

Estrategias didácticas para la Enseñanza de Sólidos de Revolución en el Curso de Cálculo II en la Universidad Fidélitas

Fabiola Delgado-Navarro
fdelgado80741@ufide.ac.cr
Universidad Fidélitas, Costa Rica

Luis Diego Cascante-Viquez
luis.cascante@ufide.ac.cr
Universidad Fidélitas, Costa Rica

Marco Corrales-Chacón
mcorrales@ufidelitas.ac.cr
Universidad Fidélitas, Costa Rica

Abstract

This article analyzes the effectiveness of different didactic strategies supported by digital resources for teaching the topic of solids of revolution in the Calculus II course at the Universidad Fidélitas. A qualitative-descriptive approach study was developed, whose objective was to interpret the students' perceptions regarding the use of educational videos, synchronous sessions, portfolios, supplementary materials and technological tools such as Moodle and Microsoft Teams. The information was obtained through a survey with open and closed questions, portfolio review and observation of student performance during classes. The content analysis allowed us to identify categories related to the usefulness of the videos, the contribution of collaborative work and the importance of having additional materials for the course. The results show a positive evaluation of the resources implemented, highlighting the role of the videos in reinforcing the understanding of the disc method. It is concluded that the integration of digital resources, teaching support and collaborative activities strengthens autonomous learning, favors the visualization of abstract concepts and contributes to improve the educational experience in university calculus courses.

Keywords: Video, Solids of revolution, Calculus II, learning, educational technology.

Resumen

El presente artículo analiza la efectividad de diversas estrategias didácticas apoyadas en recursos digitales para la enseñanza del tema de sólidos de revolución en el curso de Cálculo II de la Universidad Fidélitas. Se desarrolló un estudio de enfoque cualitativo-descriptivo, cuyo objetivo fue interpretar las percepciones del estudiantado respecto al uso de videos educativos, sesiones sincrónicas, portafolios, materiales complementarios y herramientas tecnológicas como Moodle y Microsoft Teams. La información se consiguió mediante una encuesta con preguntas abiertas y cerradas, la revisión del portafolio y la observación del desempeño estudiantil durante las clases. El análisis de contenido permitió identificar categorías relacionadas con la utilidad de los videos, el aporte del trabajo colaborativo y la importancia de contar con materiales adicionales para el curso. Los resultados evidencian una valoración positiva de los recursos implementados, destacando el papel de los videos para reforzar la comprensión del método de discos. Se concluye que la integración de recursos digitales, acompañamiento docente y actividades colaborativas fortalece el aprendizaje autónomo, favorece la visualización de conceptos abstractos y contribuye a mejorar la experiencia educativa en cursos de cálculo universitario.

Palabras clave: Video, Sólidos de revolución, Cálculo II, aprendizaje, tecnología educativa.

Introducción

A nivel universitario la enseñanza de las matemáticas enfrenta desafíos en enseñar conceptos abstractos, especialmente en cursos avanzados como Cálculo II para ingenierías. En la Universidad Fidélitas, este curso incluye contenidos que tienen dificultades para los estudiantes, especialmente en el tema de sólidos de revolución donde se requiere aplicar integrales definidas para calcular volúmenes de regiones tridimensionales generadas por la rotación de una curva alrededor de un eje (Stewart, 2015). Sin embargo, la enseñanza tradicional explica la parte teórica y la resolución de ejercicios no son suficientes para comprender el significativo del tema. (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2021).

Diversas investigaciones en la educación matemática han señalado que las dificultades en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral suelen estar asociadas debido a su naturaleza abstracta y porque los estudiantes tienen dificultad para visualizar sus conceptos matemáticos (Cruz & Herrera, 2024). Esto evidencia la necesidad de fortalecer procesos de visualización, manipulación y experimentación, componentes clave para la comprensión del tema de sólidos de revolución.

En este contexto, los avances tecnológicos han impulsado a la creación de estrategias innovadoras que buscan mejorar la enseñanza del cálculo diferencial e integral. La enseñanza del cálculo diferencial sigue evolucionado a enfoques que incorporan tecnología como herramienta clave en el proceso de aprendizaje. En esta línea, Cuevas y Pluvínage (2009) proponen una reestructuración curricular para los cursos iniciales de cálculo, basada en el desarrollo epistemológico de los conceptos matemáticos y el uso de entornos tecnológicos. La intención de estos autores es apoyar la comprensión de simulaciones reales mientras se permite, en mayor medida, el trabajo individual de los estudiantes dentro de escenarios de aprendizaje virtual y recibir ayuda de tutoriales inteligentes en la enseñanza universitaria tradicional.

En los últimos años, la incorporación de tecnología en la educación universitaria presenta desafíos para la enseñanza y aprendizaje con los nuevos cambios tecnológicos. En este sentido, la formación debe darse en función de los requisitos sociales actuales, por lo que es importante estudiar el impacto potencial del uso de medios tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje, entre los avances tecnológicos está el video como recurso didáctico que permite potenciar el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

En paralelo, la educación matemática se ha visto influenciada por los progresos tecnológicos y metodologías activas, que proponen herramientas tecnológicas y estrategias para fortalecer el aprendizaje. Según Barradas (2021), la tecnología digital en el aprendizaje del cálculo permite mejorar la comprensión de conceptos complejos y aumenta la motivación en los estudiantes en la resolución de ejercicios. Otra investigación muestra que el uso de plataformas digitales, videos educativos y simulaciones interactivas enriquecen el aprendizaje de los estudiantes (Grisales-Aguirre, 2018). Esto ha impulsado el desarrollo de metodologías activas, como el aula invertida que promueve una práctica efectiva para mejorar el aprendizaje en cálculo diferencial. (Puga-Peña et al., 2023)

Otros estudios como, Laderas et al. (2023) indica que la aplicación del software GeoGebra es un instrumento enriquecedor para mejorar el aprendizaje del cálculo diferencial e integral y debería utilizarse en otros temas de Matemáticas. Además, a nivel mundial, la tendencia de usar tecnologías como herramientas digitales como GeoGebra, Desmos, Khan Academy, Moodle ha ido en aumento en el campo de la educación matemática (Orellana-Campoverde & Erazo-Álvarez, 2021).

Estas plataformas permiten a los estudiantes visualizar conceptos matemáticos abstractos, interactuar con el contenido de forma autónoma y mejorar sus habilidades para resolver ejercicios matemáticos.

Por lo tanto, se tiene la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de los sólidos de revolución en Cálculo II para ingenierías de la Universidad Fidélitas. A través de recursos digitales, videos cortos, aprendizaje autónomo, trabajo en equipo, evaluaciones sumativas y formativas, clases sincrónicas, material extra que permita fortalecer la comprensión del tema Sólidos de Revolución en el curso de Cálculo II para ingenierías.

Debido a lo anterior, se planteó la siguiente pregunta del problema de investigación: ¿Cuál es la percepción de los estudiantes del curso Cálculo II sobre la utilidad de los recursos digitales (videos, plataformas virtuales, software interactivo) en el aprendizaje del tema de sólidos de revolución?

1. Antecedentes nacionales

La enseñanza de las matemáticas en el nivel universitario costarricense ha enfrentado múltiples desafíos relacionados con la abstracción conceptual, la motivación estudiantil y la incorporación de tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Diversos estudios desarrollados en universidades públicas y privadas del país han abordado estas problemáticas, especialmente en cursos como Cálculo I y II.

Zamora-Araya et al. (2020) en su estudio aplicado en la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de Costa Rica sobre el impacto del uso de las herramientas tecnológicas en el rendimiento académico de los estudiantes del curso Cálculo II. Sus hallazgos evidenciaron que el uso de recursos como plataformas educativas, videos educativos y el uso de software matemático mejoró la comprensión del tema de integrales impropias, contenido abstracto y redujo la tasa de reprobación del curso.

Del mismo modo, Mora (2023) implementó recursos educativos digitales en el curso de cálculo diferencial, dichas experiencias resaltan la incorporación de plataformas digitales como Moodle, Software Geogebra, Matlab y Wolfram que permite una mejor visualización de conceptos matemáticos y un aprendizaje autónomo, además, el potencial de estos recursos en el aprendizaje en cursos de matemática.

1.1 Sólidos de revolución

Se considera sólido de revolución como “la figura en el espacio tridimensional que se obtiene al hacer girar una figura plana alrededor de un eje que se encuentra contenido en el mismo plano” (Espinosa, 2004, p. 279).

1.2 Tecnología digital en la enseñanza del cálculo

Diversos estudios han señalado que la incorporación de tecnología educativa ayuda a mejorar la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Según Zamora-Araya et al. (2020) en el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza del cálculo II ha demostrado mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes.

Delgado et al. (2024) afirman que integrar recursos educativos y el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza del cálculo mejora la comprensión conceptual y fortalece el aprendizaje autónomo, utilizando las herramientas como Schoology, GeoGebra, Symbolab, videos educativos, calculadora y combinando estrategias didácticas refuerza el rendimiento académico, también, en lugar de reemplazar la enseñanza presencial, la tecnología complementa el aprendizaje.

Laderas et al. (2023) destacan el mejoramiento del uso de Software GeoGebra para enseñar el cálculo diferencial e integral, ya que muestra mejoras significativas como metacognición, lenguaje simbólico y percepción del entorno, los autores mencionan que el GeoGebra no solo complementa, sino que potencia el aprendizaje matemático, especialmente en el desarrollo del pensamiento matemático y promover la exploración del uso del software en la matemática.

Por otro lado, las plataformas de aprendizaje en línea siguen evolucionando en la enseñanza del cálculo diferencial e integral facilitando la interacción entre docentes y estudiantes. Según, Álvarez et al. (2005) señalan que “las plataformas de aprendizaje son programas computacionales para desarrollar, administrar e impartir cursos en línea” (p.38). Este enfoque tecnológico ha ayudado a revolucionar la educación. Apoya herramientas educativas que facilitan la creación y gestión de contenido educativo, así como la interacción entre docentes y estudiantes en un entorno de aprendizaje virtual. La evolución continua de estas plataformas muestra un compromiso constante con la mejora de la experiencia educativa en línea.

El uso de plataformas virtuales y recursos digitales también permiten a los estudiantes interactuar con el contenido, ya sea en grupos o individualmente, integrando videos educativos, simulaciones interactivas y ejercicios en línea que ayuden a comprender conceptos matemáticos complejos.

Monroy (2024) señala que el uso de plataformas educativas puede organizar el material de contenido, individualizar el aprendizaje y ofrecer métodos innovadores para enseñar tanto a profesores como a estudiantes. Igualmente, reúne herramientas como simuladores, videos, cuestionarios en línea para la evaluación del aprendizaje. El autor menciona que una revisión sistemática destaca cómo las plataformas virtuales han demostrado ser esenciales en el aprendizaje de los estudiantes.

Asimismo, Velásquez y Lesmes (2024) explican en su artículo que el uso de las herramientas digitales en la enseñanza y aprendizaje transforman la metodología tradicional de un aula y mejoran el rendimiento académico. Esta tecnología permite interacción, personalizar el aprendizaje y el acceso a recursos que enriquecen la educación matemática.

Revisan distintas herramientas como plataformas digitales, aplicaciones móviles y software que contribuyen en visualizar conceptos abstractos y el uso de simulaciones, calculadora y entornos virtuales para reforzar el conocimiento matemático.

2. Herramientas y recursos didácticos para la enseñanza universitaria

En la educación superior, en la metodología Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) es fundamental implementar herramientas que promuevan el aprendizaje, a continuación, se definen recursos que se muestran eficaces para la enseñanza de la matemática y otras disciplinas, tales, como portafolios, videos didácticos, plataformas como Moodle y herramientas para comunicación como lo es el Teams.

2.1 Portafolios

Caicedo y Gallardo (2021) afirman que utilizar los portafolios como herramienta de evaluación en cursos de matemática aporta positivamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

2.2 Videos didácticos

Bolio y Lara (2021) indican que los videos didácticos es una herramienta que contribuye en mejorar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y permite al estudiante un estudio autónomo.

2.3 Moodle

Moodle es una aplicación web del tipo plataforma de gestión del aprendizaje que permite crear comunidades de aprendizaje en línea. Las principales funciones del LMS son: gestionar usuarios, recursos, así como materiales y actividades de formación, administrar el acceso, controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje, realizar evaluaciones, generar informes, gestionar servicios de comunicación como foros de discusión, videoconferencias, entre otros (Saorín, 2012, p.1)

Moodle es una plataforma que facilita un entorno dinámico y flexible para el aprendizaje en línea. Permite desarrollar cuestionarios, juegos, subir material, foros y entre otros recursos para impartir clases virtuales sincrónicas o asincrónicas.

2.4 Microsoft Teams

Según Ramos (2021) teams es una plataforma que permite realizar videollamadas, chats, reuniones virtuales y compartir archivos, facilita el trabajo en equipo en entornos educativos promoviendo interacciones sincrónicas y asincrónicas en el ámbito educativo.

2. Diseño metodológico

1. Participantes

Durante el primer cuatrimestre del 2025, se trabajó con una población conformada por 35 estudiantes matriculados en el curso Cálculo II para ingenierías, impartido en horario nocturno los martes en la Universidad Fidélitas.

De esta población, se obtuvo una muestra de 27 estudiantes, integrada por 12 hombres, 13 mujeres y 2 personas que no definieron su género. La selección de la muestra fue de tipo no probabilístico por conveniencia, ya que se incluyó únicamente a quienes cumplieron con los criterios establecidos.

Criterios de inclusión:

- Estudiantes matriculados en el curso Cálculo II (martes por la noche).
- Participación en las clases sincrónicas.
- Visualización de los videos educativos proporcionados.
- Completaron la encuesta diseñada por los investigadores.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes del curso que no completaron la encuesta, a pesar de haber recibido las clases sincrónicas y observado los videos.

2. Diseño metodológico

Se desarrolló una investigación de enfoque cualitativo-descriptivo, cuyo propósito fue interpretar la percepción del estudiantado respecto al uso de recursos digitales en el aprendizaje del tema de sólidos de revolución en el curso de Cálculo II. Este tipo de estudio permitió recoger información través de encuestas y el análisis de actividades como portafolio grupal y la observación de la participación en clases sincrónicas.

La información se recolectó mediante una encuesta con preguntas abiertas, el análisis del portafolio grupal y las observaciones realizadas en la clase sincrónicas. La participación de los estudiantes fue voluntaria, y estuvieron informados del consentimiento previo a la investigación, garantizando el anonimato de los participantes en la investigación.

3. Estrategia didáctica

Durante el I cuatrimestre del 2025, en el curso de Cálculo II, el tema de sólidos de revolución se abordó mediante una estrategia didáctica apoyada en el uso de recursos tecnológicos. En la plataforma Moodle se incluyeron siete videos explicativos sobre el método de discos (arandelas), reforzados el tema en las clases sincrónicas virtuales y explicando ejercicios adicionales a los lineamientos del curso.

En las sesiones sincrónicas, los estudiantes trabajaron colaborativamente en grupos de 4 a 5 integrantes mediante canales en Microsoft Teams. Cada grupo resolvió dos ejercicios diferentes aplicando el método de discos, lo cual permitió analizar el procedimiento de integración y visualizar geométricamente el sólido de revolución con la ayuda de GeoGebra.

Se desarrolló un portafolio grupal que incluyó cuatro preguntas sobre el tema en Moodle, con el objetivo de valorar la comprensión del tema de sólidos de revolución. Como complemento, se proporcionó material adicional con ejercicios resueltos paso a paso, y se promovió el uso de herramientas como GeoGebra para reforzar la comprensión visual del tema sólidos de revolución.

4. Procedimiento

Durante el primer cuatrimestre del año 2025 se llevó a cabo cinco etapas:

1. Planificación didáctica: Se diseña una propuesta de intervención educativa orientada al uso de recursos digitales para la enseñanza del tema de sólidos de revolución del curso Cálculo II. La propuesta didáctica incluía videos didácticos explicativos elaborados por los investigadores, clases sincrónicas, portafolios grupales, materiales adicionales, así como el uso de Moodle, GeoGebra y Microsoft Teams.
2. Selección y organización de recursos: Los videos educativos sobre el método de discos (arandelas), ya producidos y validados con anterioridad, fueron incorporados al entorno virtual del curso mediante la plataforma Moodle. Además, se integraron materiales adicionales con ejercicios resueltos paso a paso y un portafolio digital con actividades específicas para reforzar el aprendizaje del tema.
3. Implementación: La intervención se desarrolló durante las semanas del curso dedicadas al estudio de los sólidos de revolución. Se llevaron a cabo clases sincrónicas por medio de Microsoft Teams, se conformaron grupos de trabajo colaborativo y se asignaron ejercicios a resolver de forma grupal mediante el portafolio digital.
4. Recolección de datos: Una vez finalizada la intervención, se aplicó una encuesta a los estudiantes participantes a través de Microsoft Forms. La participación fue voluntaria, anónima y previa firma de consentimiento informado.
5. Verificación de criterios de inclusión: Antes de realizar el análisis de los datos, se validó que los participantes cumplieran con los criterios establecidos: asistencia a las clases sincrónicas, visualización de los videos, participación en las actividades grupales y entrega del portafolio.

5. Instrumento de recolección de información

Se elaboró una encuesta con el objetivo de evaluar la percepción y el impacto del uso de distintos recursos didácticos en el aprendizaje de los sólidos de revolución en el curso Cálculo II para ingenierías.

Para el desarrollo del estudio se utilizó una encuesta diseñada con el propósito de recolectar información sobre la percepción estudiantil en torno al uso de recursos didácticos en el aprendizaje del tema de sólidos de revolución, dentro del curso Cálculo II impartido en la Universidad Fidélitas.

El cuestionario fue aplicado de manera voluntaria y confidencial a un grupo de estudiantes del curso Cálculo II para ingenierías de la Universidad Fidélitas los martes en la noche, diseñado y aprobado por los investigadores. Se aplicó con la herramienta Google Forms un formulario en línea durante la clase sincrónica, garantizando la confidencialidad de los datos y exclusivamente con fines estadísticos.

El instrumento constó de trece preguntas organizadas que recolectan información básica como género, edad, carrera que cursa el estudiante, número de veces que ha matriculado el curso y condición laboral actual, indagan sobre el nivel de conocimiento previo del tema, la utilidad percibida de videos, portafolios de ejercicios, materiales complementarios, y explicaciones adicionales respecto al método de discos, así como la valoración de los aspectos más útiles de estos recursos y permite identificar sugerencias de los estudiantes respecto a recursos que consideran necesarios para fortalecer el aprendizaje del tema en cuestión. La encuesta tuvo como objetivo evaluar el impacto pedagógico de los recursos utilizados y recoger apreciaciones del estudiantado sobre su eficacia.

6. Análisis de datos

El análisis de los datos recolectados se realizó mediante un enfoque cualitativo-descriptivo, con el propósito de interpretar las percepciones de los estudiantes sobre la utilidad de los recursos digitales en el aprendizaje del tema de sólidos de revolución en el curso de Cálculo II. De acuerdo con Hernández et al. (2010) la investigación cualitativa busca interpretar la información sobre las experiencias de los participantes, centrándose en los significados construidos en su contexto natural.

Los datos fueron recolectados mediante una encuesta con preguntas cerradas y abiertas, aplicado a través de un formulario en línea elaborado con la herramienta Google Forms al finalizar la aplicación de la propuesta didáctica. Para las preguntas cerradas, se aplicó un análisis de frecuencias y porcentajes, cuyos resultados fueron representados gráficamente mediante tablas y figuras elaboradas en Microsoft Excel. Este análisis permitió identificar la percepción del estudiantado respecto al uso de videos, portafolios, clases sincrónicas, materiales adicionales y herramientas digitales como GeoGebra y Moodle.

Respecto a las preguntas abiertas, se empleó un análisis de contenido con enfoque categorial. Las respuestas fueron organizadas en unidades de sentido y agrupadas en categorías emergentes tales como: utilidad percibida de los recursos, sugerencias de mejora, percepción del trabajo colaborativo y beneficios de las explicaciones docentes adicionales. Este procedimiento facilitó la interpretación cualitativa de las opiniones estudiantiles y permitió identificar aspectos clave para el fortalecimiento de futuras estrategias didácticas.

Para las preguntas abiertas se empleó un análisis de contenido cualitativo siguiendo la propuesta metodológica de Mayring (2014). Este enfoque permitió organizar e interpretar de manera sistemática las percepciones del estudiantado. El procedimiento se desarrolló en cuatro fases. En primer lugar, se realizó una fase de preparación, que consistió en la lectura general y exploratoria de las respuestas con el fin de familiarizarse con el contenido y reconocer ideas preliminares. Posteriormente, se llevó a cabo la codificación inicial, identificando unidades de significado relevantes dentro del discurso estudiantil.

En una tercera etapa se procedió a la categorización inductiva, mediante la construcción de categorías emergentes derivadas directamente de la información recopilada. Entre estas categorías se identificaron: utilidad de los videos, valor del portafolio, apoyo del trabajo colaborativo, percepción de recursos adicionales y sugerencias para mejorar el curso. Finalmente, en la fase de interpretación, las categorías fueron integradas y analizadas para comprender los patrones y significados presentes en las respuestas de los estudiantes.

Por otro lado, las preguntas cerradas se analizaron mediante tablas y figuras, con el propósito de describir tendencias generales de percepción, sin pretender medir impacto ni establecer relaciones causales, en coherencia con el nivel descriptivo del estudio.

3. Resultados

Los siguientes resultados forman parte de los instrumentos aplicados a 12 hombres, 13 mujeres y 2 estudiantes que no definieron su género de la Universidad Fidélitas en el curso de Cálculo II para ingenierías. Se expondrán una serie de tablas y figuras con respecto a los datos generales de los estudiantes y su percepción sobre el uso de videos, portafolios, prácticas en línea y material didáctico.

Tabla 1

Carreras que estudian las personas estudiantes

Ingeniería en informática	1
Ingeniería Industrial	13
Economía	1
Ingeniería Civil	3
Ingeniería electromecánica	3
Ingeniería en Ciencia de Datos	4
Ingeniería Mecatrónica	2
Total	27

Fuente: elaboración propia.

Se observa en la tabla 1 que la mayoría de los estudiantes están matriculados en ingeniería industrial, con solo uno en informática y uno de economía.

Tabla 2

Repitencia del curso Cálculo II

Primera vez	25
2 veces	2
3 veces o más	0
Total	27

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 se muestra que existe muy poca repitencia de estudiantes en el curso Cálculo II para ingenierías.

En la tabla 3, la mayoría de los estudiantes tienen un trabajo remunerado y posiblemente esa sea una de las razones para matricular el curso en horario nocturno.

Tabla 3

Trabaja

Si	21
No	6
Total	27

Fuente: elaboración propia.

Figura 1

Los videos te ayudaron a comprender el tema de Sólidos de Revolución



Fuente: elaboración propia.

En la figura 1 se observa que el 56% de los estudiantes mencionan que los videos ayudaron a comprender el tema de Sólidos de Revolución. Existió una cantidad significativa de estudiantes (11) que tuvieron dudas, lo cual es esperado y también es importante generar esto en ellos y brindarle el apoyo necesario.

Figura 2

Aspectos de los videos más útiles

● Explicación teórica	10
● Ejemplos resueltos	19
● Calidad visual y animaciones	11
● Duración y claridad del contenido	9
● Other	2

Fuente: elaboracion propia.

En la figura 2, se muestra que los videos son útiles para explicar contenido y comprender ejercicios del tema de sólidos de revolución.

Figura 3

Portafolio: Ejercicios para reforzar el aprendizaje

● Sí, fue suficiente	25
● Hubiera preferido más ejercicios	2
● No fue suficiente	1

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3, se muestra que cuatro ejercicios en el portafolio fue suficiente para reforzar el tema del curso ya que tampoco cuenta con mucho tiempo para resolver una cantidad más extensa de ejercicios.

Figura 4.

Explicaciones adicionales en la clase sincrónica

● Sí, completamente	14
● Sí, pero me quedaron algunas dudas	11
● No mucho	3
● No me ayudaron	0

Fuente: elaboración propia.

En la figura 4 se evidencia que explicar más ejercicios de los que vienen en los lineamientos del curso en la clase sincrónica ayudó en el aprendizaje del tema de sólidos de revolución.

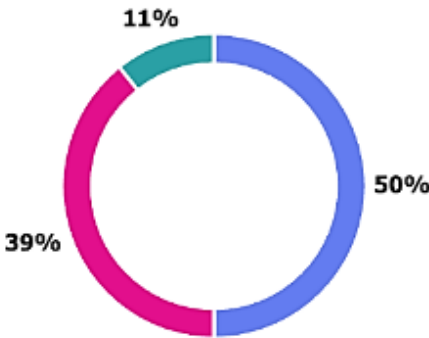
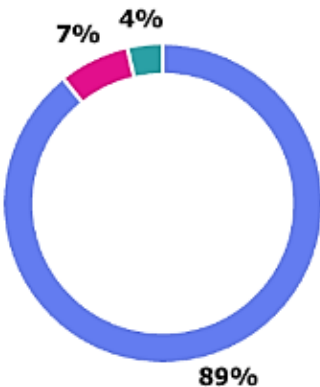
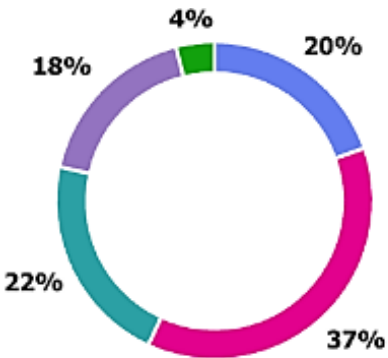
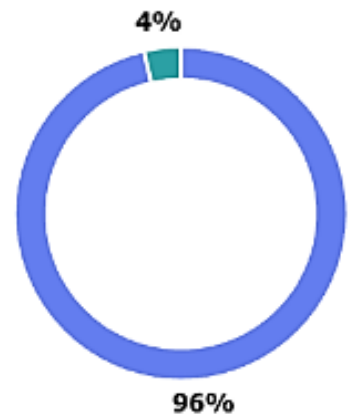


Figura 5.

Material adicional contribuyó a comprender el tema

● Sí	27
● No	0
● No lo revisé	1



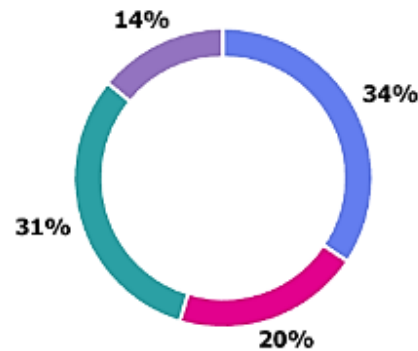
Fuente: elaboración propia.

En la figura 5, la mayoría (96%) de los estudiantes afirman que el material adicional contribuyó en comprender el tema de sólidos de revolución, lo cual evidencia la importancia de ofrecer recursos complementarios que faciliten el aprendizaje de conceptos matemáticos más complejos.

Figura 6.

Recursos que más le ayudaron en el aprendizaje del tema sólidos de revolución

● Videos	22
● Portafolio de ejercicios	13
● Explicación de ejercicios adicionales a los lineamientos del curso.	20
● Material complementario	9



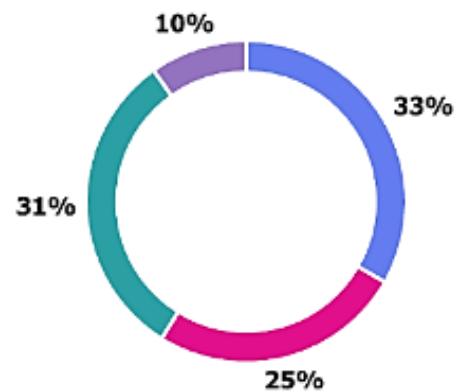
Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se muestra la cantidad de estudiantes que mencionaron sobre los recursos que más les ayudaron en su aprendizaje. Las que más le ayudaron fueron el uso de videos y la explicación de ejercicios adicionales en el aprendizaje del contenido.

Figura 7.

Recomendaciones que incluiría para el aprendizaje del tema sólidos de revolución

● Videos explicativos	17
● Prácticas en línea	13
● Material interactivo	16
● Other	5

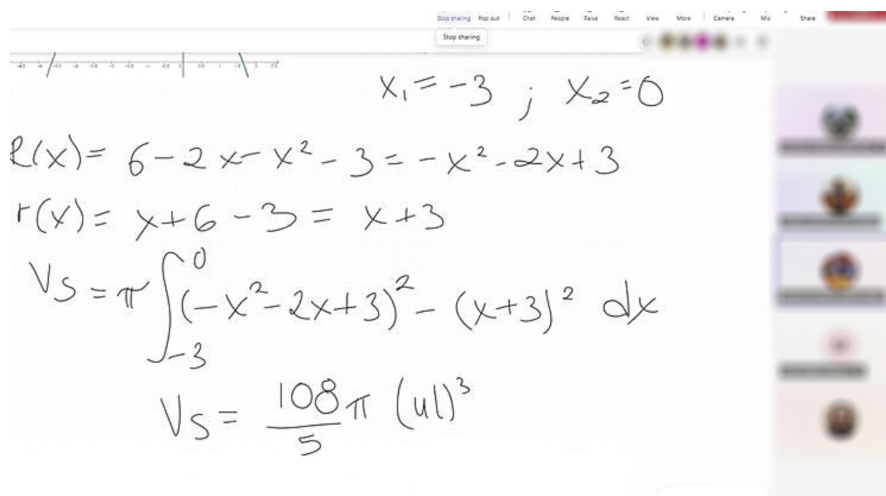


Fuente: elaboración propia.

En la figura 7, se observa que los estudiantes solicitan incluir videos, prácticas en línea y la creación de materiales adicionales para mejorar la comprensión del tema sólidos de revolución en cursos de ingenierías.

Figura 8.

Trabajo en canales de Teams



Handwritten work on a digital whiteboard:

$$x_1 = -3 ; x_2 = 0$$

$$R(x) = 6 - 2x - x^2 - 3 = -x^2 - 2x + 3$$

$$r(x) = x + 6 - 3 = x + 3$$

$$V_S = \pi \int_{-3}^0 (-x^2 - 2x + 3)^2 - (x + 3)^2 dx$$

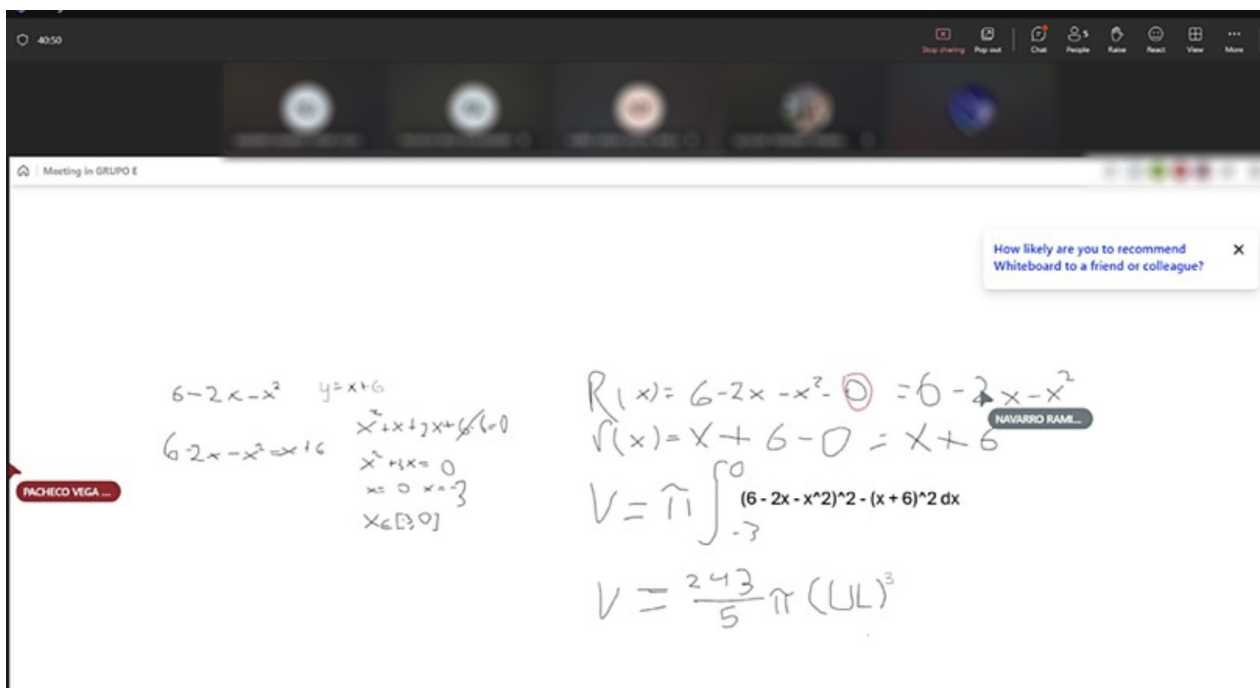
$$V_S = \frac{108}{5} \pi (u)^3$$

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, se observa un grupo de estudiantes resolviendo un ejercicio en Microsoft Teams del tema sólidos de revolución, en el cual se apoyaron con la calculadora científica para el cálculo de la integral definida

Figura 9.

Trabajo en portafolio



Handwritten work on a digital whiteboard:

$$6 - 2x - x^2 \quad y = x + 6$$

$$6 - 2x - x^2 = x + 6$$

$$x^2 + x + 3 = 0$$

$$x^2 + 3x = 0$$

$$x = 0 \quad x = -3$$

$$x \in [-3, 0]$$

$$R(x) = 6 - 2x - x^2 - 0 = 6 - 2x - x^2$$

$$r(x) = x + 6 - 0 = x + 6$$

$$V = \pi \int_{-3}^0 (6 - 2x - x^2)^2 - (x + 6)^2 dx$$

$$V = \frac{243}{5} \pi (u)^3$$

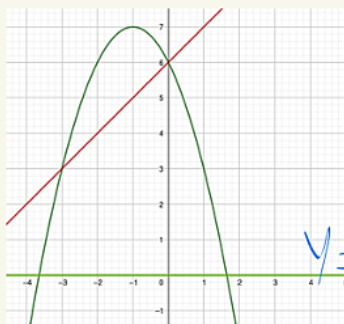
Fuente: elaboración propia.

En la figura 9, se puede ver como los estudiantes trabajaron el portafolio en clase y el apoyo de herramientas como la calculadora para el cálculo del volumen de la integral definida.

Figura 10.

Explicación en la clase sincrónica

Determine la integral para calcular el volumen del sólido de revolución obtenido al girar la región limitada por las curvas $y = -x^2 - 2x + 6$ y $y = x + 6$, alrededor del eje de revolución determinado por la recta $y = 0$ por el método de discos.



$$-x^2 - 2x + 6 = x + 6$$

$$x_1 = -3$$
$$x_2 = 0$$

$$x \in [-3, 0]$$

Fuente: elaboración propia.

En la figura 10, se observa como la docente en las clases sincrónicas resolvió ejercicios del tema de sólidos de revolución.

Discusión

Los resultados evidenciaron una percepción predominantemente positiva por parte del estudiantado, lo cual refleja el impacto favorable que tuvo la implementación de recursos tecnológicos en el curso.

Más del 50% de los estudiantes en la encuesta afirmaron que los videos educativos publicados en Moodle realmente les ayudaron a comprender los conceptos método de discos (arandelas). Este resultado es consistente con los argumentos presentados por Stewart (2015) y Galván-Cardoso y Siado-Ramos (2021), que enfatizan la dificultad del tema de sólidos de revolución por su nivel de abstracción y la necesidad de estrategias visuales para facilitar su comprensión.

Además, los estudiantes valoraron el uso de videos explicativos como una herramienta enriquecedora en el aprendizaje de las matemáticas y señalan Cuevas y Pluvineage (2009), puede integrar lo visual y lo verbal y hacer que el aprendizaje sea significativo. Este resultado es consistente con el punto planteado por Barradas (2021) y Laderas (2023), quienes afirman que los recursos digitales interactivos, como GeoGebra, promueven la comprensión conceptual y la motivación al visualizar conceptos matemáticos complejos.

Por otro lado, la estrategia didáctica de explicar ejercicios adicionales a los incluidos en los lineamientos del curso durante las clases sincrónicas resultó ser una de las más apreciadas por los estudiantes.

Del mismo modo, el uso del portafolio colaborativo en los canales de equipo de Teams, favoreció en promover el trabajo en equipo y la discusión de los ejercicios del portafolio.

Sin embargo, los estudiantes también señalaron la necesidad de incrementar videos didácticos que contengan los contenidos del curso Cálculo II, además, elaborar materiales adicionales y prácticas resueltas que abarquen todos los contenidos del curso.

Por lo tanto, el uso de videos, plataformas digitales como Moodle, el trabajo en equipo y el uso de softwares interactivos como GeoGebra tiene un efecto beneficioso en la comprensión del tema de sólidos de revolución. Estos hallazgos son consistentes con estudios nacionales, como Zamora-Araya et al. (2020) y Mora (2023), revelan que la integración de tecnologías atrae el creciente académico de los estudiantes en cursos de cálculo.

Para futuras investigaciones se recomienda:

- Explorar con profundidad los estilos de aprendizaje y el tipo de recurso tecnológico utilizado.
- Estimar la inclusión de estas estrategias en el rendimiento académico de los estudiantes a lo largo de períodos prolongados.
- Desarrollar videos didácticos para cada contenido del curso Cálculo II.

La percepción estudiantil sobre el uso de los recursos digitales en el curso Cálculo II fue positiva ya que las herramientas tecnológicas facilitan la comprensión de contenidos abstractos y promover una educación matemática más dinámica y visual.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que la combinación de recursos tecnológicos, las clases sincrónicas para las explicaciones del contenido matemático y actividades grupales favorecieron la comprensión del tema de sólidos de revolución en el curso Cálculo II. El estudiantado manifestó que los videos educativos fueron útiles para visualizar el método de discos, comprender los pasos del procedimiento y reforzar el contenido de manera autónoma.

Los ejercicios desarrollados por la docente en las clases sincrónicas fueron valorados como un apoyo esencial para aclarar dudas y fortalecer los procesos de aprendizaje. Al desarrollar ejercicios complementarios a los lineamientos del curso de Cálculo II, le brindó al estudiantado más seguridad. Lo que confirma que el acompañamiento docente sigue siendo un elemento clave, incluso cuando se cuenta con recursos digitales.

El trabajo colaborativo desempeñó un papel relevante en el aprendizaje. La elaboración del portafolio en grupos permitió discutir estrategias, contrastar procedimientos y construir soluciones de manera conjunta. La interacción entre grupos facilitó la resolución de dificultades y fortaleció la comprensión del tema sólidos de revolución.

Además, la necesidad expresada por el estudiantado de contar con más videos educativos, prácticas en línea y materiales complementarios en todos los contenidos del curso de Cálculo II de la Universidad Fidélitas. Esto sugiere que los estudiantes valoran los recursos digitales que les permiten estudiar a su propio ritmo, repasar contenidos según la disponibilidad de tiempo y acceder a explicaciones diversas para comprender los temas más complejos. Estos recursos representan oportunidades de mejora para la enseñanza del curso.

Asimismo, los estudiantes percibieron positivamente la utilización de recursos digitales en el curso. Los materiales audiovisuales, las actividades en Moodle, el portafolio grupal y las clases sincrónicas se combinaron de forma lógica, esto ayudo a que el aprendizaje sea más accesible, visual, e inclusivo. El empleo de herramientas tecnológicas fomentan el aprendizaje individual y autónomo, el trabajo en equipo, algo crucial para la formación de ingenieros.

Finalmente, el estudio aporta que la implementación de estrategias didácticas que combinen tecnología, guía docente y recursos colaborativos no solo fortalecen la comprensión de contenidos abstractos, sino que también responde a las necesidades de estudiantes que trabajan, estudian bajo modalidad virtual o requieren materiales adicionales para alcanzar un mejor desempeño en su formación universitaria.

Referencias

- Álvarez, M., González, V., Morfin, M., & Cabral, J. (2005). *Aprendizaje en línea*. Universidad de Guadalajara. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/cucosta-udeg/20170512031051/pdf_1164.pdf
- Barradas, U. (2021). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1040>
- Bolio, J., & Lara, R. (2021). El video didáctico en el proceso de enseñanza de la Matemática en el nivel secundaria. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 223–231.
- Caicedo, I., & Gallardo, K. (2021). El uso del portafolio como herramienta de evaluación de desempeño en Matemáticas. *Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas*, 21(41), 69–80.

- Cruz, S., & Herrera, C. (2024). Desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios en un enfoque por competencias. *Plumilla Educativa*, 33(1), 1–27. <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/plumillaeducativa/article/view/5099>
- Cuevas, C., & Pluvinage, F. (2009). Cálculo y tecnología. *Revista El Cálculo y su Enseñanza*, 1, 45–59. <https://recacym.org/index.php/recacym/article/view/164>
- Delgado, F., Cascante, L., Ramírez, J, Solís R., & Zamora, J. (2024). Sólidos de revolución y TIC en la educación. Evaluación de una propuesta para su enseñanza. *Revista Digital: Matemática, Educación E Internet*, 24(2). <https://doi.org/10.18845/rdmei.v24i2.6916>
- Espinosa, J. (2004). *Diccionario de Matemáticas*. Cultura S.A
- Galván-Cardoso, A., & Siado-Ramos, E. (2021). Educación tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 7(12), 962. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.457>
- Grisales-Aguirre, A. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198–214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Laderas, E., Acori, V., & Villa, L. (2023). Enseñanza del cálculo diferencial e integral asistido por el software GeoGebra. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 26(3), 357–377. <https://doi.org/10.12802/relime.23.2634>
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solutions* [Análisis de contenido cualitativo: Fundamentos teóricos, procedimientos básicos y soluciones de software]. Klagenfurt University. <https://qualitative-content-analysis.org/wp-content/uploads/Mayring2014QualitativeContentAnalysis.pdf>
- Mora, M. (2023). Implementación de recursos educativos digitales, una revisión sistemática desde la enseñanza del Cálculo Diferencial. *Revista Digital: Matemática, Educación E Internet*, 24(1). <https://doi.org/10.18845/rdmei.v24i1.6709>
- Monroy, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (28), 115–140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Orellana-Campoverde, J., & Erazo-Álvarez, J. (2021). Herramientas digitales para la enseñanza de Matemáticas en pandemia: Usos y aplicaciones de docentes. *Episteme Koinonia*, 4(8), 109–128. <https://doi.org/10.35381/e.k.v4i8.1348>

- Puga-Peña, L.; Cabrera-Maya, J, Coronel-Feijoo, & Velarde, P. (2023). El aula invertida, una metodología eficaz en la construcción del conocimiento en el campo del cálculo diferencial. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
- Ramos, J. (2021). Microsoft Teams, un entorno virtual de aprendizaje sencillo para todos. Ministerio de Educación y Formación Profesional – INTEF. <https://intef.es/wp-content/uploads/2021/09/Teams.pdf>
- Saorín, A. (2012). *Moodle 2.0: Manual del profesor*. http://docs.moodle.org/all/es/Manuales_de_Moodle
- Stewart, J. (2015). *Cálculo: Trascendentes tempranas (7.ª ed.)*. Cengage Learning.
- Velásquez, D., & Lesmes L. (2024). Herramientas Digitales En El Proceso De Enseñanza Y Aprendizaje De Las Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6834-6853. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14103
- Velásquez, D., & Lesmes, L. (2024). Herramientas digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6834–6853. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14103
- Zamora-Araya, J., Ramírez, J., & Delgado, F. (2020). Uso de herramientas tecnológicas y su impacto en el rendimiento en el curso de Cálculo II de la Universidad Nacional. *Eco Matemático*, 11(1), 20–30. <https://doi.org/10.22463/17948231.2952>