de 9 puntos en la puntuación promedio del área de matemáticas en comparación con la evaluación de 2018.

Los hallazgos de Crespo et al. (2023), derivados de la evaluación PISA, revelan una marcada prevalencia de la ansiedad matemática entre la población estudiantil de 15 años; específicamente, los datos indican que el 31% de los alumnos reportan nerviosismo al enfrentarse a la resolución de problemas cuantitativos, y una proporción aún mayor, el 59%, expresa preocupación ante las asignaturas de matemáticas (p. 3). Esta situación merece especial atención en la investigación educativa, dado que el razonamiento cuantitativo es reconocido como una competencia transversal de vital importancia para el desarrollo y el éxito individual en múltiples esferas de la vida.

La investigación de Duche et al. (2020), evidencia una cifra preocupante de deserción académica en el sistema de educación superior de nuestro país. Específicamente, los datos indican que aproximadamente el 27% de los estudiantes que inician una carrera universitaria se retiran antes de completar el primer año. Este hallazgo es un claro indicador de un elevado índice de abandono y, consecuentemente, una reducida tasa de permanencia en este nivel educativo (p. 244).

Se identifica que la preparación académica en matemáticas en la región de San Martín presenta serias deficiencias, lo cual impacta directamente en la transición de los estudiantes al nivel universitario. Este bajo rendimiento académico inicial se manifiesta en la incapacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos de forma flexible, generando dificultades notables al intentar resolver ejercicios o problemas que poseen una estructura conceptual o contextual mínimamente distinta a los ejemplos previamente abordados en el aula. Pues, como afirma Esteves et al. (2019) es complicado que los estudiantes logren resolver problemas o en caso de que lo hagan, lo hacen de forma incorrecta; dado que tienen dificultades al reconocer los datos, para efectuar las operaciones y poca capacidad para formular la respuesta, dado que tienen muy poca capacidad de análisis y compresión del problema (p. 626).

Yılmaz y Tabak (2019), sostienen que ciertos enfoques pedagógicos facilitan la adquisición de competencias esenciales en los estudiantes, tales como la manifestación y defensa de posturas personales, la expresión de argumentos novedosos, y la preservación de opiniones fundamentadas (p. 213). La activación de estas habilidades tiene un efecto multiplicador, promoviendo una participación más activa del alumnado, incentivando una mayor profundidad en la investigación de los temas de estudio, y mejorando su capacidad global de expresión y comunicación efectiva.

Como sostiene González (2021), en los campos de la ingeniería, las materias de matemática son incuestionables, pertinentes para su evolución y uso. En el ámbito académico, los desafíos inherentes al proceso de enseñanza-aprendizaje constituyen una preocupación fundamental que involucra a alumnos, docentes, directivos y personal administrativo (p. 12).

En este escenario, esta investigación se justifica desde una perspectiva teórica puesto que dicho método de Polya aplicado a la resolución de problemas de integrales definidas, por lo que este análisis está cubriendo una brecha en el saber teórico. La relevancia social de esta investigación radica en la contribución directa a la población estudiantil que sistemáticamente experimenta graves dificultades en el proceso de resolución de problemas matemáticos. Estos problemas se manifiestan en una serie de deficiencias cognitivas secuenciales, que incluyen: Incomprensión textual: Incapacidad para decodificar el enunciado y, consecuentemente, para identificar los datos y las incógnitas. Déficit estratégico: Ausencia de la habilidad para diseñar un plan de solución coherente. Falla en la ejecución: Dificultades al implementar la estrategia debido a una comprensión inadecuada de los conocimientos matemáticos subyacentes. Ausencia de metacognición: Falta de claridad en los procedimientos para verificar y validar la pertinencia de la respuesta final.

El desempeño académico deficiente en el área de matemáticas genera una significativa externalidad negativa de índole económico. Esta deficiencia obstaculiza el acceso exitoso a la educación superior y disminuye la tasa de aprobación de asignaturas una vez iniciados los estudios universitarios. En consecuencia, esta dinámica se traduce directamente en pérdidas financieras sustanciales para los estudiantes y sus núcleos familiares. Desde una perspectiva investigativa, este estudio posee una relevancia intrínseca.

Asimismo, se busca validar las **hipótesis de investigación**, ya sea la alterna: Si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja; o la hipótesis nula: Si aplicamos el método de Polya, entonces no tendrá ningún efecto en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

De tal manera que el **objetivo general** es, determinar el efecto del método Polya a problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja. Además, los **objetivos específicos** son:

OE1: Sistematizar el método de Polya basado en las teorías de aprendizaje constructivista y la teoría del procesamiento de información.

OE2: Aplicar el método de Polya en las dimensiones de planificación, ejecución y evaluación en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

OE3: Evaluar la mejora en problemas de integral definida en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de un pre y post test en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Hamit et al. (2022) en su investigación tuvo como objetivo determinar el impacto que tiene el método de Polya en el desempeño de aprender algoritmos para programación. Su diseño es cuasiexperimental en un grupo de 30. Los hallazgos mostraron que el 66.7% de los estudiantes entendieron el problema; el 60% realizó la planificación; el 53.3% logró llevarla a cabo y, finalmente, el 60% evaluó lo conseguido. De los hallazgos, se registró una media de 27.6 y una desviación estándar de 6.057 en el GC, mientras que en el GE se logró una media de 39.60 y una desviación estándar de 4.014. Este hallazgo demuestra que el método de Polya es eficaz para resolver los problemas de los estudiantes en programación.

Lara et al. (2022) tuvieron como finalidad elaborar una propuesta pedagógica para utilizar el método de Polya al resolver problemas de sistemas de ecuaciones lineales. Su diseño es cualitativo y cuantitativo, se empleó cuestionarios en una muestra de 40 estudiantes. Los hallazgos indicaron que el 50% de los estudiantes respondieron correctamente entre 8 y 9 preguntas de un total de 12, mientras que el 15% resolvió todos los problemas. Se concluyó que el rendimiento académico de los estudiantes se incrementó y que el empleo del método Polya permitió que desarrollaran habilidades lingüísticas y de pensamiento crítico y reflexivo.

Chacón et al. (2023) en su investigación tuvieron como propósito reforzar el razonamiento y el pensamiento crítico, por lo que se empleó el método de Polya. Su diseño es cualitativo y cuantitativo, se empleó una muestra 6 estudiantes a quienes se les aplicó encuestas, entrevistas e intervenciones educativas. El promedio del pretest es de 0.57, con un máximo de cinco puntos, en el postest obtuvo una media de 4.57. Se utilizó la prueba de Wilcoxon, que no es paramétrica, para el análisis de estos datos. Se descubrió que había un incremento significativo desde la perspectiva estadística, con un valor p de 0.024.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Oria (2021) en su estudio tuvo como finalidad determinar el impacto de la metodología Polya en el aprendizaje de la teoría de conjuntos y lógica. Su diseño es cuantitativo y descriptivo aplicado. La muestra fue de 80 estudiantes, quienes fueron encuestados y evaluados con una prueba antes y después de la intervención. Para el GE, los promedios fueron 10.48 y 15.33, con desviaciones estándares de 0.960 y 0.971 para el pretest y el postest, en ese orden. De acuerdo con los datos recopilados del post test y del análisis descriptivo, se estableció que las medias del grupo experimental superan en aproximadamente 4 puntos a las del GC.

Jiménez (2022) en su investigación tuvo como propósito establecer la relación entre el método Polya y la solución de problemas de ecuaciones cuadráticas. Su diseño fue no experimental. La muestra se compuso de 101 estudiantes. De acuerdo con los resultados de las encuestas, entre todos los alumnos evaluados, el 2.97% estaba en la fase inicial; el 5.94%, en desarrollo; el 6.93%, en competente; y el 84.16% en experto, en relación con la variable "Método Polya". El 2.97% se ubicó en el nivel "insuficiente", el 4.95% en el "suficiente" y el 92.08% en el "óptimo" para la variable de la resolución de problemas con ecuaciones cuadráticas. Se empleó el estadístico Rho de Spearman para establecer las correlaciones de las variables en esta investigación cuantitativa. Se verificó la hipótesis propuesta al obtener un valor de 0.898 y una significación $p=0.000 < 0.05$.

Ari (2023) en su estudio tuvo como propósito establecer el impacto del método Polya en el aprendizaje de resolución de problemas de funciones reales. El método es cuantitativo con diseño cuasi experimental. La muestra consta del GC constituido por 24 alumnos de ingeniería de sistemas; y el GE conformado por 21 estudiantes de ciencias contables. Según los hallazgos, en el GE, el 100% de los alumnos se encontraban a un nivel deficiente en el pretest; sin embargo, en la posterior, el 14.29% alcanzó un nivel deficiente, el 33.33% un nivel regular, el 38.10% un nivel bueno y el 14.29% llegó a un nivel excelente. La media de las calificaciones fue de 6.5 para el GC y de 6.8 para el GE antes de iniciar el experimento; sin embargo, al finalizar el tratamiento, se obtuvo un promedio de 11.50 en el GC y de 13.52 puntos en GE. Los resultados de la prueba estadística T Student, con un nivel de confianza del 95%, señalan que los alumnos de ingeniería de sistemas utilizan el método Polya de una manera notablemente diferente a los de ciencias contables.

Ramírez (2024) en su investigación tuvo como propósito determinar el efecto del método Polya en el progreso competencia para resolver problemas de geometría descriptiva en alumnos de ingeniería. La metodología es cuantitativa, de tipo aplicado, empleando tanto un diseño experimental como un sub-diseño cuasiexperimental. En la muestra, el GE y el GC estaban formados por 15 estudiantes cada uno, a quienes se les aplicó un cuestionario. Los hallazgos indican que, en el GE, antes de la prueba, el 86.7 % tuvo un nivel bajo y el 13.3 % un nivel medio; sin embargo, tras la prueba, el 20% se mantuvo en el nivel bajo, el 53.3% se ubicó en nivel medio y el 26.7% en el nivel alto. Además, el valor t fue de 3.651, lo cual es más que el valor crítico para un nivel de significación inferior a 0.001. Llegando a la conclusión de que la utilización del método Polya impacta el avance en la capacidad para resolver problemas de geometría descriptiva.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Aplicación del método de Polya

2.2.1.1. Definición de método

Es aquel que da lugar a la simplificación de elementos o pasos para llegar a un objetivo, radicando su importancia en el sujeto que conoce más que en lo descrito como camino a seguir, siendo además sus principales características el orden, la secuencia y la lógica (Aguilera; 2013, p.7). Por otro lado, confirma Torres (2019) que generalmente los métodos tienen dentro de su esencia el criterio de veracidad, es decir que obedezca al objeto y la otra que conlleve a la finalidad con la que es propuesta; es decir debe develar su manera de proceder según el contexto y ser efectivo en función a lo propuesto (p. 4).

Bajo dichas definiciones es que se contempla al método como un camino bien definido a seguir para llegar a un punto definido o meta establecida, el mismo que obedece a la intencionalidad con la que se propone y su efectividad es relativa a la pericia del sujeto cognoscente quién lo plantea, estando además sujeto a mejoras.

2.2.1.2. Definición de método de Polya

En el método sugerido por Polya (1974) se considera al método como un camino a seguir para lograr una meta, donde plantea una travesía lógica y secuencial de tácticas y procedimientos para solucionar problemas matemáticos, donde lo propone como el arte de solucionar problemas con la intención de asistir o proponer una salida a la resolución de sus dificultades matemáticas (p. 55). Asimismo, Polya (1989) al proponerlo menciona que es una propuesta significativa, donde se evidencian las operaciones mentales y sin técnicas complejas en su implementación, compuesto por cuatro fases. El Método de Polya demuestra una eficacia transdisciplinaria que trasciende el dominio de las matemáticas, extendiendo su utilidad a campos tan diversos como la ingeniería, la informática, la psicología y la toma de decisiones estratégicas en el ámbito empresarial.

a) Características

De acuerdo con Polya (1974) su propuesta contiene dentro de su esencia las siguientes particularidades:

Lógico: El enfoque se apoya en el uso de la lógica para afrontar y resolver problemas matemáticos de forma rigurosa. Objetivo: Su correcta aplicación conduce a una solución precisa y pertinente, garantizando la validez de la respuesta. Sistemático: El método se estructura en procedimientos organizados, lo que permite una solución de problemas de manera ordenada y lógica. Adaptable: A pesar de su estructura definida, el proceso permite la omisión o reordenación de sus etapas según las necesidades del individuo o del problema, lo que facilita la revisión y el perfeccionamiento de pasos anteriores para optimizar la solución.

b) Fases

López (2010) destaca la vigencia perdurable del método propuesto por George Polya, el cual continúa siendo un referente crucial en el campo de la resolución de problemas, a pesar del tiempo transcurrido desde su concepción. En este sentido, se observa una correspondencia conceptual directa entre las cuatro fases.

- ✓ **Fase I. Compresión del problema**

Como dice Figueroa et al. (2019) no se puede solucionar un problema si primero no se entiende el enunciado (p. 74). Meneses y Peñazola (2019) indica la necesidad de responder a las siguientes interrogantes: ¿cuál es el enigma?, ¿cuáles son los datos?, ¿cuáles son las restricciones?, ¿Es el estado adecuado para reconocer la incógnita?, ¿es insuficiente?, ¿es redundante?, ¿es incongruente? (p. 11).

La etapa inicial del proceso de solución requiere una serie de acciones cognitivas y metodológicas rigurosas para asegurar la comprensión del enunciado. Adicionalmente, se recomienda la reformulación del problema utilizando un lenguaje propio, lo que sirve como una prueba de fuego para validar la asimilación del planteamiento. Esta primera fase resulta crucial y determinante en el progreso de la solución, ya que establece el marco conceptual indispensable para el éxito de las etapas subsecuentes. Según Yapatang y Polyiem (2022) el enfoque metodológico de Polya se establece como una herramienta esencial en el proceso de resolución de problemas. Su aplicación es crítica porque contribuye a prevenir ambigüedades cognitivas y a simplificar la decodificación del enunciado (p. 41).

- ✓ **Fase II. Concebir un plan**

Figueroa et al. (2019) enfatizan que esta etapa del proceso no debe limitarse a la esfera de lo racional y la aplicación de conocimientos previamente adquiridos. Subrayan la importancia crítica de incorporar la creatividad y la imaginación como elementos facilitadores. Para capitalizar estas capacidades, sugieren la elaboración de representaciones gráficas (dibujos) u otras formas de presentación visual, ya que tales herramientas son clave para la conceptualización y el avance en la solución (p. 74). Meneses y Peñazola (2019) proponen que el docente debe emplear un conjunto de interrogantes metacognitivas diseñadas para facilitar la comprensión y el establecimiento de conexiones previas por parte del estudiante.

- ✓ **Fase III. Ejecutar el plan**

Durante esta fase, el estudiante debe desplegar la totalidad de su repertorio de conocimientos académicos y técnicos con el fin de implementar la estrategia de solución previamente diseñada. Esta ejecución requiere un monitoreo metacognitivo constante, mediante el cual el solucionador se cuestiona la validez y la precisión de cada paso algorítmico o procedimental aplicado, asegurando la coherencia y la corrección en el avance hacia la respuesta. Según la perspectiva de Figueroa et al. (2019) esta etapa particular del proceso de solución es intrínsecamente técnica. Su correcta implementación depende fundamentalmente de la destreza operativa y la posesión de los conocimientos disciplinares necesarios por parte del estudiante (p. 74).

- ✓ **Fase IV. Comprobar el resultado**

Figueroa et al. (2019) describen esta fase final como un proceso de examen crítico y retrospectivo (p. 74). La etapa abarca múltiples acciones metacognitivas esenciales: Revisión y Validación: Se debe revisar meticulosamente cada paso del proceso de solución para asegurar la ausencia de errores procedimentales y confirmar que la respuesta obtenida satisface rigurosamente las condiciones iniciales del problema planteado. Reflexión Metodológica: El estudiante debe reflexionar críticamente sobre el procedimiento empleado, evaluando si la solución pudo haberse alcanzado de una manera más eficiente o mediante una estrategia alternativa.

2.2.1.3. Definición de aplicación de método de Poya

Considerando a Palacios (2016) desde su mirada de la ingeniería de los métodos, la aplicación de éstos obedece a la mejora del proceso mismo para el propósito, tal como lo comparan cuando se trata de enfrentarse a un mismo hecho, objeto o problema (p.15). La puesta en marcha del método de Polya para la solución de problemas es un modo directo de responder a la necesidad que tienen los maestros de utilizar métodos pedagógicos novedosos y cautivadores.

En esta línea, Valverde et al. (2022) enfatizan que es crucial que los docentes se sigan formando de manera constante en técnicas que potencien el aprendizaje de las matemáticas, sobre todo aquellas que incrementen la habilidad de los alumnos para solucionar problemas. Es fundamental que los profesionales de la educación proporcionen una amplia gama de recursos y herramientas de aprendizaje para catalizar el avance de los procesos cognitivos básicos. Estos procesos sirven como cimiento indispensable para la adquisición de habilidades de orden superior, como la capacidad de solucionar problemas matemáticos complejos. Para lograr un aprendizaje significativo y duradero, el papel del docente debe ser proactivo, innovador y flexible en el diseño e implementación de sus estrategias pedagógicas.

Por otro lado, Barrón et al. (2021) enfatiza en el impacto por la adquisición de habilidades esperadas, y la formación de ciudadanos capaces de movilizar habilidades para solucionar problemas en su entorno, donde la gestión de las operaciones básicas es esencial; tal como lo refuerza Gualdrón et al. (2020) afirmando el crecimiento cognitivo en el desarrollo de las tareas programadas a través de dicho método. Finalmente, Benavides (2020) afirma que el Método de Polya ha logrado consolidarse como el paradigma fundamental en el campo de la resolución de problemas, estableciéndose como el cimiento teórico para la vasta mayoría de los modelos y las investigaciones subsiguientes en esta área.

2.2.1.4. Dimensiones de método de Polya

a) Planificación

La planificación del estudio se estructura mediante un pensamiento reflexivo que contempla la puesta en marcha de habilidades estratégicas para demarcar el contexto de aplicación y los recursos necesarios a movilizar; además la definición específica del curso que se va a abordar de acuerdo con la accesibilidad, las facilidades y finalmente la duración de la propuesta aplicación del método de Polya en el nivel educativo seleccionado. La intervención fue operacionalizada específicamente con estudiantes de Ingeniería Civil en la asignatura de Análisis Matemático II. El tratamiento se extendió durante un período de ocho semanas y comprendió el desarrollo de ocho sesiones que fueron diseñadas para alinearse estrictamente con la intencionalidad o el objetivo primario de la aplicación del método.

b) Ejecución

La aplicación del Método de Polya fue concebida y ejecutada en dos fases principales claramente diferenciadas. La primera fase consistió en la aplicación inicial del método y sus etapas como un modelo heurístico de referencia para la resolución de problemas. El propósito primordial de esta etapa fue evaluar el impacto basal de la metodología sobre la variable dependiente de interés. La segunda fase se centró en la ejecución de un programa de ocho sesiones de enseñanza-aprendizaje específicamente diseñadas para integrar la metodología de Polya en el entorno del aula. Este diseño de intervención tuvo como objetivo potenciar los resultados.

Primer momento: La aplicación el método de Polya implica 4 etapas mencionada ya con anterioridad, las cuales son ***comprensión, planificación, ejecución y verificación.*** Segundo momento: El desarrollo de sesiones el cual implica un proceso propio de la naturaleza misma de la enseñanza de hoy en día; con sus momentos, recursos y más; sin embargo, la esencia de ello radica en la propuesta de secuencia de sesiones.

c) Evaluación

La evaluación responde a la verificación del aprendizaje con la aplicación el método de Polya; el cual se estará viendo el progreso desde el ingreso, durante el proceso y al momento de la salida, a través del Pre y Post test para cuantificar el cambio global en el rendimiento y los criterios descritos en cada sesión de manera formativa.

2.2.1.5. Teorías que sustentan el método de Polya

Gómez (2024) establece que el Método de Polya posee una asociación intrínseca y directa con los principios del constructivismo y la Teoría del Procesamiento de Información. Estas bases teóricas sirven como un marco orientador para la didáctica de la resolución de problemas matemáticos, impulsando en los estudiantes un proceso que se distingue por ser dinámico, autónomo y estrictamente lógico.

a) Teoría constructivista

Teniendo en cuenta a Toykin y Bendezú (2018) el constructivismo sostiene que los alumnos generan su propio saber a partir de sus experiencias pasadas, estructuras mentales y creencias, así como de ideas que les permiten interpretar sucesos y objetos (p. 27). Saldarriaga et al. (2016) argumentan que la teoría del constructivismo de Jean Piaget no debe interpretarse como una simplificación de un proceso tan intrincado como lo es el desarrollo cognitivo. Al contrario, esta teoría postula que el conocimiento emerge a través de un proceso complejo de construcción activa que realiza el individuo en su interacción continua con la realidad.

Según EPP (2023) la teoría constructivista, fundamentada en los postulados de Jean Piaget, se basa en la conceptualización del conocimiento como un proceso dinámico de formación. Esta perspectiva subraya que el estudiante se constituye en un participante activo y central de dicho proceso, utilizando el razonamiento que inherentemente involucra los mecanismos de asimilación y acomodación. Según Jiménez (2021) la teoría de Piaget se basa en los conceptos de esquema y desarrollo. Un esquema es una estructura mental que organiza y reúne los conocimientos adquiridos previamente con los nuevos (p. 100).

b) Teoría del procesamiento de la información

Jiménez (2021) menciona que, según la teoría del procesamiento de la información, el conocimiento es fundamentalmente un conjunto de datos organizado que debe ser desintegrado en partes más fundamentales para poder aprenderlo. La asimilación y procesamiento de un hecho informativo completo se entiende como el aprendizaje, que se lleva a cabo mediante la división o fragmentación de dicho hecho en partículas de información más sencillas. Asimismo, este modelo establece una analogía entre los procesos de enseñanza-aprendizaje (p. 47).

Según Meza (2022) el cognitivismo o la teoría del procesamiento de información brindará a los profesores y estudiantes los criterios conceptuales apropiados, no solo para aplicar aprendizajes significativos de conocimientos declarativos, sino también para poner en práctica estrategias metacognitivas y cognitivas o conocimiento procedimental. Pizano (2014) establece que el procesamiento de la información que ocurre en el cerebro humano puede ser conceptualizado mediante la analogía de una computadora.

2.2.2. Problemas de integral definida

2.2.2.1. Definición de problemas matemáticos

Según Perales (1993) un problema se define como una situación, ya sea anticipada o surgida de manera espontánea, que introduce un nivel de incertidumbre y, por ende, motiva intrínsecamente la búsqueda de una solución (p. 170). En este marco, la resolución del problema se conceptualiza como el proceso dinámico y metodológico a través del cual se lleva a cabo la búsqueda y el logro de la solución deseada.

Pérez y Beltrán (2011) sostienen que la resolución de problemas se ha consolidado, en el panorama educativo actual, como el componente más crucial de la didáctica de las matemáticas. Esta perspectiva es fundamental porque facilita que los estudiantes asimilen y experimenten de manera vívida la relevancia y la aplicabilidad del conocimiento matemático (p. 75).

a) Características

Echenique (2006) señala que los problemas matemáticos poseen las caracterizaciones siguientes:

- ✓ Para poder resolverlo, el estudiante necesita examinar los saberes de matemáticas que tiene y los métodos que ha adquirido previamente para volver a usarlos.

- ✓ Se requiere más tiempo para solucionarlos en comparación de las actividades.
- ✓ Se pueden alcanzar una o varias soluciones mediante diferentes rutas.
- ✓ Implica procesos emocionales dado que incentiva al alumno a superar el bloqueo inicial, fomentando su inventiva y tenacidad, expresando un nivel de satisfacción al conseguir solucionarlo.
- ✓ Responden a las demandas y resultan atractivas para los alumnos.

2.2.2.2. Definición de Integral definida

a) Definición

Como señala Zill y Wright (2011) si f una función real cuyo dominio se encuentra dentro del intervalo cerrado $[a, b]$, entonces la integral definida de f sobre dicho intervalo se expresa de la siguiente manera: $\int_a^b f(x) = \lim_{\|P\|\to 0} \sum_{k=1}^{n} f(x_k^*) \triangle x_k$. En caso de existir el límite, se señala que la función es integrable en $[a, b]$, (p. 297).

Área como integral definida

Frank (1971) señala que, si f es continua en $[a, b]$ y $f(x) \geq 0$ para cualquier x en $[a, b]$, entonces la superficie limitada por el gráfico de $y = f(x)$, $x = a, x = b$ y el eje de x está dado por $A = \int_a^b f(x)dx$.

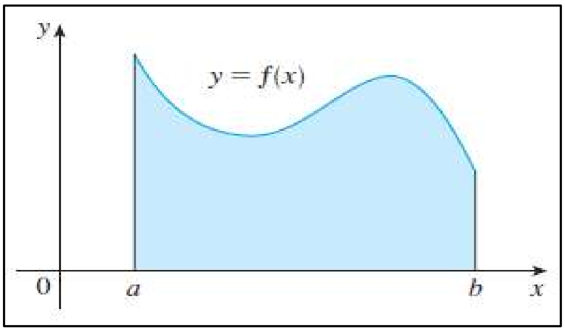


Figura 1
*Área de la superficie restringida por el gráfico de **f** sobre [a, b].*
Fuente: Stewart (2010)

b) Aplicación

Dado que existen diversas aplicaciones de la integral definida, en este análisis se establecerán superficies de áreas planas y volúmenes de revolución.

Área entre dos curvas

Tan (2009) sostiene que, suponiendo que f y g sean funciones continuas sobre $[a, b]$, y asumiendo que $f(x) \geq g(x)$ para $x \in [a, b]$. Considerando S como la zona restringida por los gráficos de f y g, $x = a$ y $x = b$, por lo que el área de la superficie S se calcula como: $A = \int_a^b \left[f(x) - g(x) \right] dx$.

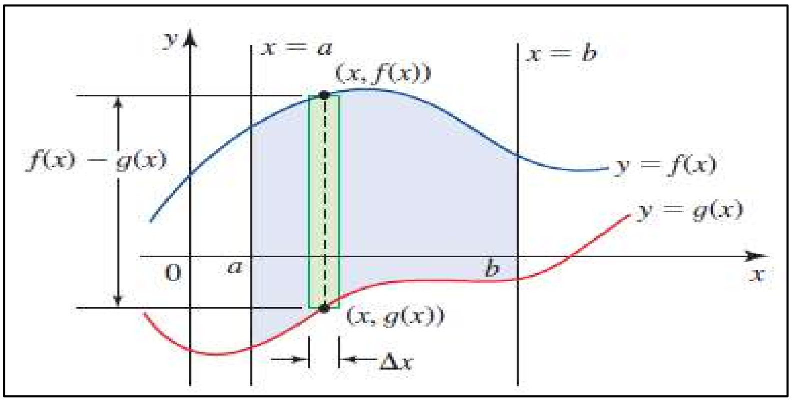


Figura 2
Superficie entre la gráfica de dos funciones.
Fuente: Tan (2009)

Volumen de sólido de revolución

Método del disco circular

Jiménez (2011) argumenta que, consideremos que $f(x) \geq 0$ es una función continua en $[a, b]$ y que R la superficie restringida por el gráfico de f en $[a, b]$. Se establece el volumen del sólido rotatorio creado al girar en torno al eje x como: $V = \pi \int_a^b [f(x)]^2 \, dx$.

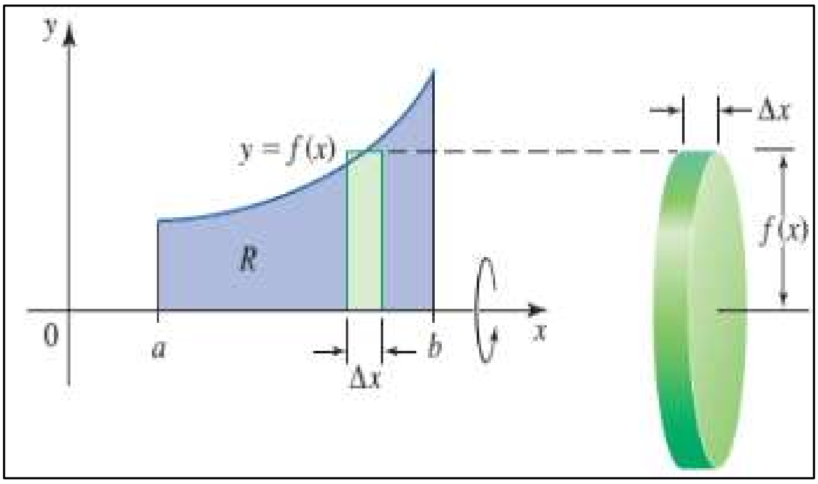


Figura 3
Método del disco circular con eje de rotación horizontal.
Fuente: Tan (2009)

Método del anillo circular

Lázaro (2011) menciona que, sean f y g funciones continuas sobre $[a, b]$ y $f(x) \geq g(x) \geq 0$, $\forall x \in [a, b]$. Considere R la superficie acotada por f y g en $[a, b]$, por lo que el volumen del sólido rotatorio que se produce al rotar R alrededor del eje x, es: $V = \pi \int_a^b [f^2(x) - g^2(x)] \, dx$.

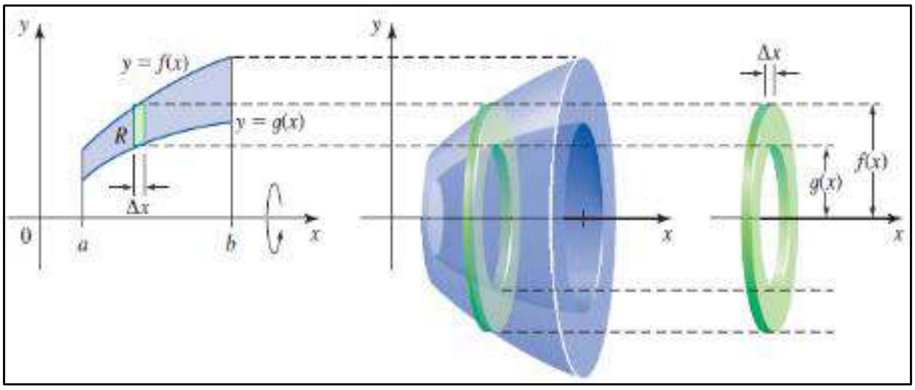


Figura 4
Método del anillo circular con eje de rotación horizontal.
Fuente: Tan (2009)

Método de la corteza cilíndrica

Con base en Espinoza (2002) sea f una función continua no negativa en $[a, b]$, $a \geq 0$, y sea R la superficie que se encuentra bajo el gráfico de f en $[a, b]$. El volumen del sólido producido al rotar alrededor del eje y, es: $V = 2\pi \int_a^b xf(x)dx$.

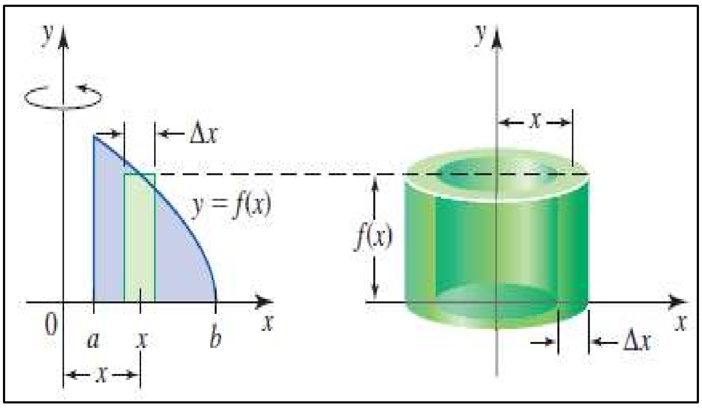


Figura 5
Método de la corteza cilíndrica con eje de rotación vertical.
Fuente: Tan (2009)

2.2.2.3. Definición de problemas de integral definida

Desde la perspectiva de Cedeño (2017) el dominio de la resolución de problemas confiere a los individuos la capacidad de abordar y solucionar con eficiencia las diversas situaciones que emergen en el contexto de la vida diaria. Benavides (2020) fomenta el desarrollo de destrezas creativas y mentales, así como la percepción de que su solución conlleva un proceso o fases, las cuales deben ser analizadas desde una visión crítica, lógica y estratégica, por consiguiente tomando Cedeño (2017), Benavidez (2020) y Montoya (2023) los problemas de integral definida son situaciones a solucionar respecto de cálculos de áreas y volúmenes de sólidos rotatorios, a través de diversos métodos o técnicas, de acuerdo a la naturaleza misma del problema o la incógnita a encontrar o calcular.

2.2.2.4. Dimensiones de problemas de integral definida

En el contexto de este estudio, tomaremos en cuenta las clases de problemas que se solucionan a través de los instrumentos conceptuales y procedimentales del cálculo integral. Basándonos en dicha perspectiva es que se plantea la dimensión de:

a) Áreas de regiones planas

En el contexto del cálculo integral, la determinación de áreas de regiones planas se aborda mediante un proceso analítico y gráfico. Estas situaciones exigen, como paso inicial, la representación gráfica precisa de las ecuaciones de una o más curvas. Una vez visualizada la región, es necesario calcular el área delimitada por estas curvas.

b) Volúmenes de sólidos de revolución

En el ámbito del cálculo integral, la determinación de volúmenes de revolución plantea situaciones que exigen un proceso analítico y metodológico riguroso. Este proceso requiere, inicialmente, la representación gráfica precisa de curvas involucradas. Posteriormente, es fundamental identificar la técnica de integración más apropiada para calcular el volumen del sólido de revolución.

2.2.2.5. Teorías que sustentan los problemas de integral definida

a) La teoría del conocimiento

Plantea que en un mundo donde existe un conglomerado de información demasiado exagerado es menester revalorar el papel que desempeña la resolución de problemas, siendo en esencia un acto epistémico que debe ser considerado como un elemento primordial por los docentes, de modo que trasciendan la enseñanza y la visión sobre la didáctica, para arribar hasta lograr el objetivo formativo de aprender a aprender. Además, sugiere que los aprendizajes deben ser mediado por problemas, puesto que éstos son observados como oportunidades o nuevas experiencias con las que los estudiantes se enfrentan y que por ende debe de planificarse la enseñanza desde dicha perspectiva (Díaz y Díaz, 2020).

b) La teoría de Gestalt

Desde la postura de Reyes (2007) esta teoría describe que para enfrentarse a una situación problemática o problema propiamente dicho se debe considerar la comprensión estructural y la reorganización, el cual implica incidir en las partes del todo que guían al objetivo, donde entran a tallar situaciones subjetivas y la otra donde se debe observar nuevamente dicha comprensión del porqué no se solucionó y volver a intentarlo.

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

3.1.1.1. Ubicación política

La investigación fue conducida en la región de San Martín, específicamente en el distrito de Nueva Cajamarca, perteneciente a la provincia de Rioja. La región de San Martín se encuentra estratégicamente ubicada en la zona septentrional del Perú, y sus límites territoriales colindan con las regiones de Loreto hacia el noreste, Amazonas al norte y Huánuco en su límite austral.

Figura 6
Localización de la región San Martín.

La ciudad de Rioja presenta límites geográficos definidos de la siguiente manera: su perímetro occidental y meridional (oeste y sur) colinda con la Región Amazonas, mientras que al oriente y septentrión (este y norte) limita con la provincia de Moyobamba.

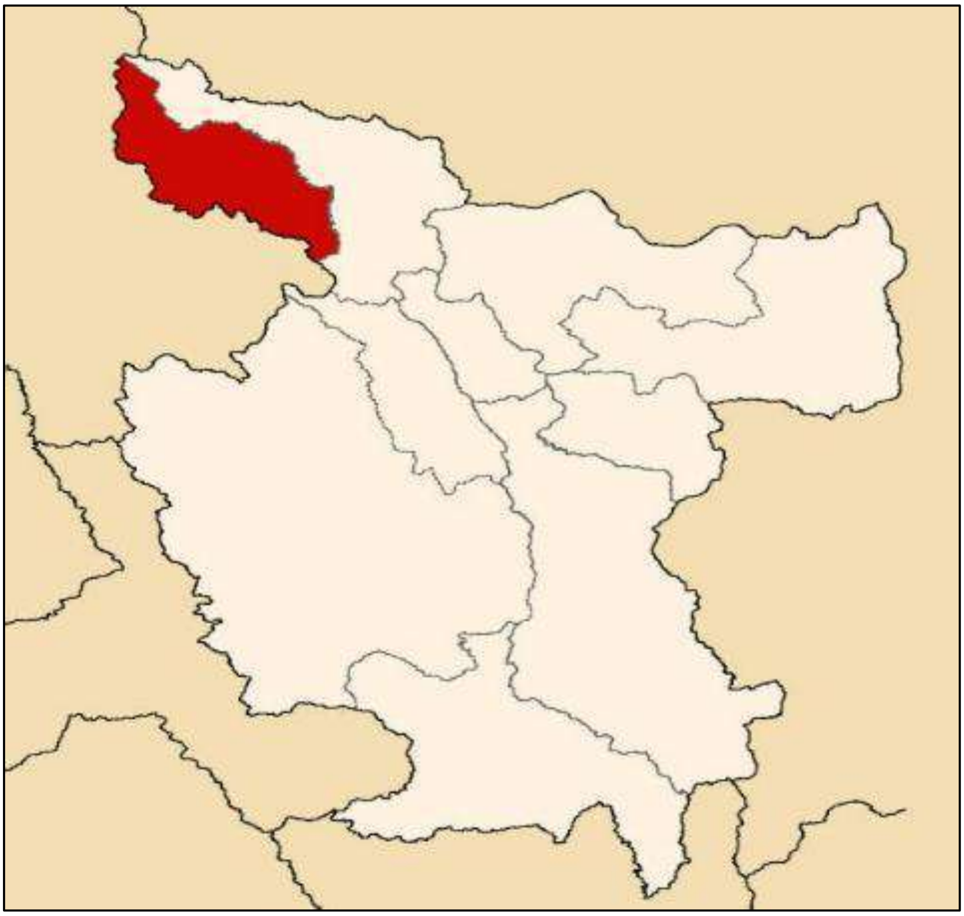


Figura 7
Localización de la provincia de Rioja.

El distrito de Nueva Cajamarca presenta una delimitación territorial con los siguientes puntos cardinales: Al occidente y al norte colinda con el distrito de Yuracyacu, su límite septentrional (norte) con el distrito de Pardo Miguel, hacia el este limita con la provincia de Moyobamba. Finalmente, en su frontera meridional (sur), colinda con la provincia de Rioja.

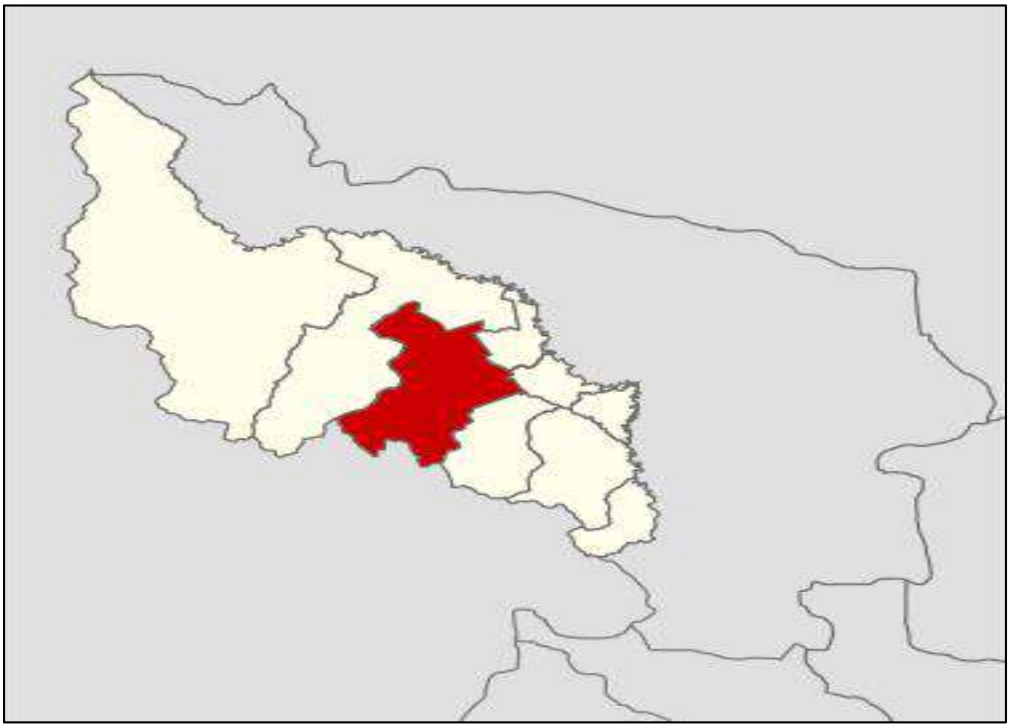


Figura 8
Ubicación del distrito de Nueva Cajamarca.

La Universidad Católica Sedes Sapientiae, se encuentra ubicada en el Jr. Santa Cruz 4s/n – Sector Nuevo Edén – Nueva Cajamarca.

Figura 9
Ubicación de UCSS Filial Rioja.
Fuente: Google Earth Pro

3.1.1.2. Ubicación geográfica

La ejecución de esta investigación tuvo lugar en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Filial Rioja, la cual está situada dentro del distrito de Nueva Cajamarca. Para una referencia geográfica precisa, la ubicación del campus se define mediante las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) bajo el datum WGS84, con las siguientes especificaciones: Este: 246204.496 y Sur: 9340390.984.

3.1.2. Periodo de ejecución

Este estudio se realizó entre mayo y diciembre. Se escogieron dos grupos específicos para la aplicación y se realizaron las 8 sesiones de enseñanza con cada uno entre noviembre y diciembre, el semestre académico 2019 - II.

3.1.3. Autorización y permisos

La ejecución de la presente investigación fue formalmente autorizada mediante la concesión del permiso por parte de la Dirección Académica de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Filial Rioja. Dicha autorización institucional se complementó con la Resolución N°264-2019-UNSM-T/EPG-CD. Este documento administrativo no solo validó y aprobó el título del estudio, sino que también oficializó la designación de un asesor metodológico para guiar el proceso investigativo.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Para la recolección de datos en este estudio, se utilizaron diversos instrumentos, incluyendo fichas temáticas relativas al contenido abordado, así como pruebas de medición de rendimiento pre test y post test. Es relevante señalar que el material empleado fue ecológicamente inocuo al no generar contaminación ambiental. Adicionalmente, se observaron protocolos de higiene estrictos, específicamente en relación con el lavado de manos, durante las sesiones de aplicación.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

Este estudio respetó los fundamentos éticos de la investigación, como el respeto a la autoría, ya que en cada párrafo se presenta una cita textual, que hace referencia a las referencias bibliográficas tomadas en cuenta.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

Las variables fundamentales son:

a) Variable independiente: Aplicación del método de Polya

Definición conceptual. Valverde et al. (2022) define que las propuestas responden a la intencionalidad del docente de plantear una salida llamativa e innovadora; siendo para ello imprescindible estén formándose de manera constante en estrategias pedagógicas y técnicas que promuevan el fortalecimiento del aprendizaje matemático, en particular lo que sea capaz de resolver problemas de matemáticas.

Definición operacional. La variable dentro de su estructura obedece a tres dimensiones; los cuales son planificación, ejecución (método de Polya) y evaluación.

b) Variable dependiente: Problemas de integral definida

Definición conceptual. Cedeño (2017) Benavidez (2020) y Montoya (2023) afirman que los problemas de integral definida son situaciones a solucionar respecto de cálculos de áreas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de diversos métodos o técnicas, de acuerdo a la naturaleza misma del problema o la incógnita a encontrar o calcular.

Definición operacional. La variable problemas de integral definida se materializa en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución.

3.2.2. Variables secundarias

La ejecución del presente estudio se llevó a cabo sin incidentes o factores que pudieran comprometer la validez o la integridad del procedimiento metodológico.

3.3. Procedimientos de la investigación

El procedimiento de este estudio es el siguiente: se llevó a cabo un diagnóstico donde se estableció que los alumnos de ingeniería civil enfrentaban serios obstáculos al resolver problemas matemáticos. Después se planteó el problema, hipótesis, metas y justificación de este estudio. Luego se ejecutó, para ello se pidió el permiso al coordinador general de la Universidad para llevar a cabo este estudio, lo que fue aprobado.

El diseño de esta investigación se cataloga como cuasiexperimental, enmarcado dentro de la modalidad de investigación aplicada, ya que tanto el grupo de control como el de experimental participan. Los primeros pasaron por un pre y post test, en cambio, al grupo experimental se le aplicó un pretest, luego se llevó a cabo un tratamiento (método de Polya) y finalmente se llevó a cabo un post test.

Según Hernández et al. (2006) los diseños cuasi-experimentales, como mínimo en lo que respecta a la variable independiente, son manipulados intencionalmente con el fin de examinar su incidencia y correlación con una o más variables dependientes (p. 148). Para alcanzar este objetivo, se propone el siguiente esquema metodológico.

$$
\begin{aligned}
GE &= O_1 --- X --- O_2 \\
GC &= O_3 --- ---- O_4
\end{aligned}
$$

Donde:

GE: grupo experimental

GC: grupo control

X: El método de Polya

O_1 y O_3: evaluación de pre test, problemas de integral definida

O_2 y O_4: evaluación de post test, problemas de integral definida

$- -$: no hay tratamiento experimental

En este análisis participaron todos los alumnos que cursaban el tercer ciclo de la carrera de ingeniería civil, específicamente la materia "análisis matemático 2", en la UCSS - Filial Rioja. Se tuvo en cuenta un total de 24 alumnos, que se separaron en dos grupos: el GC y el GE. Cada uno de ellos estaba compuesto por 12 alumnos, distribuidos de la manera siguiente:

Tabla 1
Grupo de estudio

Tipo de grupo	Estudiantes				Total	
	Varones		Mujeres			
	N°	%	N°	%	N°	%
GE	10	52.63%	2	40.00%	12	50.00%
GC	9	47.37%	3	60.00%	12	50.00%
Total	19	100.00%	5	100.00%	24	100.00%

Luego se utilizó como técnica la encuesta, Hernández et al. (2006) definen este enfoque como un método de registro de datos basado en la documentación sistemática, válida y fiable de comportamientos y situaciones favorables (p. 260).

Instrumentos. La evaluación del aprendizaje fue estructurada en dos fases temporales. Inicialmente, se administró un pre-test cuyo objetivo fue diagnosticar el nivel de dominio de los estudiantes en los contenidos esenciales de la asignatura Análisis Matemático II. Específicamente, la prueba se centró en evaluar la competencia en la determinación de áreas de regiones planas y el cálculo de volúmenes de sólidos de revolución, incluyendo la aplicación de los métodos del disco circular, anillo circular y corteza cilíndrica. El post-test fue aplicado tras la conclusión de la última sesión didáctica de la intervención, sirviendo como la medición final para cuantificar el impacto y el progreso del aprendizaje logrado.

Cada pregunta bien resuelta consta de 3 puntos, son 6 preguntas de la dimensión 1 (D1) y 18 preguntas de la dimensión 2 (D2) acumulando un puntaje máximo de 18 y 54 para la D1 y D2, respectivamente. El puntaje máximo absoluto para la variable dependiente fue de 72.

Tabla 2
Nivel de desempeño para cada dimensión de la variable dependiente

Categoría	Nivel de desempeño				
	No desarrollado	Incipiente	Regular	Desarrollado	Muy desarrollado
Variable dependiente	0-14	15-29	30-44	45-59	60-72
D1: Área de regiones planas	[0-3]	[4-7]	[8-11]	[12-15]	[16-18]
D2: volúmenes de sólidos de revolución	[0-10]	[11-21]	[22-32]	[33-43]	[44-54]

Para evaluar la variable dependiente, se utilizó el solucionario de los exámenes realizados, con su correspondiente respuesta esperada y su calificación en función de lo que se respondió.

Después de la última sesión del curso, se realizó una evaluación post-intervención con el fin de determinar cuán efectivo fue el método de Polya para resolver problemas relacionados con el cálculo integral. Los datos obtenidos en esta prueba fueron fundamentales para realizar el análisis estadístico, permitiendo así validar la hipótesis central del estudio.

Validez del instrumento

Teniendo en cuenta Hernández et al. (2006) la validez es el grado en que un instrumento mide con precisión la variable que busca medir. Por consiguiente, se llevó a cabo la evaluación de tres docentes con una amplia carrera.

Tabla 3
Validación del instrumento a través de juicio de especialistas

Experto	Especialidad	Puntaje total	Porcentaje de validación
Dr. Mera Naval, Hugo Jaime	Educación	48	96.00%
Dr. Alvarado Villasis, Joiler	Educación	47	94.00%
Dr. Morey Lezama, Orángel José	Educación	48	96.00%

3.3.1. Objetivo específico 1: Sistematizar el método de Polya basado en las teorías de aprendizaje constructivista y la teoría del procesamiento de información

En las actividades y tareas se sistematizó en la teoría del constructivismo endógeno, que pone el foco en el aprendizaje como un fenómeno interno que no está directamente condicionado por la influencia externa, sino más bien por las habilidades intrínsecas de cada persona para estructurar y organizar la información, fue incorporada a las tareas y actividades. La teoría del procesamiento de la información es psicológica y explica el modo en que los individuos perciben, guardan, transforman y recuperan la información, lo cual se organiza según el método heurístico de Polya.

3.3.2. Objetivo específico 2: Aplicar el método de Polya en las dimensiones de planificación, ejecución y evaluación en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

El método de Polya se utilizó en las actividades y tareas. Este método se organizó en términos de dimensiones para entender el problema, por lo que el alumno debe comprender completamente la declaración del problema, identificando los datos, las condiciones y la o las incógnitas del mismo. Planificación: en este paso, el alumno considera cómo encontrar una estrategia para solucionar un problema. Si el problema es muy complicado, se aconseja proponer uno similar pero más fácil y, a partir de ahí, poder planear una estrategia para resolver el problema. Ejecución, en esta etapa, el alumno aplica todo su repertorio de cursos previos y la teoría sobre áreas de zonas planas y volúmenes de sólidos rotacionales. Por último, en la etapa de verificación final, se revisa el resultado obtenido y se considera si existe otra manera de resolverlo, ya sea más simple o más compleja. En segundo lugar, desarrollo de las sesiones. Se realizó una evaluación antes y después a los alumnos de ingeniería civil.

3.3.3. Objetivo específico 3: Evaluar la mejora en problemas de integral definida en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de un pre y post test en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Se elaboró un cuestionario de problemas de aplicaciones de integrales definidas para estudiantes de ingeniería civil, centrado en las dimensiones de los problemas que abordan áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos rotatorios. El método Polya se aplicó antes y después de este cuestionario. Posteriormente, se examinó los datos, se utilizaron estadígrafos descriptivos como la media aritmética, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Se presentaron los hallazgos mediante tablas y gráficos.

a) Técnicas de procedimientos y análisis de datos

Para el examen de los datos recolectados y la contrastación de la hipótesis de investigación, se procedió a la implementación de técnicas específicas de análisis y procesamiento de información, haciendo uso de la estadística inferencial. El tratamiento estadístico se llevó a cabo en la siguiente secuencia metodológica: Evaluación de Normalidad: Inicialmente, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar si la distribución de los datos se ajustaba a una curva normal. Contraste de Hipótesis: Posteriormente, se empleó la prueba T Student para muestras independientes para evaluar las diferencias significativas entre los grupos de estudio (experimental y control).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1. Resultado específico 1: Método de Polya

Sistematizar el método de Polya basado en las teorías de aprendizaje constructivista y la teoría del procesamiento de información.

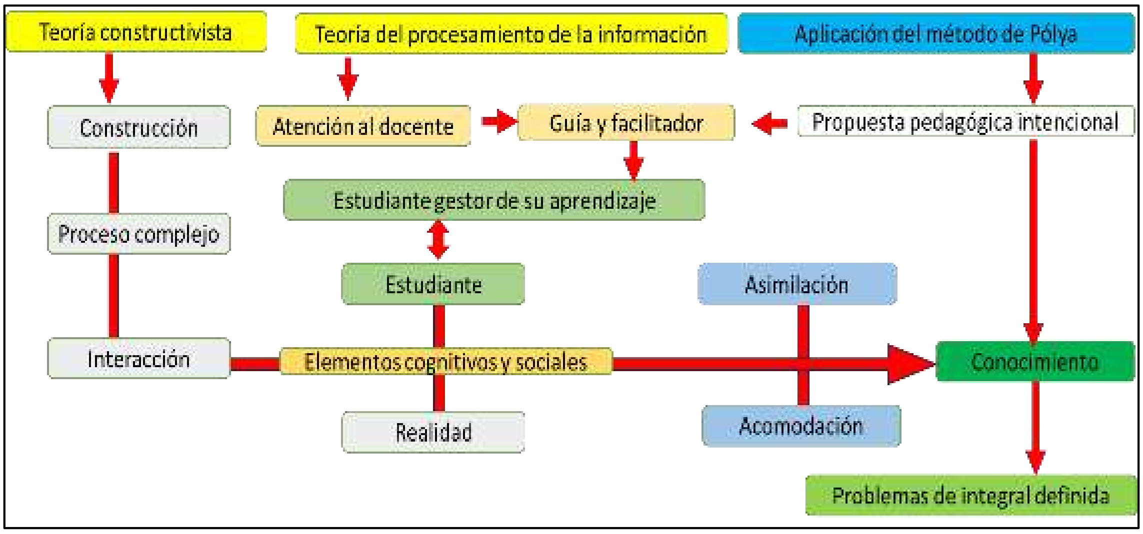


Figura 10
Teorías que sustentan el método de Polya.

Desde la literatura científica se describe que tanto la teoría constructivista como la teoría del procesamiento de la información describen que el estudiantes es quien a partir de su iniciativa e interés gestiona su aprendizaje para lograr el conocimiento que desde el constructivismo llega gracias a la asimilación y codificación producto de la relación con su medio a través de elementos cognitivos y sociales; pues son ellos que le permiten interactuar como parte de un proceso complejo, por lo que se resume que el saber es una construcción, y por otro lado es gracias a la atención al docente como guía o experto que se logra conocer el camino a seguir para logar el conocimiento, por lo que la aplicación el método de Polya se reduce a una propuesta dentro del campo educativo matemático, pero intencionada con el hecho que el estudiante logre dominar la teoría y práctica respecto al tema de problemas de Integral definida.

1.2. Resultado específico 2: Aplicación del método de Polya

Aplicar el método de Polya en las dimensiones de planificación, ejecución y evaluación en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

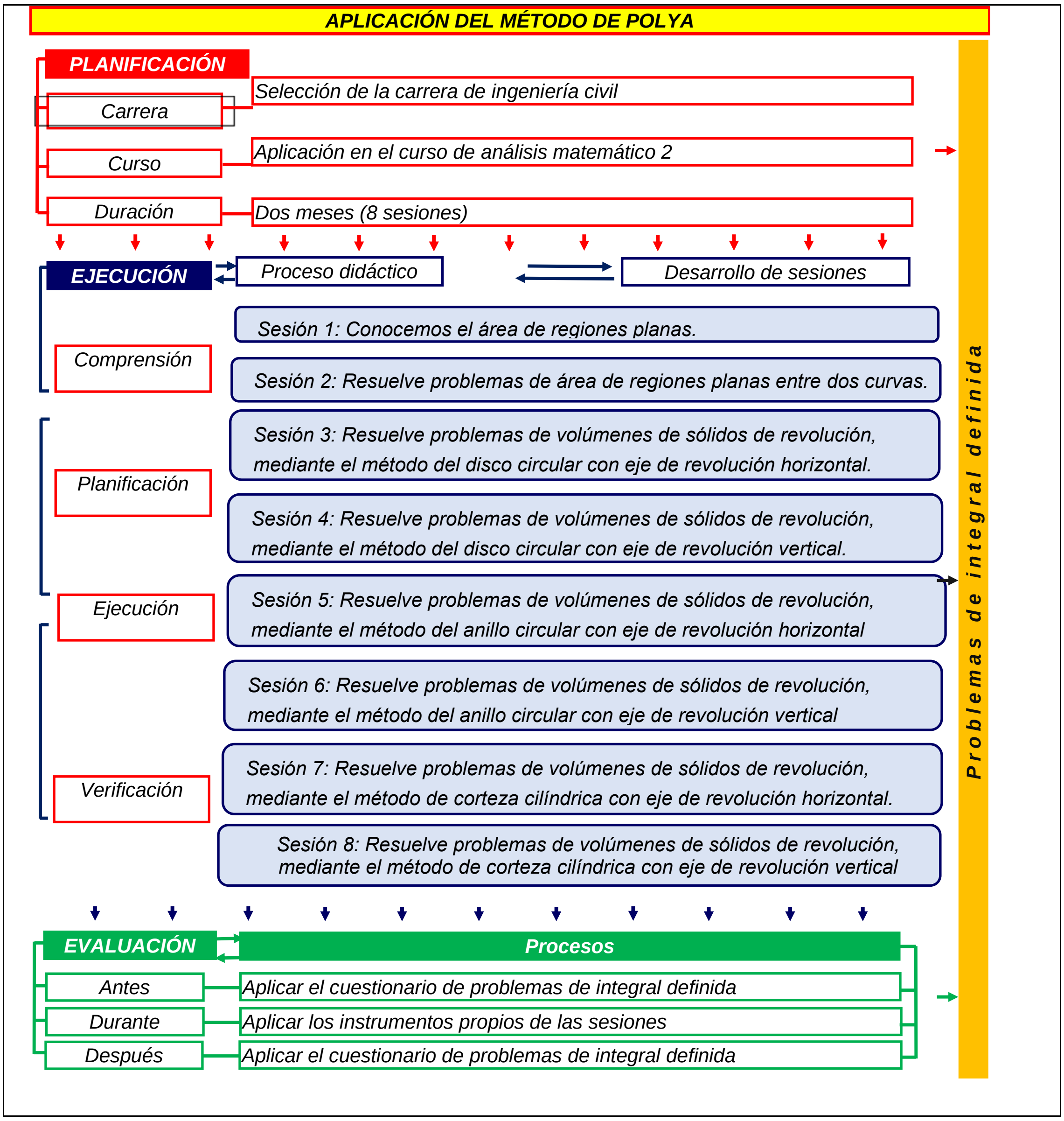


Figura 11

Método de Polya y sus dimensiones.

La aplicación el método de Polya responde a una intencionalidad de querer que los estudiantes conozcan dicho modo de proceder para poder dominar la resolución de problemas; es así que por dicha iniciativa es que se establece tres momentos, como son la planificación de acuerdo a las facilidades y recursos con las que se contó; la ejecución respondiendo al proceso didáctico como tal, dentro de cada sesión siendo el camino para resolver los problemas la comprensión, planificación, ejecución del plan y finalmente la verificación en cada una de las sesiones y por sobre todo durante el momento de desarrollo; y para validar que dicho método es efectivo se evalúo tanto a inicio, como durante el desarrollo de las sesiones y posterior a ellas para contrastar las diferencias y poder validar la hipótesis de investigación.

1.3. Resultado específico 3: evaluación de la mejora en problemas de integral

Evaluar la mejora en problemas de integral definida en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de un pre y post test en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

Tabla 4
Nivel de la dimensión de áreas de regiones planas

Dimensión 1: Áreas de regiones planas								
	Pre test GC		**Pos test GC**		**Pre test GE**		**Pos test GE**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
No desarrollado	0	0	0	0	0	0	0	0
Incipiente	3	25	2	16.67	0	0	0	0
Regular	7	58.33	6	50	6	50	0	0
Desarrollado	2	16.67	3	25	5	41.67	4	33.33
Muy desarrollado	0	0	1	8.33	1	8.33	8	66.67
Total	12	100	12	100	12	100	12	100
Media	9		10.08		11.58		16.25	
D. E.	2.41		3.58		2.75		1.82	
C. V.	26.80		35.50		23.70		11.17	

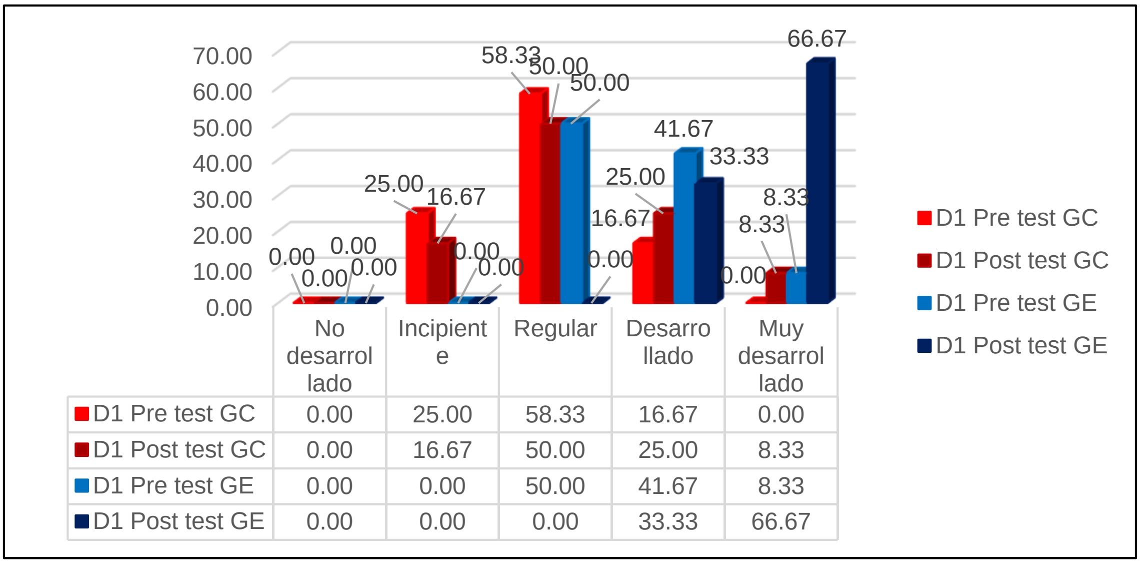


Figura 12
Nivel de la dimensión de áreas de regiones planas.

Los hallazgos en la dimensión de áreas de regiones planas indican marcadas diferencias entre el GC y el GE cuando se contrastan las calificaciones logradas en el pre y post test. En el pretest, la mayoría de los alumnos (58.33%) se encontró en un nivel regular, seguido por un 25% en incipiente y un 16.67% en desarrollado; en el post test, aunque hay una mejora ligera, continúa habiendo una alta concentración (50%) en el nivel regular y en desarrollado (25%), con un pequeño aumento (8.33%) en muy desarrollado. El promedio aumentó de 9.00 a 10.08, lo que representa un incremento moderado y una ligera variabilidad adicional (C.V. del 26.80% al 35.50%), lo cual señala una mejora poco consistente. El pretest mostró que, en el equipo experimental, el 50% de los alumnos estaba a nivel regular, el 41.67% a nivel desarrollado y solo el 8.33% a nivel muy desarrollado. Después de la intervención, el post test demostró un cambio importante: un 66.67% llegó al nivel muy desarrollado, un 33.33% permaneció en el nivel desarrollado y no había alumnos en niveles más bajos.

Los datos descriptivos revelaron un aumento sustancial en la tendencia central del grupo, donde la media se elevó de 11.58 a 16.25. Más significativamente, este incremento fue acompañado por una reducción considerable en la dispersión interna, evidenciada por el descenso del coeficiente de variación de 23.70 a un 11.17. Esta combinación de resultados demuestra un progreso en el rendimiento que fue tanto uniforme como consistente en GE.

Tabla 5
Nivel de la dimensión de volúmenes de sólidos de revolución

Dimensión 2: Volúmenes de sólidos de revolución								
	Pre test GC		**Post test GC**		**Pre test GE**		**Post test GE**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
No desarrollado	3	25	4	33.33	1	8.33	0	0
Incipiente	8	66.67	6	50	8	66.67	2	16.67
Regular	1	8.33	1	8.33	3	25	4	33.33
Desarrollado	0	0	1	8.33	0	0	6	50
Muy desarrollado	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12	100	12	100	12	100	0	100
Media	18.67		21.25		20.5		41.92	
D. E.	7.25		11.98		8.94		9.48	
C. V.	38.86		56.37		43.61		22.62	

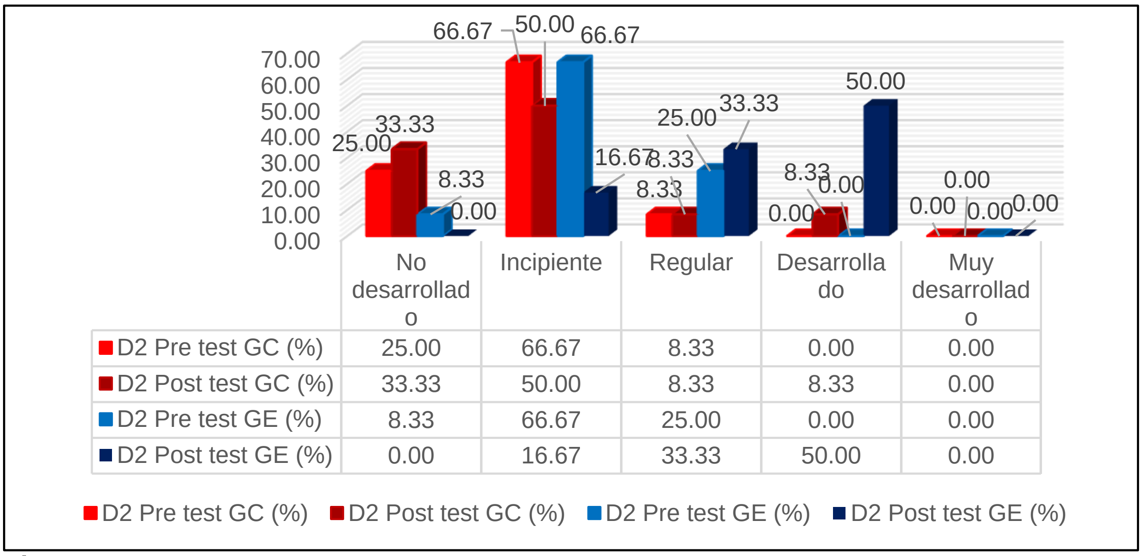


Figura 13
Nivel de la dimensión de volúmenes de sólidos de revolución.

Los resultados en la dimensión de volúmenes de sólidos de revolución evidencian una diferencia notoria entre el desarrollo del GC y el del GE después de utilizar el método Polya. El pretest del grupo control mostró que el 66.67% de los alumnos estaba en el nivel incipiente, después un 25% en no desarrollado y por último un 8.33% en regular. En el post test, se nota que un 50% continuó en la etapa incipiente, mientras que un 33.33% permaneció en la no desarrollada; además, solo hubo pequeños progresos hacia los niveles regular (8.33%) y desarrollado (8.33%). Los resultados descriptivos revelaron que, si bien la media experimentó un incremento de 18.67 a 21.25, este avance en la tendencia central fue acompañado por un aumento notable en la dispersión de los datos. Específicamente, el coeficiente de variación se incrementó del 38.86% al 56.37%. Este aumento en la variabilidad es un indicador crucial que señala que los avances en el rendimiento fueron heterogéneos y desiguales entre los participantes, sugiriendo que el progreso general del grupo no se consolidó de manera uniforme.

En el pretest del GE, se identificó una mayoría de participantes con nivel incipiente (66.7%), después regular (25%) y por último no desarrollado (8.3%). El postest mostró un cambio importante después de aplicar el método Polya: el 16.67% obtuvieron un nivel incipiente, mientras que la mayoría de los estudiantes (83.33%) se ubicaron entre el nivel regular y desarrollado. Los estadígrafos descriptivos revelaron un progreso en el rendimiento que fue tanto sustancial como uniforme a nivel grupal. Este avance se demuestra por dos indicadores clave, la media se incrementó notablemente, pasando de 20.50 a 41.92 y se observó una disminución estadísticamente significativa en la variabilidad interna del grupo, manifestada por la caída del coeficiente de variación (CV), que descendió del 43.61\% al 22.62\%. La conjunción de estos datos indica que el proceso de aprendizaje se consolidó de manera más homogénea entre los participantes tras la intervención.

1.4. Resultado general

Determinar el efecto del método Polya a problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

Tabla 6
Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
GC.PRE	0.965	12	0.849
GCPOS	0.921	12	0.297
GEPRE	0.880	12	0.087
GEPOS	0.938	12	0.478

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar si las distribuciones de los puntajes en los grupos experimental (GE) y control (GC), tanto en la medición previa (PRE) como en la posterior (POS), se adecuaban a una distribución normal, durante el estudio de los datos sobre la resolución de problemas con integral definida en alumnos de ingeniería civil. En todas las evaluaciones, los valores de significancia que se obtuvieron fueron más altos que el nivel crítico de 0.05 (GC.PRE = 0.849; GC.POS = 0.297; GE.PRE = 0.087; GE.POS = 0.478), lo cual señala que la hipótesis nula de normalidad no es rechazada.

Tabla 7
Resolución de problemas de integral definida

	Resolución de problemas de integral definida							
	Pre test GC		**Post test GC**		**Pre test GE**		**Post test GE**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
No desarrollado	1	8.33	1	8.33	1	8.33	0	0
Incipiente	7	58.33	4	33.33	6	50	0	0
Regular	4	33.33	6	50	2	16.67	2	16.67
Desarrollado	0	0	0	0	3	25	4	33.33
Muy desarrollado	0	0	1	8.33	0	0	6	50
Total	12	100	12	100	12	100	12	100
Media	31.33		21.25		32.08		58.17	
D. E.	15.06		11.98		11.45		10.94	
C. V.	48.06		56.37		35.7		18.82	

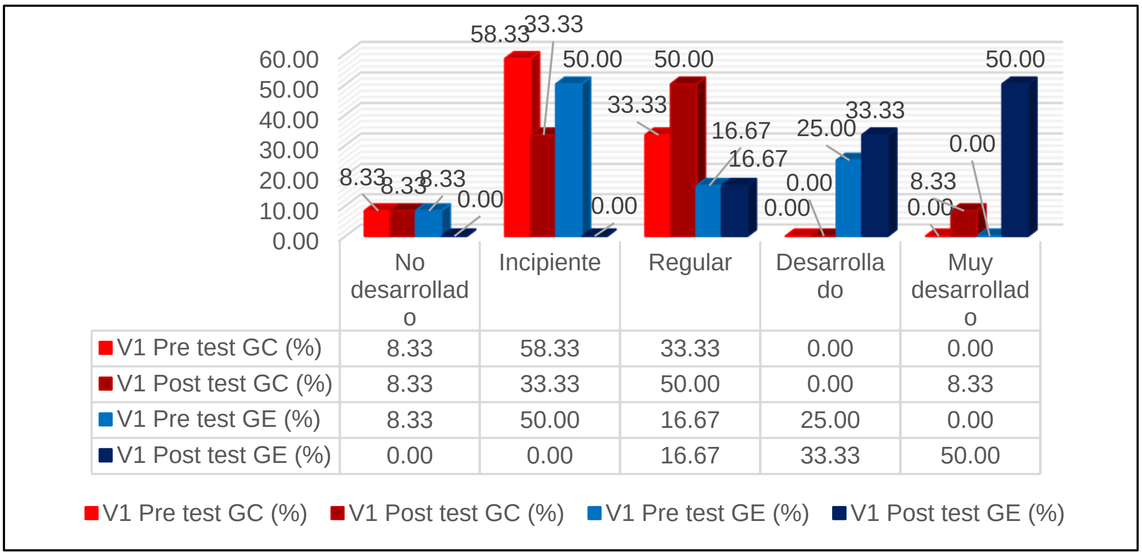


Figura 14
Resolución de problemas de integral definida.

En la variable resolución de problemas de integral definida, los resultados evidencian un contraste claro entre el GC y el GE en el paso del pretest al post test. En el GC, en el pretest predominó el nivel incipiente (58.33%), seguido del nivel regular (33.33%) y una menor proporción en no desarrollado (8.33%). En el post test, si bien se redujo el porcentaje en incipiente a 33.33% y aumentó regular a 50%, en el nivel no desarrollado obtuvo un valor del 8.33%, no se observó presencia en el nivel desarrollado y solo un 8.33% alcanzó el nivel muy desarrollado. La media descendió de 31.33 a 21.25, y el coeficiente de variación se incrementó de 48.06% a 56.37%, lo que sugiere una disminución en el rendimiento promedio y una mayor dispersión de los puntajes.

En el GE, el pretest mostró que la mitad de los estudiantes (50%) estaba en nivel incipiente, un 25% en desarrollado, un 16.67% en regular y un 8.33% en no desarrollado. En el postest se evidenció un avance sustancial puesto que la mayoría de los estudiantes (83.33%) se ubicaron entre el nivel desarrollado y muy desarrollado, además un 16.67% en regular, eliminando completamente los niveles bajos. El análisis de los estadígrafos descriptivos reveló un progreso significativo en el rendimiento del grupo. La media experimentó un incremento marcado, elevándose de 32.08 a 58.17. Paralelamente, el coeficiente de variación, que mide la heterogeneidad, se redujo sustancialmente, cayendo de 35.70 a 18.82. Esta doble tendencia (aumento de la media y reducción de la dispersión) indica una mejora no solo en el nivel promedio de la competencia, sino también en la consolidación y la uniformidad del aprendizaje.

Tabla 8
Comprobación de hipótesis

		Prueba T para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
POS	Se asumen varianzas iguales	-4.993	22.000	0.000	-26.833	5.374	-37.979	-15.688

El análisis de la prueba T Student para muestras independientes revela un valor t = -4.993 con 22 grados de libertad y un nivel de significancia bilateral de p = 0.000, menor al umbral de 0.05; esto señala que hay distinciones que son estadísticamente significativas entre las medias de los grupos investigado.

La diferencia de medias fue de -26.833, con un error estándar de 5.374, y un intervalo de confianza al 95% que oscila entre -37.979 y -15.688, sin incluir el valor cero, lo que refuerza la evidencia de significancia estadística; por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que, si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

1.5. Discusión

Los resultados correspondientes a la evaluación que midió el avance en problemas de integral definida, tanto en la dimensión volúmenes de sólidos de revolución como de áreas de regiones planas, en alumnos de ingeniería civil del campus Rioja de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, revelaron un progreso consistente y significativo. Estos resultados son compatibles con los de Jiménez (2022) que reveló que el 2.97% de los estudiantes tuvieron un nivel insuficiente, el 4.95% un nivel suficiente y el 92.08% un nivel óptimo. Además, Ramírez (2024) registró que en el post test para el GE, el 20% se encontró en el nivel bajo, el 53.3% en el nivel medio y el 26.7% en el alto; de la misma manera, Ari (2023) señaló que un 14.29% tuvo un nivel deficiente, otro 33.33%, regular; un 38.10%, bueno y el 14.29% alcanzó una calificación excelente.

Respecto al objetivo general la capacidad para resolver problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – UCSS, Rioja la mayoría de los estudiantes (83.33%) se ubicaron entre en nivel desarrollado y muy desarrollado con un incremento de media del pre test al post test de 26.09 puntos, produciéndose un progreso uniforme a causa de la implementación del método de Polya. Contrariamente a lo que afirmaron Lara et al. (2022) quienes indicaron que el 50% de los estudiantes acertó entre ocho y nueve respuestas correctas de doce, y que un 15% logró resolver todos los problemas. Hamit et al. (2022) respecto al nivel de aprendizaje después del tratamiento obtuvo una media de 27.6 y 39.60 en el GC y GE. Asimismo, los hallazgos de esta investigación coinciden con los de Oria (2021) que halló medias de 10.48 y 15.33 en las pruebas inicial y final, respectivamente; así como también Chacón et al. (2023) quienes en la primera prueba diagnóstica obtuvieron una media de 0.57 y en la prueba posterior la media fue de 4.57, evidenciando una mejora significativa.

Los resultados del análisis estadístico que se llevó a cabo son pruebas suficientes para rechazar la hipótesis nula, ya que en la prueba T Student se obtuvo un valor de $t = -4.993$ con 22 grados de libertad y un nivel bilateral de significación p=0.000, inferior al 5%, con un 95% de seguridad que, si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja. Estos resultados cuentan con el apoyo de Jiménez (2022) quien corroboró su hipótesis al obtener un valor de 0.898 y una significancia de $p = 0.000$, inferior a 0.05; Oria (2021) que logró una significancia de 0.00, menos de 0.05; y Ramírez (2024) que registró un valor $t = 3.651$, mayor que el crítico para un nivel de significancia menor a 0.001; todos ellos sostienen que el método de Polya influye significativamente en la resolución de problemas.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados y su confrontación con el marco de referencia teórico, se extraen las siguientes conclusiones principales:

1. La sistematización del método de Polya para la resolución de problemas se sustenta en una perspectiva interdisciplinaria que integra dos constructos teóricos primordiales. Por un lado, se alinea con la teoría del constructivismo al fomentar un aprendizaje activo, donde los individuos edifican su entendimiento a través de la exploración e indagación. Por otro lado, incorpora aspectos de la teoría del procesamiento de la información, ya que organiza la solución de problemas en fases o etapas discretas y secuenciales.

2. La aplicación del método de Polya se realizó en la Universidad Católica Sedes Sapientiae de Nueva Cajamarca con el propósito de optimizar el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas relacionados con integral definida. La intervención se dividió en tres fases: planificación, ejecución y evaluación. Ocho sesiones de clase se llevaron a cabo y se utilizó una guía docente que condujo a los alumnos por procesos didácticos significativos para el control de esta área temática; también se realizó una evaluación al comienzo y al final.

3. La aplicación del método de Pólya tuvo un impacto positivo en los estudiantes de Ingeniería civil respecto a los problemas de integral definida, esto se evidenció directamente puesto que el 66,67% de estudiantes del curso de análisis matemático 2 lograron un nivel muy desarrollado en cuanto a la dimensión áreas de regiones planas y el 83.33% se situaron entre el nivel regular y desarrollado con respecto a la dimensión volúmenes de sólidos de revolución.

4. El estadístico de prueba t en la prueba T Student fue de $t = -4.993$, con 22 grados de libertad y un nivel de significancia bilateral (p) igual a 0.000, que es menor que el límite de 0.05; esto demuestra que existe una diferencia importante entre los dos grupos. Por lo tanto, si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.

RECOMENDACIONES

Se sugiere a los catedráticos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae que consideren la implementación del método de Polya para guiar a los estudiantes en la resolución de problemas de integral definida y en otros campos temáticos. Este método les ofrece un marco estructurado que mejora la capacidad de los alumnos para abordar desafíos académicos.

Se invita a los líderes institucionales de los diferentes niveles educativos a incorporar oficialmente el método de Polya en los planes de estudio de matemáticas, debido a su efectividad comprobada para fomentar el pensamiento analítico y resolver problemas.

Se recomienda que los docentes incorporen métodos heurísticos, ya que contribuyen a que los estudiantes mejoren su comprensión lectora, su habilidad para elaborar y ejecutar un plan y verificar su eficacia. De esta manera, el estudiante podrá sentirse más seguro al solucionar cualquier problema, no solo los que tienen que ver con matemáticas, puesto que mejora su capacidad de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, R. (2023). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios políticos* 9(28), 81-103. https://doi.org/10.1016/S0185-1616(13)71440-9

Alegría, R. (2021). El método explicativo como estrategia de aprendizaje para la resolución de actividades matemáticas a nivel universitario. *Revista digital del doctorado en educación de la Universidad Central*, 7(14), 123–144. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8293872

Ari, R. (2023). *Resolución de problemas sobre funciones reales basado en el método polya en los estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano—2023*. [Tesis para optar al grado Magister en Scientiae en Educación con Mención en Didáctica de la Matemática]. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21301

Barrón, J., Basto, I., y Garro, L. (2021). Método Polya en la mejorar del aprendizaje matemático en estudiantes de primaria. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(5), 166 – 176. https://doi.org/10.33386/593dp.2021.5-1.752

Benavides, L. (2020). *El método Polya: Una estrategia para comprender y resolver problemas de física en la educación media*. [Tesis para optar al grado Magister en Enseñanza de las Ciencias]. Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia. https://repositorio.autonoma.edu.co/server/api/core/bitstreams/4d450b18-4043-41a3-83c6-c5ec21c53d8c/content

Calderón, J. (2019). Representación de la recta en el Sistema de Monge con el apoyo de GeoGebra: Una experiencia didáctica. *Revista del Instituto GeoGebra de São Paulo*, 8(2), 102-118. https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/43847/30660

Cedeño, F. (2017). *Importancia del método de resolución de problemas con ejemplo de la vida diaria en el aprendizaje de matemática en los estudiantes del nivel I de la Universidad Técnica de Manabí – Ecuador, 2015*. [Tesis para optar al grado académico de Doctor en Educación]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12672/6181

Chacón, M., Buele, J., López, A., y Jardán, J. (2023). Metodología de Polya para fortalecer las habilidades de resolución de problemas en ecuaciones diferenciales: Un estudio de caso en Colombia. Computadoras, 12(11), 1–21. https://doi.org/10.3390/computers12110239

Chávez, L. (2018). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en la asignatura Análisis Matemático II. *Educación*, 27(53), 24–40. https://doi.org/10.18800/educaci

Codding, S., Goodridge, E., Hill, E., Kromminga, R., Chehayed, R., Volpe, J., y Scheman, N. (2023). Metaanálisis de intervenciones terapéuticas y basadas en habilidades para abordar la ansiedad matemática. *Revista de Psicología escolar*, 100. *https://doi.org/10.1016/j.jsp.2023.101229*

Crespo, L., Hernández, B., Gaya, J., Alomá, M, Nuñez, S., y Estéves, N. (2023). Factores socio-demográficos implicados en la relación entre la ansiedad hacia las matemáticas y el rendimiento matemático: una revisión paraguas. *Revista de ciencias médicas*, 27(5), 1–12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-31942023000600008&lng=es&nrm=iso

Díaz, J., y Díaz, J. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de educación*, 18 (2), 191 – 209. http://dx.doi.org/10.14516/. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7573109

Duche, A, Paredes, F., y Gutiérrez, O. (2020). Transición secundaria-universidad y la adaptación a la vida universitaria. *Revista de ciencias sociales,* 26 (5), 244 - 257. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28063519018

Echenique, I. (2006). *Matemáticas resolución de problemas.* Editorial Castuera. https://www.educacion.navarra.es/documents/713364/714655/matematicas.pdf/8d053b79-ae33-4a9b-a63a-9092759ea7b1

Escuela de Profesores del Perú (EPP). (2023, Mayo). *Aprendizaje por competencias, concepto, características y aplicación*. https://epperu.org/aprendizaje-por-competencias/

Espinoza, E. (2002). *Análisis matemático II, para estudiantes de ciencias e ingeniería.* Lima, Perú. https://pdfcoffee.com/analisis-matematico-2-eduardo-espinoza-ramos-5-pdf-free.html

Esteves, A., Fernández, V., Ibarra, W., y Esteves, V. (2019). Programa motivacional basado en el método Polya para mejorar la resolución de problemas matemáticos. *Revista internacional de investigación científica y tecnológica*, 8(11), 626–630. https://hdl.handle.net/20.500.13067/1568

Figueroa, W., Puma, B, Angulo, C., y Machaca, J. (2019). Influencia del método heurístico de Polya como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales con matlab. ÑAWPARISUN – *Revista de investigación científica de ingenierías*, 2(1), 73-80. http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/74

Gómez, F. (2024). *Método polya y niveles del aprendizaje de la competencia resuelve problemas de forma, movimiento y localización en estudiantes de secundaria—Apurímac 2023*. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Educación en la Especialidad de Matemática]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12672/25049

González, L. (2021). *Estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje en la asignatura de Matemática Básica en los estudiantes del I ciclo, carrera profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, año 2015*. [Tesis para optar al grado académico de Maestro en Ciencias de la educación con mención en Docencia y Gestión Universitaria]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9693

Gualdrón, E., Pinzón, L., y Ávila, A. (2020). Las operaciones básicas y el método heurístico de Polya como pretexto para fortalecer la competencia matemática resolución de problemas. *Revista espacios,* 41(48) 106–116. https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n48p08

Gutiérrez, J. (2020). *El Método heurístico para mejorar el Aprendizaje en matemática financiera en estudiantes universitarios del tercer ciclo, Chepén 2019.* [Tesis para optar al grado académico de Doctor en Educación]. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44926

Hernández, R., Fernández, C., y Baptísta, P. (2006). Metodología de la investigación. México, Mc Graw Hill. http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf

Jiménez, R. (2011). *Matemática IV, cálculo integral*. México, Pearson Educación. https://es.slideshare.net/slideshow/matemticas-vi-calculo-integral-jimnez/250270739

Jiménez, C. (2021). *Teorías del aprendizaje - Sustento filosófico y aplicación en el aula*. México. https://www.elsolucionario.download/7T5LZ

Jiménez, A. (2022). *El método Polya y la resolución de problemas con ecuaciones cuadráticas en estudiantes de Administración y Economía de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019*. [Tesis para optar al grado académico de Maestro en Educación con mención en Docencia e Investigación Universitaria]. Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12727/10936

Lara, M., Lara, M., Ruiz, M., y Carpio, S. (2022). La incidencia del método de Polya en la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales a estudiantes de Segundo de Bachillerato. *Polo del conocimiento,* 7(4), 404–427. https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3833.

Laredo, R., y López, E. (2024). *Método de Polya en el aprendizaje de matemática en estudiantes de Secundaria—Huánuco 2023*. [Tesis para optar el Título de Profesional de Licenciado en Educación Secundaria con mención en Matemática y Física]. Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Trujillo, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.14520/5562

Lázaro, M. (2011). *Análisis Matemático II*. Perú, Moshera S.R.L. https://pdfcoffee.com/analisis-matematico-ii-moises-lazaropdf-5-pdf-free.html

López, P. (2010). *Estudio de la resolución de problemas matemáticos con alumnos recién llegados de Ecuador en secundaria*. Catalunya, España: Universidad de Barcelona. https://www.tesisenred.net/handle/10803/1328#page=2

Meneses, M., y Peñazola, D. (2019). Método de Polya como estrategia pedagógica para fortalecer la competencia resolución de problemas matemáticos con operaciones básicas. *Revista UNINORTE, 8–25.* https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/view/10757/214421444270

Meza, I. (2022, agosto). I*mplicaciones de la teoría del procesamiento de información o cognitivismo en aprendices universitarios. Menciones al conductismo y constructivismo*. 37(2), 217-229. *Revistas UPEL*https://revistas.upel.edu.ve/index.php/investigacionypostgrado/article/view/1468/1569

Ministerio de educación del Perú (MINEDU) (2023, Diciembre), PISA 2022: el Perú mantiene sus resultados en las competencias de lectura y ciencia. http://umc.minedu.gob.pe/pisa-2022-el-peru-mantiene-sus-resultados-en-las-competencias-de-lectura-y-ciencia/

Montoya, F. (2023). R*esolución de problemas matemáticos en estudiantes del V ciclo de la I.E.P Santa María de Jesús del distrito de Santa Anita – 2020*. [Tesis para optar el Título de Licenciado en Educación Primaria]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12672/20342

Oria, M. (2021). *Método heurístico de polya para el aprendizaje de lógica y teoría de conjuntos, en estudiantes del segundo ciclo de Matemática de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2019.* [Tesis para optar al grado académico de Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Educación Matemática]. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/5096

Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. Colombia, Ecoe ediciones. https://eia.metacatalogo.org/bib/16576

Perales, F. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Revista Enseñanza de las ciencias,* 11(2), 170-178. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4533.

Pérez, Y., y Beltrán, C. (2011). ¿Qué es un problema en Matemática y cómo resolverlo? Algunas consideraciones preliminares. *EduSol*, 11(34), 74-89*.* https://www.redalyc.org/pdf/4757/475748673009.pdf

Pizano, G. (2014). Influencia de la psicodinámica en el procesamiento de la información y el rendimiento académico de los estudiantes del tercer ciclo de la facultad de educación de la UNMSM. Revista UNMSM – investigación educativa, 14(25), 47-61. https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/4755/3828

Polya, G. (1974) *Cómo plantear y resolver problemas.* México: Ed. Trillas.

Polya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas. México*, editorial Trillas. https://ia801006.us.archive.org/30/items/ComoPlantearYResolverProblemasPolyaG/Polya%20G%20-%20Como%20Plantear%20Y%20Resolver%20Problemas.pdf

Ramírez, F. (2024). *Método Polya y su influencia en el desarrollo de la competencia resuelve problemas de geometría descriptiva en estudiantes de ingeniería de una universidad nacional, 2023*. [Tesis para optar al grado académico de Maestro en Docencia Universitaria]. Universidad Norbert Wiener, Lima, Perú. https://repositorio.uwiener.edu.pe/entities/publication/1eadaafd-317f-4a0b-8eb9-47690e7f6abc

Ratnaningsih, N., Hidayat, E., y Santika, S. (2020). Resolución de problemas y estilo cognitivo: un análisis de errores. *Revista de física: serie de conferencias,* 1-6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012035.

Reyes, O. (2007, noviembre). *Teorías sobre la solución de problemas*. https://www.researchgate.net/publication/321252858_Teorias_sobre_la_Solucion_de_Problemas

Riyadi, R., Triana, S., y Puput, N. (2021). Perfil de las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes según el enfoque de cuatro pasos de Polya y estudiantes de escuela primaria**.** *Revista Europea de Investigación Educativa,* 10 (4), 1625–1638. https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.4.1625

Saldarriaga, P., Bravo, G., y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las ciencias* 2(3), 127-137. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5802932

Tan, T. (2010). Cálculo. Canadá, CENGAGE Learning. https://elsolucionario.net/calculus-Tan-t-tan-1st-edition/

Stewart, J. (2010). *Cálculo de una variable: conceptos y contextos*. CENGAGE Learning. https://es.slideshare.net/slideshow/calculojamesstewart7edpdf/256843650

Sulistyaningsih, D., Purnomo, E., y Purnomo. (2021). Estrategia de Polya para la resolución de problemas de trigonometría: Un análisis de las dificultades de los estudiantes para la resolución de problemas. *Matemáticas y estadísticas*, 9(2), 127–134. https://doi.org/10.13189/ms.2021.090206

Torres, T. (2019). En defensa del método histórico-lógico desde la lógica como ciencia. *Revista Scielo*, 39 (2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000200016

Toykin, A., y Bendezú, S. (2018). *Aplicación del método de Polya en la resolución de problemas con ecuaciones de primer y segundo grado, en estudiantes de*

Ciencias de la Empresa, Derecho y Humanidades de la Universidad Continental 2017. [Tesis para optar al grado académico de Maestro en Educación con Mención en Docencia en Educación Superior]. Universidad Continental, Huancayo, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12394/5012n

Valverde, Y., Valverde, O., y Vallejo, S. (2022). El Método Polya como estrategia pedagógica para la resolución de problemas matemáticos (RPM). *Revista ECOTEC.* 9(5). 105–130. https://doi.org/10.21855/ecociencia.95.717

Yapatang, L., y Polyiem, T. (2022). Desarrollo de la capacidad de resolución de problemas matemáticos mediante el aprendizaje cooperativo aplicado y el proceso de resolución de problemas de Polya para estudiantes de noveno grado. *Revista de educación y aprendizaje*, 11(3), 40–46. https://doi.org/10.5539/jel.v11n3p40

Yılmaz, N., y Tabak, S. (2019). El efecto de la enseñanza de estudios sociales basada en la argumentación en el rendimiento académico, la actitud y la capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes. *Revista electrónica internacional de educación,* 12(2), 213–222. https://doi.org/10.26822/iejee.2019257669

Zamnah L., Zaenuri, Wardono, y Sukestiyarno. (2021). Formular preguntas como estímulo para que los estudiantes lleven a cabo el paso de Polya en la resolución de problemas. *IOP Publishing*, 1–4. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042099

Zill, D., y Wright, W. (2011). *Cálculo de una variable trascendentes tempranas*. Ciudad de México, México, *Mc Graw Hill*. https://elsolucionario.net/calculo-de-una-variable-dennis-zill-4/

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño de investigación	Población y muestra	Instrumentos
¿Cuál es el efecto del método Polya a problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja	Objetivo general Determinar el efecto del método Polya a problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja Objetivos específicos (1) Sistematizar el método de Polya basado en las teorías de aprendizaje constructivista y la teoría del procesamiento de información. (2) Aplicar el método de Polya en las dimensiones de planificación, ejecución y evaluación en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja. (3) Evaluar la mejora en problemas de integral definida en las dimensiones de áreas de regiones planas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de un pre y post test en los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.	Hipótesis alterna Si aplicamos el método de Polya entonces tendrá un efecto positivo en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja Hipótesis nula Si aplicamos el método de Polya, entonces no tendrá ningún efecto en los problemas de integral definida en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja.	VI: Aplicación del método de Polya. Valverde et al. (2022) define que las propuestas responden a la intencionalidad del docente de plantear una salida llamativa e innovadora; siendo ara ello imprescindible estén formándose de manera constante en estrategias pedagógicas y técnicas que promuevan el fortalecimiento del aprendizaje matemático, en particular lo que sea capaz de resolver problemas de matemáticas. VD: Problemas de integral definida. Cedeño (2017), Benavidez (2020) y Montoya (2023) afirman que los problemas de integral definida son situaciones a solucionar respecto de cálculos de áreas y volúmenes de sólidos de revolución, a través de diversos métodos o técnicas, de acuerdo a la naturaleza misma del problema o la incógnita a encontrar o calcular.	Diseño cuasi - experimental, con el siguiente esquema Donde: $GE = O_1 - - - X - - - O_2$ $GC = O_3 - - - - - - - O_4$ GE: grupo experimental GC: grupo control X: tratamiento experimental (Método de Polya) O_1 y O_3: evaluación de pre – test O_2 y O_4: evaluación de post – test – – : no hay tratamiento experimental	Muestra Lo conformaron todos los estudiantes de la asignatura de análisis matemático 2 de la carrera profesional de ingeniería civil del III ciclo de la UCSS – Filial Rioja, Nueva Cajamarca. Se consideró un total de 24 estudiantes, particionados en dos grupos, el grupo control (GC) compuesto por 12 estudiantes y el grupo experimental (GE) conformado por 12 estudiantes	Para recopilar datos se usó como técnica la encuesta. El instrumento utilizado fue el pretest y postest.

Anexo 2. Operacionalización de variables

Variable independiente: Aplicación del método de Polya

Operacionalización de la variable independiente

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
APLICACIÓN DEL METODO DE POLYA	Planificación	Selección de la carrera profesional	Escala nominal
		Selección del curso (Análisis Matemático 2)	
		Tiempo de duración	
	Ejecución	Secuencia del método	
		Comprensión del problema Planificación Ejecución Verificación	
		Sesiones	
		Sesión 1: Conocemos el área de regiones planas. Sesión 2: Resuelve problemas de área de regiones planas entre dos curvas. Sesión 3: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución horizontal. Sesión 4: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución vertical. Sesión 5: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución horizontal Sesión 6: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución vertical Sesión 7: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de corteza cilíndrica con eje de revolución horizontal. Sesión 8: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de corteza cilíndrica con eje de revolución vertical. .	
	Evaluación	Antes del proceso	
		Durante el proceso	
		Después del proceso	

Variable dependiente: Problemas de integral definida

Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Escala de medición**
Resolución de problemas de integral definida	Áreas de regiones planas	• Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje X, integrando respecto a x. • Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje X, integrando respecto a y. • Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, integrando respecto a x. • Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, integrando respecto a y. • Determinar el área acotada por las gráficas de dos curvas en un intervalo cerrado, integrando respecto a x. • Determinar el área acotada por las gráficas de dos curvas en un intervalo cerrado, integrando respecto a y.	**Escala ordinal** Muy desarrollado Desarrollado Regular Incipiente No desarrollado
	Volúmenes de sólidos de revolución	• Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje X la región acotada por una curva en un intervalo cerrado y el eje X, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de la recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de la recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de la recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular. • Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje X la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular	

- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas y el eje X en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.
- Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.

Anexo 3. Instrumento de evaluación

UCSS FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA

INSTRUMENTO

Puntaje	
Nota	

ASIGNATURA	Análisis matemático 2	Sem. Acad.	2019 - II
DOCENTE	Lic. Mat. Hernández Vásquez Erick Branduz	Sección	386
ESTUDIANTE		Ciclo	III
ESCUELA	Ingeniería civil	Fecha	

Instrucciones
Estimado estudiante, la siguiente evaluación tiene como fin, diagnosticar el nivel de análisis y resolución de problemas de aplicaciones de la integral definida. Te recomendamos tener en consideración lo siguiente:

- ✓ La evaluación tiene una duración máxima de 120 minutos.
- ✓ Cada problema tiene un valor de 3 puntos. El puntaje total es 72.
- ✓ Se puede usar calculadora científica.
- ✓ Cualquier intento de plagio se anulará su evaluación, asignándole una calificación de CERO.

ITEMS PARA MEDIR LA DIMENSIÓN: Áreas de regiones planas

A. **Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje X, integrando respecto a x.**

Pregunta 01. En una viga simplemente apoyada, es sometida a una carga distribuida cuya intensidad está dada por $\omega(x) = \frac{8}{2+x^2}\ \ N/m$ la cual es simétrica, donde el eje x representa la longitud de la viga en metros (de $x = -1$ a $x = 1$). Determinar la fuerza cortante que actúa en cada punto de la viga.

B. **Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje X, integrando respecto a y.**

Pregunta 02. Supongamos que un talud de un terraplén tiene una forma exponencial $y = e^x$ en su perfil longitudinal, donde x es la distancia horizontal desde el inicio del talud (en metros), $x\epsilon[0, 5]$. Determinar el área de la sección transversal del terraplén.

C. **Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, integrando respecto a x.**

Pregunta 03. Un terreno colinda con un eje vial (eje y) por el oeste, y su límite este está determinado por una curva natural $x = \cos y$, desde $x = 0$ hasta $x = 1\ km$.

D. **Determinar el área acotada por la gráfica de una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, integrando respecto a y.**

Problema 04. Determinar el área de una parcela, donde se tiene que:
Limita por el oeste: eje y (con un muro)
Limita por el este: $x = 2y - y^2$ (con un río)
Limite norte: $y = 2$ (con un lindero)
Límite sur: $y = 0$ (con un camino)

E. **Determinar el área acotada por las gráficas de dos curvas en un intervalo cerrado, integrando respecto a x.**

Pregunta 05. Calcular el área encerrada por el talud natural de un terreno arenoso ($y = tg\ x$), el talud estabilizado ($y = \cos x$) y el límite de la propiedad con un camino (eje y).

F. **Determinar el área acotada por las gráficas de dos curvas en un intervalo cerrado, integrando respecto a y.**

Pregunta 06. En un levantamiento topográfico para un proyecto de lotización, se pide determinar el área de la región delimitado por:
Lindero oeste: arroyo natural con trayectoria parabólica $x = y^2$.

Lindero este: camino rural existente $x = 2y + 4$.

ITEMS PARA MEDIR LA DIMENSIÓN: Volúmenes de un sólido de revolución

G. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje X la región acotada por una curva en un intervalo cerrado y el eje X, usando el método del disco circular.**

Problema 07. Calcular el volumen del sólido generado al girar la región limitada por el perfil transversal de forma parabólica del terraplén $y = x^2$, donde el eje x representa la distancia horizontal desde el eje del terraplén (de $x = 0$ a $x = 1\ m$), al hacerlo rotar alrededor del eje x.

H. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular.**

Problema 08. Determinar la capacidad de almacenamiento del tanque de agua potable de forma parabólica $y = (x - 2)^2 - 3$, alrededor del nivel de coronación $y = 1$, además la profundidad máxima varía desde $y = -3$ hasta $y = 1$.

I. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular.**

Problema 09. Determinar el volumen del material de relleno necesario para construir una cuneta de transición entre dos niveles, donde la cuneta está acotada por el perfil longitudinal $y = x^3 - 2x^2 + x + 1$, con nivel de referencia de la cota del camino $y = 1$, donde el eje de revolución es la superficie del camino ($y = 1$).

J. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por una curva en un intervalo cerrado y el eje Y, usando el método del disco circular.**

Problema 10. Calcular el volumen de excavación necesario para una zona de drenaje con perfil cúbico, donde la zanja de drenaje está acotada por el perfil transversal $x = y^3 + 2y^2 + y$, y el eje y representa la profundidad desde la superficie del terreno, al hacerlo girar alrededor del eje de profundidad de la zanja.

K. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular.**

Problema 11. Una empresa de acueducto necesita diseñar una cisterna para almacenamiento de agua. Para optimizar el uso de material y la resistencia de la estructura, donde su sección transversal está acotada por una pared exterior recta ($x = 2$), superiormente por el perfil parabólico $x = y^2$ e inferiormente por el eje x. Calcular el volumen de la cisterna al hacerlo girar alrededor de $x = 2$.

L. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de la recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por la curva en un intervalo cerrado y el eje de rotación, usando el método del disco circular.**

Problema 12. Determinar el volumen del sólido de revolución generado al rotar la región acotada por la curva exterior $x = \frac{1}{1+y^2}$ y $x = 1/2$, alrededor del eje central longitudinal del túnel dado por $x = 1/2$.

M. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje X la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Problema 13. Se necesita construir un terraplén para una carretera, cuya sección transversal está defino por dos curvas, la línea superior $y = ln(x + 4)$ y la línea inferior o base $y = x^2 + 1$, al girar esta sección transversal alrededor del eje x.

N. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Pregunta 14. Determinar el volumen de estructura de transición entre dos secciones de un túnel de desagüe cuya región está acotada por las curvas $y = lnx$, $y = -lnx$, $x = 1/2$, al hacerlo girar alrededor de $y = 2$.

O. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Pregunta 15. Determinar el volumen de concreto requerido para construir una cuneta de drenaje con sección transversal, acotado superiormente por el bordillo de la cuneta $y = sen\, x$, inferiormente por el fondo de la cuneta $y = -\cos x$; el tramo a construir se extiende de $x = \pi/4$ a $x = 3\pi/4$, al hacerlo girar alrededor del nivel de referencia $y = 2$.

P. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Problema 16. Se desea diseñar un depósito de almacenamiento cilíndrico enterrado para la recolección de aguas pluviales. Para optimizar la limpieza y drenaje se optó por un fondo parabólico $y = x^2$, mientras que la base superior del agua está limitada por $y = sen\ x$. Determinar el volumen del líquido al hacerlo girar la sección transversal alrededor del eje y.

Q. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Problema 17. Determine el volumen del material que debe ser removido, donde las curvas definen el perfil transversal del terreno, donde $y = \sqrt[3]{x}$, $y = (x-1)^2 - 2$ representan el perfil transversal del terreno natural y la superficie de diseño de un terraplén, respectivamente, al hacerlo girar alrededor del eje $x = 4$.

R. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método del anillo circular.**

Problema 18. Se necesita construir un terraplén para una carretera donde la sección transversa está acotada por $x = sen\ y$, $x = \cos y$, donde la longitud del tramo varía desde $y = \pi/4$ hasta $y = 5\pi/4$, determinar el volumen al hacer girar esta sección transversal alrededor del talud interior de la vía $x = -2$.

S. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas y el eje X en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 19. Se necesita diseñar un terraplén para un nuevo tramo de camino, donde su sección transversal está limitado por $y = (x - 2)^3$, $x = 3$, eje x el cual representa la distancia horizontal desde la vía. Determinar el volumen de tierra al hacerlo girar la sección transversal alrededor del límite externo del terraplén eje y.

T. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor del eje Y la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 20. En una zona montañosa, se desea construir un mirador circular panorámico alrededor de un mástil central (eje y). El terreno natural tiene un valle profundo noreste en coordenadas locales, con elevaciones decrecientes. Determinar el volumen del relleno requerido al girar la sección transversal acotada por el perfil natural del valle $y = 2x^3 - 4x^2 - x + 1$, el talud de corte $y = -x$, alrededor del eje y.

U. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la derecha de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 21. Determinar el volumen de excavación para construir un foso, donde la sección transversal está limitada la curva $x^{2/3} + y^{2/3} = 1$, al hacerlo girar alrededor de $x = 4$.

V. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje Y y a la izquierda de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 22. Se requiere construir un terraplén para una nueva carretera. El perfil transversal del terreno natural y del terraplén propuesto pueden modelarse matemáticamente por $y = |x^2 - 2x - 3|$ y $y = -1$, respectivamente; con un ancho de la sección transversal que varía desde $x = 1$ a $x = 4$. Determinar el movimiento de tierras al hacer girar alrededor de la recta $x = 1$.

W. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por encima de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 23. Se está realizando la construcción de una nueva carretera de montaña. El trazo planificado de la carretera sigue la línea recta $x + y = 3$. Junto a esta carretera, en la ladera de la montaña, existe una formación natural cuyo perfil tiene la forma $x + y^2 + 3y - 6 = 0$. La región entre la carretera y la ladera de la montaña representa una depresión que debe ser rellenado para crear una plataforma segura, para lo cual es crucial determinar la cantidad de material de relleno necesario al hacerlo girar alrededor de la línea de la cota que define la rasante $y = 3$.

X. **Determinar el volumen del sólido al girar alrededor de una recta paralela al eje X y por debajo de la región acotada por las curvas en un intervalo cerrado, usando el método de la corteza cilíndrica.**

Pregunta 24. Un ingeniero civil necesita determinar el volumen de tierra a excavar para construir un pozo vertical de sección variable, cuyo perfil está definido por la región acotada por la curva exterior $x = y^3$, la línea interior $y = -1$, y el eje y al hacerlo rotar alrededor del eje central del cual se genera el pozo ($x = -1$).

Anexo 4. Confiabilidad del instrumento

Cuestionario "Problemas de integral definida"

La confiabilidad del instrumento fue determinada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando una muestra conformada por 12 participantes. Tras el análisis de los 24 ítems que componen el instrumento de evaluación, se obtuvo un valor de 0.984, el cual se ubica dentro del rango de **"excelente confiabilidad".** Este resultado permite afirmar que el instrumento presenta una alta consistencia interna, por lo que es plenamente adecuado y confiable para ser aplicado en la siguiente etapa del estudio.

A través del Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.984	24

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_T^2}\right]$$

Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Fuente: George y Mallery (2003).

Resumen del procesamiento de los casos

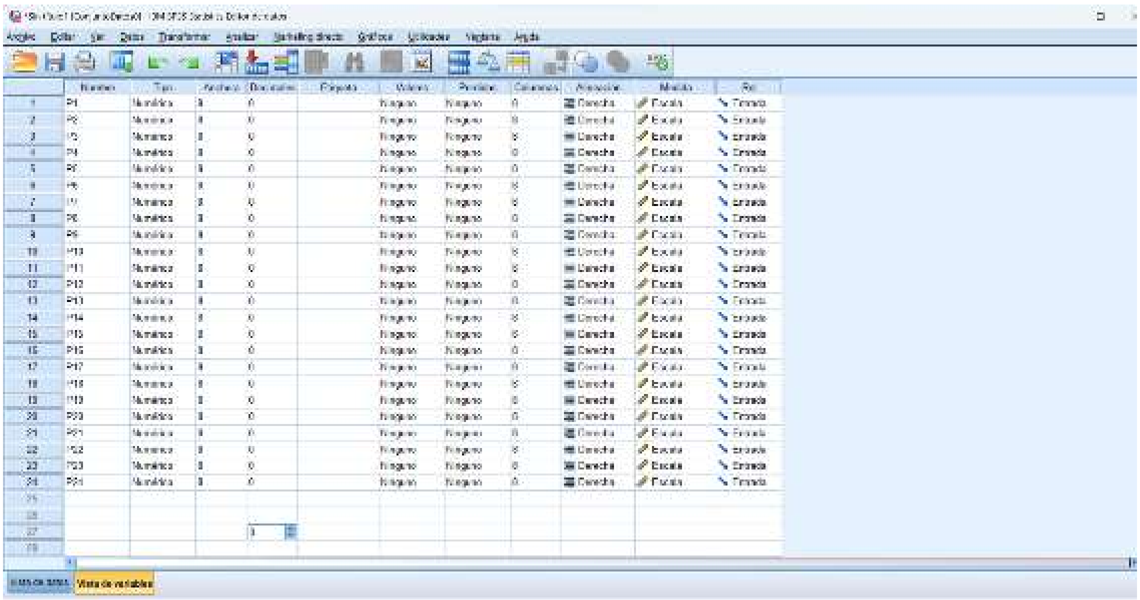
		N	%
Casos	Válido	12	100,0
	Excluido[a]	0	,0
	Total	12	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1	53.00	290.182	.836	.984
P2	53.00	291.455	.788	.984

P3	52.92	288.629	.901	.983
P4	53.08	287.538	.944	.983
P5	53.00	292.909	.732	.984
P6	53.08	291.538	.790	.984
P7	52.92	288.629	.901	.983
P8	53.00	286.182	.867	.984
P9	53.00	287.818	.927	.983
P10	53.08	291.538	.790	.984
P11	53.08	288.083	.807	.984
P12	53.17	288.333	.810	.984
P13	53.33	287.515	.791	.984
P14	53.17	289.061	.902	.983
P15	53.17	285.606	.905	.983
P16	53.17	285.606	.905	.983
P17	53.33	287.515	.791	.984
P18	53.33	288.606	.855	.984
P19	53.42	286.083	.875	.984
P20	53.42	286.083	.875	.984
P21	53.08	287.538	.944	.983
P22	53.50	285.364	.847	.984
P23	53.50	285.364	.847	.984
P24	53.75	288.568	.733	.985



Anexo 5. Validez del instrumento

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Mera Naval Hugo Jaime
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín
Especialidad : Educación, especialidad ciencias naturales y ecología
Instrumento de evaluación : Cuestionario para evaluar la resolución de problemas de integral definida
Autor del instrumento : Lic. Mat. Hernández Vásquez Erick Branduz

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **resolución de problemas de integral definida.**				✓	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **resolución de problemas de integral definida.**				✓	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **resolución de problemas de integral definida.**					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
	PUNTAJE TOTAL	48				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Instrumento coherente y aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTÍN

Dr. Hugo Jaime Mera Naval
Docente Adscrito al DAE - R

Rioja, 28 de octubre de 2019

Dr. Mera Naval Hugo Jaime
Docente FEH – UNSM

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Alvarado Villasis Joiler
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martin
Especialidad : Educación, especialidad lengua y literatura
Instrumento de evaluación : Cuestionario para evaluar la resolución de problemas de integral definida
Autor del instrumento : Lic. Mat. Hernández Vásquez Erick Branduz

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **resolución de problemas de integral definida.**				✓	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				✓	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **resolución de problemas de integral definida.**				✓	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **resolución de problemas de integral definida.**					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL		47				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Instrumento coherente y aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Rioja, 28 de octubre de 2019

Dr. Alvarado Villasis Joiler
Docente FEH - UNSM

Dr. Joiler Alvarado Villasis
Doctor en Ciencias de la Educación
DOCENTE

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Morey Lezama Orángel José
Institución donde labora : Universidad Católica Sedes Sapientiae
Especialidad : Educación, especialidad ciencias de la educación
Instrumento de evaluación : Cuestionario para evaluar la resolución de problemas de integral definida
Autor del instrumento : Lic. Mat. Hernández Vásquez, Erick Branduz

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **resolución de problemas de integral definida.**				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **resolución de problemas de integral definida.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **resolución de problemas de integral definida.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
	PUNTAJE TOTAL	48				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Instrumento coherente y aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: **48**

Rioja, 28 de octubre de 2019

Dr. Morey Lezama Orángel José
Coordinador DEG – UCSS

Anexo 6. Propuesta del método de Polya

Sesiones de clase

I. Datos generales

Asignatura: análisis matemático 2

Sección 386

II. Competencia, capacidad y desempeño

Competencia	Capacidad	Desempeño
Se desenvuelve de manera autónoma a través de su motricidad	Se expresa corporalmente	Crea movimientos y desplazamientos rítmicos e incorpora las particularidades de su lenguaje corporal

III. Secuencia didáctica

Sesión 01

Propósito: Resuelve problemas de área de regiones planas.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a las áreas de regiones planas entre dos curvas con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: En una viga simplemente apoyada, es sometida a una carga distribuida cuya intensidad sobre la viga está dada por $\omega(x) = -x^2 + 9\ N/m$, donde el eje x representa la longitud de la viga en metros, $-3 \leq x \leq 3$. Determinar la fuerza cortante que actúa en $x = 2\ m$. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

<table>
<tr><th>Actividades de proceso</th><th>Medios y materiales</th><th>Tiempo</th></tr>
<tr><td>Se presenta el problema N°01 de la guía N°01 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya.

Fase 1: Compresión del problema
Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas:

✓ ¿Entiendes lo que dice?
✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras?
Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes:
✓ ¿Cuál es la incógnita
✓ ¿Cuáles son los datos?
✓ ¿Cuál es la condición?

Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración.

Fase 2: Planificación
Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.

Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:
✓ ¿Puede verificar el resultado?
✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.</td><td>Prueba de desarrollo.
Rúbrica.</td><td>30 min.</td></tr>
<tr><td>• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°02 de la guía.
• El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas.</td><td>Prueba de desarrollo.
Rúbrica.</td><td>30 min.</td></tr>
</table>

• Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.		
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°03 y N°04 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 02

Propósito: Resuelve problemas de área de regiones planas entre dos curvas

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a las áreas de regiones planas entre dos curvas con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Determinar el área de la parcela acotada por $y = -x^2 + 32$ el cual representa el límite natural del terreno con un río, $y = x^2$ representa una carretera. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el problema N°05 de la guía N°02 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración. ***Fase 2: Planificación*** Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°6 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°07 y N°08 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 03

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución horizontal.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución horizontal con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Calcular el volumen de la catedral que tiene la forma de un cono circular, al hacer girar la región limitada por las curvas $y = 5x$, $y = 0,\ x = 1$ alrededor del eje x. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°09 de la guía N°03 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración. ***Fase 2: Planificación*** Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°10 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°11 y N°12 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 04

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución vertical.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del disco circular con eje de revolución vertical con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Determinar el volumen del sólido de revolución de un tanque elevado generado al girar la región acotada superiormente por $x = 32 - 4y/3$, inferiormente por $x = \sqrt{64-(y-8)^2}$, $x = 0$, $x = 8$, al hacerlo girar alrededor del eje y. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°13 de la guía N°04 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración. ***Fase 2: Planificación***	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°14 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°15 y N°16 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 05

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución horizontal.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución horizontal con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Un ingeniero civil necesita determinar el volumen del material necesario para construir un tapón hidráulico cuyo perfil central tiene la forma de la región acotada por $y = x^3$, $y = x^2$, y que debe ser rotado alrededor de una línea de cota de referencia $y = 2$. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°17 de la guía N°05 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

Fase 2: Planificación
Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°18 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°19 y N°20 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 06

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución vertical.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método del anillo circular con eje de revolución vertical con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Un topógrafo debe calcular la cubicación de material para un montículo. El perfil lateral de este montículo está definido por la región acotada por $y = x^3$, $y = x^2$. El montículo debe rotar alrededor de la línea de referencia $x = 3$. El volumen resultante representa la cubicación total. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°21 de la guía N°06 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

Fase 2: Planificación
Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°22 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°23 y N°24 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 07

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de corteza cilíndrica con eje de revolución horizontal.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de la corteza cilíndrica con eje de revolución horizontal con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Un ingeniero debe calcular la cubicación de tierra para la excavación de un pozo con perfil lateral complejo, donde la región está acotada por $x = -(y-3)^2 + 10,\ x = 1,\ y \geq 0$, al hacerlo rotar alrededor de una línea de cota de referencia $y = -1$. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°25 de la guía N°07 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

Fase 2: Planificación
Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°26 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°27 y N°28 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Sesión 08

Propósito: Resuelve problemas de volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de corteza cilíndrica con eje de revolución vertical.

Conocimientos:

- ✓ Gráfica de funciones
- ✓ Sistema de ecuaciones
- ✓ Fórmulas de integración
- ✓ Métodos de integración
- ✓ Cálculo de integrales definidas

Actividades de inicio	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta a los estudiantes el propósito de la clase, activando los saberes previos para poder relacionarlo a los volúmenes de sólidos de revolución, mediante el método de la corteza cilíndrica con eje de revolución vertical con una diapositiva, estableciendo la importancia que tiene posteriormente en su carrera universitaria. Se debate un problema, presentando la situación problemática: Se planea la construcción de un estanque de almacenamiento de agua con una sección transversal acotada por $y = -(x-3)^2 + 4$, $y = 0$. Determinar el volumen generado al rotar la sección transversal alrededor de eje y. Se presenta el siguiente esquema de las cuatro fases del método de Polya en la diapositiva.	Proyector, diapositivas, pizarra y plumones	15 min.

Actividades de proceso	Medios y materiales	Tiempo
Se presenta el problema N°25 de la guía N°07 y se inicia el proceso de las fases del método de Polya. ***Fase 1: Compresión del problema*** Se solicita a los estudiantes leer el texto, luego el docente hace las siguientes preguntas: ✓ ¿Entiendes lo que dice? ✓ ¿Puedes replantear el problema con tus propias palabras? Luego los estudiantes contestan las siguientes interrogantes: ✓ ¿Cuál es la incógnita ✓ ¿Cuáles son los datos? ✓ ¿Cuál es la condición? Se dará definiciones previas: gráfica de funciones, sistema de ecuaciones, fórmulas de integración y métodos de integración. ***Fase 2: Planificación*** Se pide al estudiante recordar si ha encontrado un problema semejante o ha visto un problema planteado ligeramente	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.

diferente. Si no puede resolver el problema dado se solicita plantear un problema más sencillo relacionado al original y resolverlo.
Luego se plantea el modelo matemático al problema original, de acuerdo a las condiciones.

Fase 3: Ejecución del plan
Ejecutar el plan de la solución, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación
Posteriormente al desarrollo del problema, los estudiantes responderán las siguientes preguntas:
- ✓ ¿Puede verificar el resultado?
- ✓ ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?
- ✓ ¿Cuál es la respuesta final?

Se pide a los estudiantes resolver el siguiente problema completando las actividades sugeridas en la guía.

El docente estará presto a aclarar cualquier duda del estudiante.

Se solicita voluntariamente a un estudiante exponer el problema mediante las cuatro fases descritas.

• Se solicita a los estudiantes (en grupo de 2) resolver el problema N°30 de la guía. • El docente se acerca a cada grupo con la finalidad de dilucidar las dudas. • Se pide a un grupo de forma voluntaria resolver el problema ejecutando las cuatro fases del método de Polya y exponerlo en clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica.	30 min.
Actividades finales	**Medios y materiales**	**Tiempo**
Se presenta el esquema de las cuatro fases de resolución de problemas. Se pide a los resolver el problema N°31 y N°32 de la guía y presentarlo la siguiente clase.	Prueba de desarrollo. Rúbrica	15 min.

Guías de trabajo

Guía de trabajo N°01

Sesión 01. Área de regiones planas

Propósito. Solucionar problemas de área de regiones planas.

Problema N°01

En una viga simplemente apoyada de longitud de $4\,m$, es sometida a una carga distribuida cuya intensidad está dada por $y = \frac{2|x|}{1+x^2}\ N/m$, la cual es simétrica, donde x representa la longitud de la viga. Determinar la fuerza cortante en cada punto de la viga.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone la región acotada por las curvas $f(x) = |x|,\quad x = \pm 1$ y el eje X. ¿Cuál será su área?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

__Fase 3: Ejecución__

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°02

Un topógrafo debe calcular el área exacta de una parcela de terreno rústico. La parcela tiene un límite recto que se alinea con una cerca (eje x) y un límite irregular que sigue el curso de un río $y = x^3 + 2x^2 - 16x - 32$, para $-2 \leq x \leq 4$.

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°03

Un agrimensor necesita calcular el área de una parcela de terreno que colinda con una carretera (eje x), una valla ($x = 6$), además está delimitada con dos límites irregulares $xy = 1$, $x = y^2$.

Problema N°04

Para fines de zonificación y delimitación legal, la frontera de una reserva hídrica $x^{2/3} + y^{2/3} \leq 8^{2/3}$ en el cuadrante noreste ha sido modelada por ingenieros hidráulicos con la forma de un astroide. Determinar el área.

Guía de trabajo N°02

Sesión 02. Área de regiones planas

Propósito. Solucionar problemas de área de regiones planas entre dos curvas.

Problema N°01

Determinar el área de una parcela limitada por las siguientes curvas irregulares $y = lnx^2$, $y = ln^2x$.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la función $y = \ln x$ y $x - y = 2$. ¿Cuál será su área?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°06

Un agrimensor necesita determinar el área de una franja de terreno para infraestructura subterránea que debe seguir un perfil de profundidad y ancho variables, típicos de terrenos montañosos, limitada superiormente por $y = \frac{x^2}{x^2+1}$ e inferiormente por $y = \frac{4}{x^2+1}$.

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°07

Determinar el área de un terreno delimitado por dos trayectorias fluviales que se encuentra entre un río principal $x = -8y^3 - 9y^2 + 5y - 6$ y un canal de drenaje $x = y^2 - 6$.

Problema N°08

Un ingeniero civil necesita diseñar el perfil de una cuenta de drenaje para el control de aguas pluviales a lo largo de una carretera. Para optimizar el flujo hidráulico y la estabilidad estructural, el perfil de la cuneta se define mediante dos curvas, el perfil de terreno natural $y = \frac{1}{x^2+1}$ y el fondo del canal $y = \frac{x^2}{6}$. Determinar el área de la sección transversal de la tierra que debe ser excavada.

Guía de trabajo N°03

Sesión 03. Volumen de revolución por el método del disco circular con eje de revolución horizontal

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°09

Un ingeniero necesita calcular el volumen de un tramo de terraplén cónico que está siendo construido para una rampa de acceso. Determinar el volumen de la sección transversal está acotada por $y = e^x$, $x = -1$, $x = ln\frac{\pi}{4}$, al hacerlo girar alrededor del eje x.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la región limitada por las curvas es $y = x, \quad x = 1, \quad x = 2.$ ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°10

Un ingeniero necesita diseñar un túnel de drenaje de sección compuesta para una carretera que atraviesa una zona de sismicidad. Determinar el volumen de la sección transversal que es una combinación de un arco circular $x^2 + y^2 \leq 25$, $y^2 \leq 8x$, al hacerlo rotar alrededor del eje x.

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°11

Se diseña una base de un pilote-columna para un puente de alta velocidad. La cimentación debe tener la forma que minimice la concentración de esfuerzos en los extremos y tenga un volumen de hormigón optimizado. Determinar el volumen de hormigón de la sección transversal acotada por $x^2/9 + y^2/25 = 1$, $x^2 - y^2 = 1$, alrededor del eje x.

Problema N°12

Para el diseño de una berma de seguridad para un proyecto vial, donde el perfil longitudinal de la estructura tiene una forma compleja que se ajusta a las curvas $y = sen^2 x$, $y = cos^2 x$, $y = 0$. Determinar el volumen total del material de relleno al hacerlo rotar alrededor del eje x.

Guía de trabajo N°04

Sesión 04. Volumen de revolución por el método del disco circular con eje de revolución vertical

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°13

Supongamos que la forma $x = \frac{y}{y^2+1},\ 0 \leq y \leq 3$ modela la sección transversal radial de una lente de sedimento depositados en una zona de relleno. Determinar el volumen del material al hacerlo girar la sección transversal alrededor del eje y el cual representa el eje central el montículo.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la región limitada por las curvas es $xy = 1, \quad 1 \leq y \leq 3$ ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°14

Supongamos que el sólido generado representa un depósito de captación cuya geometría está definida por límites funcionales dados por $y \geq x^3,\ y^2 \leq 4 - x,\ x \geq 0$. Determinar el volumen excavado al hacerlo girar alrededor del eje y que representa la simetría vertical.

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°15

Se necesita diseñar un embalse subterráneo cuya forma, por requerimientos geológicos debe seguir la geometría del astroide $x^{2/3} + y^{2/3} = 4$ rotado alrededor del eje de simetría vertical (eje y).

Problema N°16

Un ingeniero está trabajando en el diseño de una cúpula para un monumento cuya forma estructural superior es un sólido de revolución generado por una curva especial Lemniscate de Gerono modelada por $y^4 = 4(y^2 - x^2),\ y \geq 0$. ¿Qué volumen de acero, será necesario para construir la cúpula?

Guía de trabajo N°05

Sesión 05. Volumen de revolución por el método del anillo circular con eje de revolución horizontal

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°17

En un proyecto de ingeniería para construir una cisterna cilíndrica vertical. Por razones estéticas, la pared lateral no es recta, sino que está modela por dos curvas $y = x^3 - x + 5$, $y = x^2 + 8x - 4$ donde $-3 \leq x \leq 1$. Determinar el volumen del material a excavar.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la región limitada por las curvas es $y = x^2$, $y = -x^2 + 18$ alrededor de la recta $y = -1$. ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°18

Un ingeniero necesita conocer el volumen exacto de hormigón requerido para fabricar el pilote de forma cilíndrica vertical con un perfil exterior $y = -x^2 + 2$ y un perfil interior r $y = x^3 + x^2 - x$, respecto al eje central vertical del pilote (eje y).

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°19

Se necesita construir un canal de drenaje que requiere la excavación de un tramo, cuyo perfil transversal tiene forma irregular, donde la elevación natural del terreno es $y = 1 - x^2$ y el límite de un estrato geológico dado por $y^3 = x^2$. Determinar el volumen a excavar del perfil transversal alrededor de $y = 2$, el cual representa el nivel de referencia preestablecido por el proyecto.

Problema N°20

Se requiere determinar la cantidad de material para rellenar un perfil de un terreno complejo. La sección transversal del terreno se encuentra entre las curvas $y = e^x$, $y = e^{-x}$, $x = 1/2$ al hacerlo girar alrededor del eje central (eje x).

Guía de trabajo N°06

Sesión 06. Volumen de revolución por el método del anillo circular con eje de revolución vertical

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°21

Determinar el volumen de acopio de sedimentos de un embalse de perfil elíptico, donde el perfil transversal es $\frac{y^2}{4}+\frac{x^2}{25}=1$, el perfil de socavación dentro del embalse es $y=x^2$, al hacerlo rotar alrededor de un eje de referencia ($x=3$).

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la región limitada por las curvas es $y=x^2$, $y=-x^2+18$ alrededor de la recta $y=-1$. ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

__Fase 3: Ejecución__

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°22

Una constructora está diseñando cimentación profunda para un gran almacenamiento de granos. Para optimizar el uso de materiales y asegurar la distribución de cargas, se decide utilizar una base de concreto con un perfil complejo que se asemeja a una cúpula invertida. La cimentación se modela como un sólido de revolución al rotar la región definida por el perfil exterior $x^2 + y^2 = 4$ y el perfil interior $y^2 - x^2 = 1$, $x \geq 0$, $y \leq 0$, alrededor del eje central de cimentación (eje y).

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°23

Una empresa necesita diseñar un pozo de almacenamiento subterráneo, la forma geométrica deseada para el pozo es la misma que la del sólido generado por la rotación de la región limitada por $x = seny$, $x = \cos y$ en el intervalo de profundidad $\frac{\pi}{4} \leq y \leq \frac{5\pi}{4}$, alrededor del eje vertical de profundidad ($x = 2$).

Problema N°24

Una constructora está diseñando una presa de almacenamiento de agua en una mina en una ladera montañosa. El perfil lateral de la pared de la estructura tiene forma logarítmica, donde la sección transversal de la pared está delimitada por el perfil superior $y = ln(2x)$, el perfil inferior $y = -\ln x$ y el límite estructural $x = 1$. Determinar el material necesario para construir el encofrado de la estructura que se obtiene al hacerlo rotar alrededor de un eje de referencia central ubicado en $x = 4$.

Guía de trabajo N°07

Sesión 07. Volumen de revolución por el método de la corteza cilíndrica con eje de revolución horizontal

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°25

Se necesita diseñar un estanque de retención de agua cilíndrico cuya sección transversal está definido por $y = sen\,x$, $y = \cos x$, donde $\frac{\pi}{4} \leq x \leq \frac{5\pi}{4}$. Determinar el volumen de agua que puede contener el estanque al hacerlo girar la sección transversal alrededor de $y = 2$.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la sección acotada por las curvas es $y = sen\,x$, donde $0 \leq x \leq \sqrt{\pi}$ ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°26

Determinar el volumen de excavación necesario para unan alcantarilla cuya sección transversal está definida entre las dos curvas $y = x^3$, $x = y^2$ al hacerlo girar alrededor del eje longitudinal del túnel (eje x).

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°27

Determinar el volumen de agua de un estanque de retención cuyo perfil de pared está definido por las curvas $y = \ln x$, $y = 0$, $x = e^2$ al hacerlo rotar alrededor del eje x.

Problema N°28

Determinar el volumen de relleno de un foso de cimentación cuya sección transversal está definido por las curvas $y^2 = 4x$, $x = 1$ al hacerlo girar respecto a una línea de referencia profunda $(y = -3)$.

Guía de trabajo N°08

Sesión 08. Volumen de revolución por el método de la corteza cilíndrica con eje de revolución vertical

Propósito. Solucionar problemas de volumen de regiones acotadas entre curvas.

Problema N°29

Un topógrafo debe calcular el volumen de tierra a excavar para la construcción de un depósito de agua cilíndrico de sección cónica, donde la sección transversal está definido por $x = y^2 + 2$, $y = x - 4$ al hacerlo rotar alrededor del eje y.

Fase 1: Comprensión del problema

a. Identifica la incógnita en el enunciado. ¿Qué pide el problema?

b. Identifica los datos del enunciado

c. Señala la(s) condiciones(s) del problema

Fase 2: Planificación

d. ¡Experimenta!, haz una prueba. Supone que la sección acotada por las curvas es $x = y^2, \quad y = x.$ ¿Cuál será su volumen de revolución?

e. Plantea el modelo matemático del problema original, de acuerdo con las condiciones del problema.

Fase 3: Ejecución

f. Resuelve el problema planteado, detallando el proceso en cada paso.

Fase 4: Verificación

g. Verificar el resultado

h. ¿Puede obtener el resultado en forma diferente?

i. Respuesta final

Problema N°30

Determinemos el volumen de relleno para la sección transversal de la región delimitada por las curvas $y = \sqrt{x}$, $y = \sqrt{1-x}$, $y = 0$ alrededor del eje y.

Ahora tu completa las actividades de cada fase, manteniendo el orden.

Fase 1: Comprensión del problema

Fase 2: Planificación

Fase 3: Ejecución

Fase 4: Verificación

Los siguientes problemas deben ser resueltos y presentados la siguiente sesión de clase.

Problema N°31

Determinar el volumen de tierra que debe ser removido para construir un pozo de captación con un perfil lateral definido por $y = (x-1)^2$, $y = 1$ al hacerlo girar alrededor del eje y.

Problema N°32

Un ingeniero debe calcular el volumen de material de relleno requerido para construir la sección del terraplén vial que tiene una forma de transición especial entre sus taludes para asegurar la estabilidad, el cual está delimitada por $x = y^2 + 4$, $y = 0$, $y = 2$, $x = 2$, al ser rotado alrededor de su eje central de altura (eje y).

Anexo 7. Constancia de aplicación

UCSS FILIAL RIOJA NUEVA CAJAMARCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE – FILIAL RIOJA

Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA

El coordinador de la carrera profesional de ingeniería civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Filial Rioja, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de san Martín, que al final suscribe:

HACE CONSTAR:

Que el bachiller Erick Branduz Hernández Vásquez, identificado con DNI N°44008733, ha culminado satisfactoriamente la ejecución del proyecto titulado *"Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Católica Sedes Sapientiae, Rioja"*.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Nueva Cajamarca 22 de mayo de 2024

Bances Meza Alcibiades
Coordinador Carrera Ing. Civil

Anexo 8. Iconografía

BRANDUZ HERNÁNDEZ VÁSQUEZ

Aplicación del método de Polya a problemas de integral definida, en estudiantes de ingeniería civil – Universidad Catól...

Revisión Repositorio Institucional

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:562764632

Fecha de entrega

2 mar 2026, 13:51 GMT-5

Fecha de descarga

2 mar 2026, 13:57 GMT-5

Nombre del archivo

Tesis_EB_HV (2).pdf

Tamaño del archivo

2.6 MB

129 páginas

26.599 palabras

144.503 caracteres

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

14% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.