

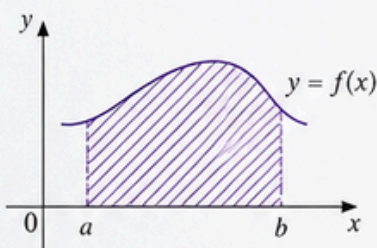


# Diagramas que cambian mentes

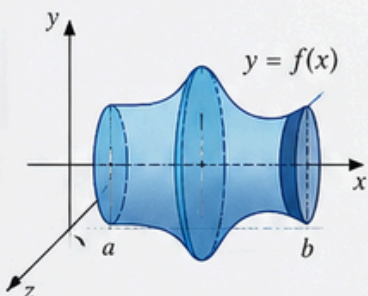
Innovación visual en el  
aprendizaje del cálculo integral



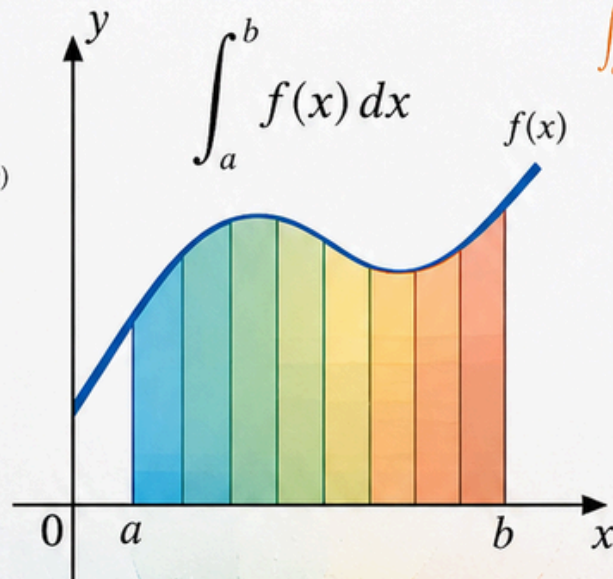
$$\int u dv = uv - \int v du$$



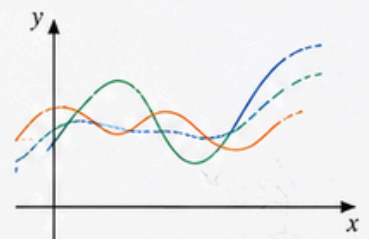
$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$



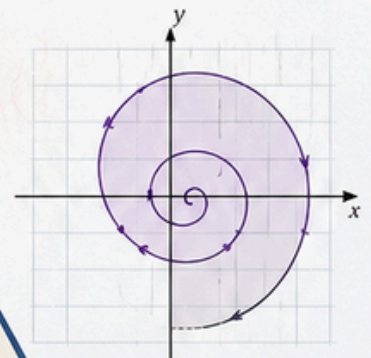
$$V = \pi \int_a^b [f(x)]^2 dx$$



$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i^*) \Delta x$$



$$\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C$$



# **Diagramas que cambian mentes**

## Innovación visual en el aprendizaje del cálculo integral

Editor



## **Manuel Tuesta Moreno**

[manuel.tuesta@unapiquitos.edu.pe](mailto:manuel.tuesta@unapiquitos.edu.pe)

 <https://orcid.org/0000-0003-0746-7108>

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos – Perú

## **Jorge Augusto Bartens Lopez**

[jorge.bartens@unapiquitos.edu.pe](mailto:jorge.bartens@unapiquitos.edu.pe)

 <https://orcid.org/0000-0003-4711-4796>

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos – Perú

## **Rony Torres Monzón**

[manuel.tuesta@unapiquitos.edu.pe](mailto:manuel.tuesta@unapiquitos.edu.pe)

 <https://orcid.org/0000-0002-7477-4004>

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos – Perú

## **Antonio Notonha Gómez**

[anoronha@unapiquitos.edu.pe](mailto:anoronha@unapiquitos.edu.pe)

 <https://orcid.org/0000-0003-0583-7128>

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos – Perú

## **Emanuel Jhire Tuesta Vega**

[etuesta.sistemas@gmail.com](mailto:etuesta.sistemas@gmail.com)

 <https://orcid.org/0009-0006-3032-2686>

Electro Oriente S.A. – Perú

## RESEÑA

**Diagramas que Cambian Mentes: Innovación visual en el aprendizaje del cálculo integral** es una obra académica que explora el potencial de los diagramas de flujo como herramienta de innovación educativa para fortalecer el aprendizaje y el rendimiento académico en el ámbito universitario. A partir de una sólida fundamentación teórica y de la presentación de un caso de estudio desarrollado con estudiantes de educación superior, el libro analiza cómo las representaciones visuales pueden contribuir a transformar la manera en que los estudiantes comprenden, organizan y aplican conocimientos matemáticos complejos.

La obra aborda una problemática recurrente en la enseñanza del cálculo integral: las dificultades que enfrentan los estudiantes para comprender conceptos abstractos, seleccionar procedimientos adecuados y resolver problemas de manera eficiente. Frente a este desafío, propone una estrategia basada en diagramas de flujo que permite representar visualmente procesos matemáticos, facilitar la toma de decisiones y favorecer aprendizajes más significativos.

A lo largo de sus capítulos, el lector encontrará una revisión actualizada de los fundamentos teóricos relacionados con los diagramas de flujo, el aprendizaje matemático, el rendimiento académico, el aprendizaje significativo, el constructivismo y la resolución de problemas. Asimismo, se presenta una experiencia educativa que evidencia cómo la incorporación de recursos visuales puede mejorar la comprensión conceptual, fortalecer el aprendizaje procedimental y generar resultados favorables en el desempeño académico de los estudiantes.

Más allá de los hallazgos específicos de la investigación, el libro invita a reflexionar sobre la necesidad de innovar las prácticas pedagógicas en la educación superior y de construir experiencias de aprendizaje centradas en la comprensión, el razonamiento y la participación activa de los estudiantes. En este sentido, los diagramas de flujo son presentados no solo como herramientas gráficas, sino como instrumentos capaces de reorganizar el pensamiento, promover la autonomía académica y facilitar la construcción del conocimiento.

Dirigida a docentes, investigadores, estudiantes universitarios y profesionales interesados en la educación matemática, esta obra constituye un aporte significativo al campo de la innovación educativa y ofrece alternativas prácticas para mejorar la enseñanza de contenidos matemáticos complejos. Su principal mensaje es claro: cuando el conocimiento puede visualizarse, comprenderse y organizarse de manera significativa, el aprendizaje deja de ser una simple acumulación de procedimientos y se convierte en una verdadera transformación intelectual.

**Diagramas que Cambian Mentes** demuestra que la innovación visual no solo mejora el aprendizaje del cálculo integral, sino que también abre nuevas posibilidades para repensar la enseñanza universitaria y formar estudiantes capaces de aprender con mayor profundidad, autonomía y sentido crítico.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje del cálculo integral constituye uno de los mayores desafíos dentro de la formación universitaria en ciencias, ingeniería y disciplinas afines. A diferencia de otros contenidos matemáticos de naturaleza más concreta, el cálculo integral exige que el estudiante desarrolle capacidades de abstracción, razonamiento lógico y comprensión de relaciones matemáticas complejas. La construcción de significados en torno a conceptos como antiderivada, acumulación, área bajo la curva o técnicas de integración requiere no solo la memorización de procedimientos, sino también la comprensión profunda de los principios que sustentan dichas operaciones. Sin embargo, en numerosos contextos educativos persisten dificultades asociadas a la comprensión de estos contenidos, situación que repercute directamente en el rendimiento académico y en la formación profesional de los estudiantes.

Durante décadas, la enseñanza del cálculo integral se ha caracterizado por enfoques centrados principalmente en la repetición de algoritmos y la resolución mecánica de ejercicios. Aunque estas prácticas permiten desarrollar ciertas habilidades operativas, con frecuencia generan aprendizajes fragmentados que limitan la capacidad de los estudiantes para interpretar conceptos, establecer relaciones entre ideas matemáticas y transferir conocimientos a situaciones nuevas. Como consecuencia, muchos estudiantes logran ejecutar procedimientos específicos, pero encuentran dificultades cuando deben justificar sus decisiones, analizar estrategias alternativas o resolver problemas que demandan un razonamiento más profundo.

Las dificultades observadas en el aprendizaje del cálculo integral suelen manifestarse en dos dimensiones estrechamente vinculadas. Por un lado, aparecen obstáculos de carácter conceptual relacionados con la comprensión del significado de los objetos matemáticos, la interpretación de símbolos y la construcción de representaciones mentales coherentes. Por otro lado, se presentan dificultades procedimentales asociadas con la selección de estrategias adecuadas, la secuencia lógica de los procesos de resolución y la correcta aplicación de técnicas de integración. Cuando estas limitaciones se combinan, el aprendizaje pierde consistencia y los estudiantes experimentan mayores niveles de inseguridad, frustración y dependencia de modelos de resolución previamente memorizados.

Frente a esta realidad, la educación superior enfrenta el desafío de promover metodologías que favorezcan aprendizajes más significativos, autónomos y duraderos. La búsqueda de estrategias didácticas innovadoras ha llevado a explorar recursos capaces de facilitar la organización de la información, fortalecer el razonamiento matemático y reducir las dificultades derivadas de la complejidad cognitiva propia del cálculo integral. En este contexto, los recursos visuales han adquirido especial relevancia debido a su capacidad para representar relaciones, procesos y secuencias de manera clara y estructurada.

La visualización constituye un componente fundamental en la construcción del conocimiento matemático. A través de representaciones gráficas, los estudiantes pueden organizar información, identificar patrones, establecer conexiones entre conceptos y comprender procedimientos que, presentados únicamente mediante lenguaje simbólico, podrían resultar excesivamente abstractos. Los recursos visuales favorecen la comprensión progresiva de los contenidos al transformar procesos complejos en estructuras más accesibles para el análisis y la toma de decisiones. De esta manera, contribuyen a disminuir la sobrecarga cognitiva y promueven una interacción más activa con el conocimiento.

Entre los diversos recursos visuales disponibles, los diagramas de flujo destacan por su capacidad para representar secuencias lógicas de acciones, decisiones y procedimientos. Tradicionalmente utilizados en áreas como la ingeniería, la informática y la administración de procesos, estos diagramas han demostrado un importante potencial educativo al facilitar la organización del pensamiento y la resolución sistemática de problemas. Su incorporación en la enseñanza del cálculo integral permite visualizar el camino que sigue un procedimiento matemático, identificar alternativas de solución y comprender la lógica que subyace a cada técnica de integración.

La presente obra surge de la convicción de que la innovación educativa debe orientarse hacia estrategias que integren comprensión conceptual, razonamiento procedimental y representación visual. Bajo esta perspectiva, se explora el papel de los diagramas de flujo como herramientas capaces de transformar la manera en que los estudiantes aprenden matemáticas, favoreciendo procesos de aprendizaje más organizados, reflexivos y significativos. Más allá de constituir simples esquemas gráficos,

los diagramas son concebidos como instrumentos cognitivos que facilitan la construcción del conocimiento y fortalecen la autonomía del estudiante en la resolución de problemas.

El propósito de este libro es analizar los fundamentos teóricos que sustentan el uso de diagramas de flujo en contextos educativos, profundizar en su relación con el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral, y presentar evidencia empírica obtenida mediante una experiencia desarrollada en educación superior. Asimismo, se busca aportar una visión integral sobre el potencial de las estrategias visuales para transformar la enseñanza de las matemáticas y contribuir al desarrollo de prácticas pedagógicas más efectivas.

La obra está dirigida a docentes universitarios, investigadores en educación matemática, estudiantes de formación pedagógica y profesionales interesados en la innovación educativa. Su contenido combina fundamentos teóricos, análisis conceptual y evidencia aplicada, ofreciendo una perspectiva que integra investigación, práctica educativa y reflexión académica. En conjunto, los capítulos que siguen buscan mostrar cómo una representación visual adecuadamente diseñada puede convertirse en una poderosa herramienta para fortalecer la comprensión matemática y favorecer aprendizajes más profundos y duraderos.

# CAPÍTULO I

## DIAGRAMAS DE FLUJO COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

La educación contemporánea atraviesa un proceso de transformación impulsado por la necesidad de responder a nuevas demandas formativas, avances tecnológicos y cambios en la manera en que las personas acceden, procesan y construyen conocimiento. En este contexto, las instituciones educativas enfrentan el desafío de desarrollar estrategias pedagógicas que favorezcan aprendizajes más significativos, participativos y orientados a la resolución de problemas. La simple transmisión de contenidos ha dejado de ser suficiente para garantizar una formación sólida, especialmente en áreas caracterizadas por elevados niveles de abstracción y complejidad cognitiva, como las matemáticas.

La búsqueda de alternativas metodológicas innovadoras ha puesto de relieve la importancia de los recursos visuales como herramientas capaces de facilitar la comprensión de conceptos complejos. Numerosas investigaciones han demostrado que la representación gráfica de la información contribuye a organizar el pensamiento, mejorar la retención del conocimiento y fortalecer los procesos de razonamiento. Desde esta perspectiva, los recursos visuales no constituyen únicamente elementos complementarios de la enseñanza, sino verdaderos instrumentos cognitivos que apoyan la construcción activa del aprendizaje.

Entre las diversas estrategias de representación visual utilizadas en educación, los diagramas de flujo han adquirido una relevancia creciente debido a su capacidad para mostrar secuencias lógicas, relaciones entre procesos y alternativas de decisión de manera clara y estructurada. Su aplicación ha trascendido los ámbitos tradicionales de la ingeniería, la informática y la administración, incorporándose progresivamente a diferentes contextos educativos donde se busca promover el pensamiento analítico, la resolución de problemas y la comprensión de procedimientos complejos.

La utilidad pedagógica de los diagramas de flujo radica en su potencial para transformar procesos abstractos en representaciones visuales accesibles. Al organizar la información mediante secuencias ordenadas de acciones y decisiones, estos diagramas facilitan la comprensión de procedimientos, reducen la sobrecarga cognitiva y permiten que los estudiantes identifiquen con mayor facilidad las relaciones existentes entre los distintos componentes de un problema. Asimismo, favorecen el desarrollo de habilidades metacognitivas al estimular la reflexión sobre los pasos seguidos durante el proceso de aprendizaje.

Desde una perspectiva educativa, los diagramas de flujo se articulan con diversos enfoques teóricos que destacan la importancia de la organización del conocimiento, la construcción activa de significados y el uso de apoyos temporales para facilitar el aprendizaje. Estas bases conceptuales han permitido que los diagramas sean considerados herramientas de innovación educativa con potencial para mejorar tanto la comprensión conceptual como el desempeño procedimental en diferentes áreas del conocimiento.

El presente capítulo aborda los principales fundamentos teóricos y conceptuales relacionados con los diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa. En primer lugar, se analizan los antecedentes y evidencias científicas que sustentan su utilización en procesos de enseñanza y aprendizaje. Posteriormente, se desarrollan los conceptos esenciales, las bases pedagógicas, los principios psicológicos y las características que explican su efectividad como recurso didáctico. De esta manera, se busca proporcionar un marco de referencia sólido que permita comprender por qué los diagramas de flujo constituyen una herramienta valiosa para favorecer aprendizajes más significativos, organizados y duraderos en contextos educativos contemporáneos.

## **1.1. REFERENTES TEÓRICOS**

La incorporación de diagramas de flujo en los procesos de enseñanza y aprendizaje ha despertado un interés creciente dentro de la investigación educativa durante las últimas décadas. Este interés responde a la necesidad de identificar estrategias capaces de mejorar la comprensión de contenidos complejos, fortalecer el razonamiento lógico y facilitar la resolución de problemas en distintos niveles educativos. En un contexto donde la educación busca promover aprendizajes más significativos y centrados en el estudiante, los diagramas de flujo han emergido como herramientas que permiten

representar visualmente procesos, secuencias y decisiones, favoreciendo una mejor organización del conocimiento.

Los estudios desarrollados en diversos países y disciplinas han demostrado que las representaciones gráficas pueden contribuir significativamente a la comprensión de conceptos abstractos y al desarrollo de habilidades cognitivas superiores. En particular, los diagramas de flujo han mostrado resultados favorables en ámbitos relacionados con las matemáticas, la programación, las ciencias y la ingeniería, donde la comprensión de procedimientos secuenciales constituye un elemento fundamental para el aprendizaje. Su capacidad para mostrar de manera explícita los pasos involucrados en la resolución de un problema facilita tanto la comprensión conceptual como la ejecución procedimental de las tareas académicas.

La literatura especializada evidencia que los diagramas de flujo no solo contribuyen a reducir errores durante la aplicación de algoritmos, sino que también favorecen procesos de reflexión, análisis y toma de decisiones. Estas características los convierten en recursos valiosos para promover el aprendizaje activo y la construcción progresiva del conocimiento. Asimismo, diversas investigaciones han señalado que la utilización de representaciones visuales fortalece la autonomía del estudiante, incrementa la capacidad para transferir aprendizajes a nuevos contextos y mejora la calidad de las explicaciones que los propios estudiantes elaboran sobre los procedimientos que ejecutan.

En el campo de la educación matemática, los antecedentes científicos han comenzado a destacar el potencial de los diagramas de flujo para afrontar algunas de las dificultades más frecuentes asociadas al aprendizaje de contenidos complejos. La visualización de procesos matemáticos mediante secuencias organizadas permite que los estudiantes comprendan con mayor claridad las relaciones existentes entre conceptos, procedimientos y estrategias de resolución, favoreciendo aprendizajes más sólidos y duraderos.

En este contexto, el análisis de los referentes teóricos resulta fundamental para comprender la evolución del conocimiento científico relacionado con los diagramas de flujo y su aplicación educativa. La revisión de investigaciones previas permite identificar tendencias, hallazgos relevantes y aportes que sustentan el uso de esta estrategia como

herramienta de innovación pedagógica. Asimismo, proporciona las bases necesarias para comprender cómo los diagramas de flujo han sido utilizados para fortalecer el aprendizaje, mejorar el rendimiento académico y promover procesos de enseñanza más efectivos en diferentes contextos educativos.

### **1.1.1. Estudios sobre diagramas de flujo y aprendizaje**

El interés por los diagramas de flujo como recurso educativo ha experimentado un crecimiento significativo durante los últimos años debido a la necesidad de fortalecer los procesos de aprendizaje mediante estrategias que favorezcan la comprensión, la organización del conocimiento y la resolución de problemas. En diversos contextos educativos, investigadores y docentes han identificado que los estudiantes suelen presentar dificultades para comprender procedimientos complejos cuando estos son enseñados exclusivamente mediante explicaciones textuales o demostraciones tradicionales. Frente a esta situación, los diagramas de flujo han sido propuestos como herramientas capaces de representar visualmente secuencias lógicas, decisiones y procesos, facilitando la construcción de aprendizajes más organizados y significativos.

Las investigaciones recientes coinciden en señalar que la representación gráfica de procedimientos favorece tanto la comprensión conceptual como el desempeño procedimental. Esto se debe a que los diagramas permiten visualizar la estructura interna de un problema, identificar relaciones entre diferentes etapas del proceso y comprender la lógica que orienta la toma de decisiones durante la resolución de una tarea. En consecuencia, los estudiantes no solo aprenden a ejecutar determinados procedimientos, sino que también desarrollan una mejor comprensión de las razones que justifican cada acción realizada.

Uno de los estudios más relevantes en esta línea fue desarrollado por Chinofunga y otros (2024), quienes analizaron la utilización de diagramas de flujo procedimentales en estudiantes de educación secundaria durante actividades de resolución de problemas matemáticos. Los autores encontraron que el uso sistemático de diagramas permitió una disminución significativa de errores procedimentales, una mayor fluidez en la resolución de ejercicios y una mejora en la capacidad de transferir conocimientos a situaciones nuevas. Los hallazgos demostraron que los estudiantes lograron seguir secuencias de resolución con mayor precisión y mostraron una comprensión más clara de los pasos

involucrados en cada problema. Asimismo, la investigación concluyó que los diagramas de flujo fortalecen simultáneamente el aprendizaje conceptual y procedimental, ya que promueven tanto la comprensión del problema como la correcta ejecución de los procedimientos necesarios para resolverlo.

Estos resultados adquieren especial relevancia porque evidencian que el aprendizaje no depende únicamente de la adquisición de conocimientos teóricos, sino también de la capacidad para organizar y aplicar dichos conocimientos en contextos diversos. La visualización de procesos mediante diagramas facilita la construcción de esquemas mentales que posteriormente pueden ser utilizados para afrontar nuevas situaciones de aprendizaje, favoreciendo la transferencia y la generalización del conocimiento.

En una investigación previa realizada por Chinofunga y otros (2022), orientada a docentes de matemáticas de educación secundaria superior en Australia, se analizaron las percepciones y experiencias de profesores que incorporaron diagramas de flujo procedimentales en sus prácticas de enseñanza. Los resultados mostraron que los diagramas promovían la fluidez procedimental al guiar paso a paso la ejecución de algoritmos, facilitar la toma de decisiones durante la resolución de problemas y reforzar la comprensión del vocabulario matemático. Los participantes señalaron además que este recurso favorecía la independencia del estudiante, permitiéndole desarrollar mayor autonomía durante las actividades académicas. Los investigadores concluyeron que los diagramas de flujo fortalecen la coherencia de los procesos de resolución y contribuyen indirectamente al desarrollo conceptual al estimular el razonamiento y la argumentación matemática.

Estos hallazgos permiten comprender que los diagramas de flujo trascienden la simple representación gráfica de instrucciones. Su verdadero potencial educativo radica en la posibilidad de convertir procesos complejos en secuencias comprensibles que orientan la actividad cognitiva del estudiante. De esta manera, los diagramas funcionan como instrumentos de mediación que facilitan la interacción entre el conocimiento previo y los nuevos contenidos, favoreciendo la construcción progresiva de significados.

Resultados similares fueron reportados por Cuásquer y Moreno (2021), quienes desarrollaron una propuesta pedagógica basada en diagramas de flujo para la enseñanza de contenidos geométricos relacionados con el cálculo del área superficial de pirámides. La investigación evidenció mejoras en la comprensión de los contenidos matemáticos, en la rapidez para resolver problemas y en el razonamiento lógico de los estudiantes. Los autores concluyeron que los diagramas contribuyen al fortalecimiento de competencias asociadas con la resolución de problemas y el pensamiento matemático, además de favorecer la identificación de relaciones entre conceptos y procedimientos.

La relevancia de estos resultados radica en que ponen de manifiesto la capacidad de los diagramas de flujo para integrar diferentes dimensiones del aprendizaje. Mientras algunos recursos educativos tienden a concentrarse exclusivamente en la comprensión conceptual o en la práctica procedimental, los diagramas permiten abordar simultáneamente ambos aspectos, facilitando la conexión entre el conocimiento declarativo y el conocimiento operativo.

Desde una perspectiva más amplia, las investigaciones sobre aprendizaje visual han señalado que los recursos gráficos favorecen la organización de la información y reducen la sobrecarga cognitiva que suele producirse cuando los estudiantes enfrentan tareas complejas. Los diagramas de flujo contribuyen a segmentar la información en unidades más manejables, permitiendo que los estudiantes concentren su atención en aspectos específicos del proceso sin perder de vista la estructura global de la tarea. Esta característica resulta especialmente valiosa en disciplinas como las matemáticas, donde los procedimientos suelen involucrar múltiples pasos y decisiones encadenadas.

En síntesis, la evidencia científica disponible demuestra que los diagramas de flujo constituyen una estrategia educativa eficaz para fortalecer los procesos de aprendizaje. Los estudios realizados en diferentes contextos coinciden en destacar su capacidad para mejorar la comprensión conceptual, fortalecer el desempeño procedimental, reducir errores, favorecer la autonomía del estudiante y promover la transferencia del conocimiento a nuevas situaciones. Estas aportaciones sustentan su utilización como una herramienta de innovación educativa con amplio potencial para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de contenidos complejos, particularmente en el ámbito de las matemáticas y el cálculo integral.

### 1.1.2. Diagramas de flujo y resolución de problemas

La resolución de problemas constituye uno de los procesos cognitivos más importantes dentro de la educación matemática, ya que permite a los estudiantes aplicar conocimientos, analizar situaciones, tomar decisiones y construir estrategias para alcanzar una solución determinada. Más allá de la simple ejecución de procedimientos, resolver problemas implica comprender las condiciones planteadas, identificar relaciones entre conceptos, seleccionar métodos adecuados y evaluar los resultados obtenidos. Debido a esta complejidad, numerosos investigadores han buscado estrategias didácticas que faciliten el desarrollo de estas capacidades, encontrando en los diagramas de flujo una herramienta particularmente efectiva para organizar y visualizar los procesos involucrados en la resolución de problemas.

Los diagramas de flujo permiten representar gráficamente la secuencia lógica de acciones que deben realizarse para alcanzar un objetivo específico. Esta característica resulta especialmente útil en contextos educativos porque ayuda a los estudiantes a estructurar su pensamiento y a comprender que la resolución de un problema no es un proceso improvisado, sino una sucesión ordenada de decisiones y procedimientos interrelacionados. Al visualizar cada etapa del proceso, los estudiantes pueden identificar con mayor facilidad las acciones necesarias, reconocer posibles errores y comprender las razones que justifican cada paso realizado.

Diversas investigaciones han demostrado que la utilización de diagramas de flujo favorece significativamente el desempeño de los estudiantes en actividades de resolución de problemas. Uno de los aportes más importantes proviene del estudio desarrollado por Chinofunga y otros (2024), quienes observaron que los estudiantes que empleaban diagramas de flujo procedimentales lograban una mayor fluidez en la resolución de problemas matemáticos y reducían considerablemente los errores asociados a la aplicación de algoritmos. Además, los participantes mostraron una mejor capacidad para transferir los conocimientos adquiridos a situaciones nuevas, evidenciando que la representación visual contribuía a la comprensión global del proceso y no únicamente a la memorización de pasos específicos.

Estos resultados sugieren que los diagramas de flujo facilitan la construcción de esquemas mentales organizados que posteriormente pueden ser utilizados para abordar

problemas con características similares. De esta manera, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda de las estrategias de resolución y fortalecen su capacidad para adaptarlas a diferentes contextos, aspecto fundamental para el aprendizaje significativo.

En una investigación realizada con docentes de matemáticas de nivel secundario superior, Chinofunga y otros (2022) encontraron que los diagramas de flujo favorecen la toma de decisiones durante la resolución de problemas al hacer explícitos los caminos posibles que pueden seguirse en cada situación. Los participantes señalaron que los estudiantes comprendían mejor los procedimientos cuando estos eran representados mediante secuencias visuales claras, ya que podían identificar con facilidad las condiciones que determinaban cada decisión y las consecuencias derivadas de ella. Según los investigadores, esta característica convierte a los diagramas en herramientas particularmente valiosas para promover el razonamiento lógico y el pensamiento estructurado.

La contribución de los diagramas de flujo a la resolución de problemas también fue evidenciada por Cuásquer y Moreno (2021), quienes desarrollaron una propuesta pedagógica basada en diagramas para abordar problemas matemáticos relacionados con el cálculo de áreas geométricas. Los resultados mostraron mejoras significativas en la comprensión de los problemas, en la organización de los procedimientos y en la capacidad de los estudiantes para identificar relaciones matemáticas relevantes. Los autores concluyeron que los diagramas favorecen el razonamiento lógico porque permiten representar de manera explícita la secuencia de operaciones necesarias para alcanzar una solución.

Desde una perspectiva cognitiva, los diagramas de flujo contribuyen a reducir la complejidad percibida de los problemas al dividirlos en etapas más pequeñas y manejables. Cuando los estudiantes enfrentan situaciones complejas, suelen experimentar dificultades para organizar la información disponible y establecer un plan de acción coherente. La representación gráfica ayuda a superar este obstáculo al proporcionar una estructura visual que orienta el proceso de análisis y facilita la planificación de estrategias de solución.

Además de favorecer la organización del pensamiento, los diagramas de flujo fortalecen procesos metacognitivos relacionados con la autorregulación del aprendizaje. A medida que los estudiantes siguen las secuencias representadas en los diagramas, desarrollan la capacidad de monitorear sus propias acciones, verificar la coherencia de los procedimientos utilizados y reflexionar sobre la efectividad de las estrategias seleccionadas. Este proceso de supervisión consciente contribuye a mejorar la calidad de las soluciones y promueve una participación más activa en la construcción del conocimiento.

Otro aspecto relevante es la capacidad de los diagramas para facilitar la comunicación de estrategias de resolución. En muchas ocasiones, los estudiantes son capaces de obtener una respuesta correcta, pero presentan dificultades para explicar cómo llegaron a ella. Los diagramas de flujo ofrecen una representación clara del razonamiento seguido, permitiendo que tanto docentes como estudiantes analicen, discutan y evalúen los procedimientos utilizados. Esta característica favorece el aprendizaje colaborativo y fortalece la argumentación matemática.

En el ámbito del cálculo integral, donde los estudiantes deben seleccionar técnicas específicas de integración según las características de cada problema, los diagramas de flujo adquieren una importancia particular. La identificación de patrones, la elección de métodos apropiados y la secuencia de transformaciones algebraicas pueden representarse mediante estructuras visuales que orientan el proceso de resolución. De esta manera, los estudiantes disponen de una guía que facilita la toma de decisiones y reduce la incertidumbre frente a problemas de mayor complejidad.

En síntesis, la evidencia científica demuestra que los diagramas de flujo constituyen una herramienta eficaz para fortalecer la resolución de problemas en contextos educativos. Su capacidad para organizar información, representar secuencias lógicas, facilitar la toma de decisiones y promover la reflexión sobre los procedimientos utilizados los convierte en recursos valiosos para el desarrollo del pensamiento matemático. Los estudios revisados coinciden en señalar que su utilización favorece la comprensión, la autonomía y la transferencia del aprendizaje, aspectos esenciales para la formación de estudiantes capaces de enfrentar con éxito situaciones problemáticas cada vez más complejas.

### 1.1.3. Evidencias científicas en educación matemática

La educación matemática ha experimentado importantes transformaciones durante las últimas décadas como resultado de los avances en la investigación sobre los procesos de aprendizaje, las estrategias de enseñanza y los factores que influyen en el rendimiento académico. Tradicionalmente, la enseñanza de las matemáticas estuvo orientada hacia la transmisión de procedimientos y la repetición de algoritmos; sin embargo, las investigaciones contemporáneas han demostrado que el aprendizaje efectivo requiere el desarrollo simultáneo de competencias conceptuales, procedimentales y cognitivas que permitan a los estudiantes comprender, interpretar y aplicar los conocimientos matemáticos en diferentes contextos.

Las evidencias científicas generadas en distintos niveles educativos coinciden en señalar que uno de los principales desafíos de la educación matemática radica en superar los enfoques centrados exclusivamente en la memorización de reglas y fórmulas. Diversos estudios han identificado que los estudiantes suelen alcanzar niveles aceptables de ejecución procedimental, pero presentan dificultades cuando deben interpretar conceptos, justificar procedimientos o resolver problemas que demandan transferencia de conocimientos. Esta situación ha impulsado la búsqueda de estrategias pedagógicas que favorezcan una comprensión más profunda y significativa de los contenidos matemáticos.

Una de las investigaciones más relevantes en este campo fue desarrollada por Ballon y otros (2024), quienes evaluaron las habilidades procedimentales y de resolución de problemas en estudiantes universitarios peruanos de primer nivel. Los resultados mostraron que los participantes obtenían mejores desempeños en tareas relacionadas con la aplicación de procedimientos que en aquellas orientadas a la resolución de problemas. Este hallazgo evidenció la existencia de una brecha entre el conocimiento operativo y la comprensión necesaria para aplicar dicho conocimiento en situaciones nuevas. Los autores concluyeron que gran parte de esta dificultad se origina en modelos de enseñanza que privilegian la repetición mecánica de procedimientos en detrimento del razonamiento y la comprensión conceptual.

Estos resultados son consistentes con numerosas investigaciones internacionales que han señalado la necesidad de integrar las dimensiones conceptual y procedimental dentro de los procesos de enseñanza. La evidencia científica demuestra que el aprendizaje

matemático alcanza mayores niveles de calidad cuando los estudiantes comprenden el significado de los conceptos y, al mismo tiempo, desarrollan la capacidad de aplicar procedimientos de manera flexible y reflexiva.

En esta misma línea, Traverero y Roble (2022) analizaron los factores asociados a la comprensión conceptual en estudiantes universitarios matriculados en cursos de Cálculo Integral. Los investigadores encontraron que la autoeficacia matemática constituía un predictor significativo de la comprensión conceptual, mientras que el rendimiento previo en matemáticas no mostraba una influencia estadísticamente relevante. Este resultado sugiere que la confianza de los estudiantes en sus propias capacidades puede desempeñar un papel tan importante como los conocimientos previos en el desarrollo del aprendizaje matemático.

La investigación también puso de manifiesto que los estudiantes que logran comprender los conceptos fundamentales del cálculo presentan mejores niveles de desempeño académico y muestran mayor capacidad para interpretar situaciones matemáticas complejas. Estos hallazgos respaldan la importancia de diseñar estrategias educativas orientadas a fortalecer no solo el dominio técnico de los procedimientos, sino también la comprensión profunda de los principios que los sustentan.

Por otra parte, los estudios relacionados con el uso de recursos visuales han aportado evidencias relevantes sobre su impacto en el aprendizaje matemático. Chinofunga y otros (2024) demostraron que la utilización de diagramas de flujo favorece la reducción de errores procedimentales, mejora la fluidez en la resolución de problemas y fortalece la capacidad de transferir conocimientos a contextos nuevos. Los autores sostienen que la representación gráfica de los procedimientos permite a los estudiantes organizar mejor la información y comprender las relaciones existentes entre los distintos pasos de una tarea matemática.

De manera similar, Chinofunga y otros (2022) identificaron que los diagramas de flujo facilitan la comprensión de procesos matemáticos al proporcionar una estructura visual que orienta la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Los docentes participantes en su investigación señalaron que los estudiantes desarrollaban una mayor

independencia y mostraban una comprensión más clara de los procedimientos cuando utilizaban diagramas para representar secuencias de acciones y decisiones.

Los beneficios de los recursos visuales también fueron evidenciados por Cuásquer y Moreno (2021), quienes reportaron mejoras en la comprensión de contenidos matemáticos, el razonamiento lógico y la resolución de problemas tras la implementación de una propuesta pedagógica basada en diagramas de flujo. Los investigadores concluyeron que las representaciones gráficas favorecen la identificación de relaciones matemáticas y facilitan la comprensión de procedimientos complejos, contribuyendo simultáneamente al aprendizaje conceptual y procedimental.

Más allá de los resultados específicos obtenidos en cada investigación, las evidencias científicas acumuladas permiten identificar una tendencia común dentro de la educación matemática contemporánea: los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando participan activamente en la construcción del conocimiento, utilizan múltiples formas de representación y cuentan con apoyos que les permiten organizar la información de manera significativa. En este sentido, los recursos visuales, y particularmente los diagramas de flujo, se han consolidado como herramientas capaces de favorecer procesos de aprendizaje más profundos, reflexivos y duraderos.

Las investigaciones actuales también destacan la importancia de promover entornos educativos donde los estudiantes puedan explicar sus razonamientos, justificar sus procedimientos y establecer conexiones entre diferentes conceptos matemáticos. Este enfoque contribuye al desarrollo de competencias que trascienden la simple ejecución de ejercicios y fortalecen capacidades esenciales para el aprendizaje permanente, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas.

En conjunto, las evidencias científicas revisadas muestran que la educación matemática contemporánea avanza hacia modelos de enseñanza centrados en la comprensión, la reflexión y la participación activa del estudiante. Los resultados obtenidos por diferentes investigadores respaldan la incorporación de estrategias innovadoras que integren representación visual, organización del conocimiento y aprendizaje significativo. Dentro de este panorama, los diagramas de flujo emergen como

una alternativa pedagógica con fundamentos científicos sólidos y con un elevado potencial para mejorar la calidad del aprendizaje matemático en la educación superior.

## **1.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES**

Comprender el valor educativo de los diagramas de flujo requiere ir más allá de la descripción de sus características operativas y analizar los fundamentos conceptuales que sustentan su utilización en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Aunque tradicionalmente han sido empleados para representar procedimientos en ámbitos como la ingeniería, la informática y la administración, su incorporación al campo educativo ha permitido reconocerlos como herramientas capaces de favorecer la organización del conocimiento, la comprensión de procesos complejos y el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

El creciente interés por los diagramas de flujo dentro de la investigación educativa responde a la necesidad de disponer de recursos que faciliten la construcción de aprendizajes significativos en contextos caracterizados por elevados niveles de abstracción. En disciplinas como las matemáticas, donde los estudiantes deben interpretar conceptos, seguir secuencias lógicas y tomar decisiones durante la resolución de problemas, las representaciones visuales constituyen un apoyo importante para la comprensión y el procesamiento de la información. Los diagramas de flujo cumplen esta función al convertir procesos complejos en estructuras gráficas organizadas que permiten visualizar relaciones, identificar alternativas y comprender la lógica que articula cada procedimiento.

Desde una perspectiva pedagógica, los diagramas de flujo se encuentran estrechamente vinculados con diversas teorías del aprendizaje que destacan la importancia de la organización del conocimiento, la construcción activa de significados y el papel de los apoyos visuales en el desarrollo cognitivo. En este sentido, su utilización puede interpretarse como una estrategia que favorece la integración entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes, facilita la representación de procesos mentales y contribuye a reducir las dificultades derivadas de la complejidad de determinadas tareas académicas.

Asimismo, los avances en psicología cognitiva y neuroeducación han puesto de manifiesto que el aprendizaje se fortalece cuando la información es presentada de manera estructurada y mediante múltiples formas de representación. La combinación de elementos visuales, simbólicos y textuales permite que los estudiantes construyan modelos mentales más sólidos y desarrollen una comprensión más profunda de los contenidos. Bajo esta perspectiva, los diagramas de flujo no constituyen únicamente recursos gráficos, sino herramientas cognitivas que facilitan la planificación, la organización y la regulación de los procesos de aprendizaje.

Los fundamentos conceptuales asociados a los diagramas de flujo también permiten comprender su potencial para promover el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la toma de decisiones. Al representar secuencias de acciones y condiciones de manera explícita, estos recursos favorecen la identificación de relaciones causales y la comprensión de estructuras procedimentales complejas. De esta manera, contribuyen a fortalecer competencias fundamentales para el aprendizaje en contextos educativos contemporáneos.

En las siguientes secciones se desarrollarán los principales conceptos relacionados con los diagramas de flujo, sus bases pedagógicas y psicológicas, los enfoques teóricos que respaldan su utilización, así como los elementos que explican su efectividad como herramienta de innovación educativa. Este análisis permitirá comprender por qué los diagramas de flujo han adquirido una creciente relevancia dentro de la enseñanza moderna y cómo pueden contribuir al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento.

### **1.2.1. Conceptualización de los diagramas de flujo**

Los diagramas de flujo constituyen una de las herramientas de representación visual más utilizadas para describir, organizar y comunicar procesos de manera estructurada. Su principal característica radica en la capacidad de representar secuencias de acciones, decisiones y relaciones mediante símbolos estandarizados conectados por líneas de flujo, permitiendo visualizar de forma clara la lógica que guía el desarrollo de un procedimiento. Debido a esta capacidad organizativa, los diagramas de flujo han trascendido los ámbitos técnicos donde surgieron originalmente para convertirse en

recursos ampliamente utilizados en contextos educativos, empresariales, científicos y tecnológicos.

Desde una perspectiva general, un diagrama de flujo puede definirse como una representación gráfica de un proceso en la que se describen de manera secuencial las actividades, operaciones y decisiones necesarias para alcanzar un determinado objetivo. Su estructura permite identificar fácilmente el punto de inicio, las acciones que deben ejecutarse, las condiciones que influyen en la toma de decisiones y los posibles resultados derivados de cada ruta de acción. Esta representación facilita la comprensión de procesos complejos al convertir información abstracta en esquemas visuales organizados y accesibles.

En el ámbito educativo, los diagramas de flujo son considerados organizadores visuales que contribuyen a transformar la información en conocimiento mediante la representación gráfica de ideas, conceptos y procedimientos. Según Aramburú (2015), los diagramas de flujo forman parte de las estrategias de organización visual que permiten estructurar información de manera lógica y secuencial. De forma complementaria, Muñoz y otros (2011) sostienen que estos recursos favorecen tanto el pensamiento creativo como el pensamiento crítico, ya que facilitan la generación de nuevas conexiones entre conceptos y promueven una comprensión más profunda de los contenidos. En la misma línea, Quiñonez (2025) destaca que los diagramas constituyen herramientas eficaces para representar procesos de razonamiento y favorecer la construcción significativa del aprendizaje.

La importancia de los diagramas de flujo dentro de los procesos educativos radica en que permiten hacer visibles estructuras mentales que normalmente permanecen implícitas durante la resolución de problemas. Cuando un estudiante enfrenta una tarea compleja, debe identificar información relevante, seleccionar estrategias, tomar decisiones y ejecutar procedimientos de manera ordenada. Los diagramas de flujo permiten representar gráficamente estas acciones, facilitando tanto la comprensión como la comunicación del proceso seguido para alcanzar una solución.

Desde la perspectiva de los programas educativos, los diagramas de flujo pueden integrarse como herramientas metodológicas destinadas a organizar las actividades de

enseñanza y aprendizaje. Un programa educativo basado en diagramas de flujo estructura los contenidos y procedimientos mediante representaciones visuales que orientan el trabajo del estudiante y facilitan la comprensión de secuencias complejas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2006), un programa educativo constituye un conjunto organizado y secuencial de actividades orientadas al logro de objetivos formativos específicos. En este contexto, la incorporación de diagramas de flujo permite fortalecer la coherencia de dichas actividades y mejorar la organización del proceso de aprendizaje.

La conceptualización moderna de los diagramas de flujo también se encuentra vinculada a los avances en psicología cognitiva y ciencias del aprendizaje. Diversos enfoques sostienen que la representación visual favorece el procesamiento de la información al permitir que los estudiantes organicen mentalmente los contenidos de manera más eficiente. Desde esta perspectiva, los diagramas funcionan como estructuras de apoyo que ayudan a reducir la complejidad percibida de las tareas y facilitan la construcción de modelos mentales más sólidos. Esta función adquiere especial relevancia en áreas como las matemáticas, donde la comprensión de procedimientos secuenciales constituye una condición esencial para el aprendizaje.

En el caso específico del cálculo integral, los diagramas de flujo permiten representar de manera ordenada las diferentes decisiones y procedimientos que intervienen durante la resolución de una integral. La identificación de técnicas apropiadas, la selección de estrategias de solución y la ejecución de transformaciones algebraicas pueden organizarse mediante secuencias visuales que orientan el razonamiento del estudiante. De esta forma, los diagramas contribuyen a disminuir la incertidumbre frente a problemas complejos y favorecen una comprensión más clara de los procesos involucrados.

Otra característica fundamental de los diagramas de flujo es su capacidad para integrar información conceptual y procedimental dentro de una misma estructura. Mientras algunos recursos didácticos se enfocan únicamente en la explicación de conceptos o en la práctica de algoritmos, los diagramas permiten relacionar ambos componentes al mostrar simultáneamente qué debe hacerse y por qué debe hacerse. Esta

integración favorece la construcción de aprendizajes más completos y significativos, permitiendo que los estudiantes comprendan la lógica que sustenta cada procedimiento.

Asimismo, los diagramas de flujo facilitan la comunicación y el intercambio de conocimientos entre docentes y estudiantes. Al utilizar símbolos y convenciones ampliamente reconocidos, proporcionan un lenguaje visual común que permite representar procesos de manera precisa y comprensible. Esta característica resulta especialmente valiosa en entornos educativos donde la claridad de las explicaciones y la comprensión compartida de los procedimientos constituyen elementos esenciales para el éxito del aprendizaje.

En síntesis, los diagramas de flujo pueden conceptualizarse como representaciones gráficas estructuradas que permiten organizar, comunicar y comprender procesos mediante la utilización de símbolos estandarizados y secuencias lógicas de acciones y decisiones. Su aplicación en educación ha demostrado un notable potencial para favorecer la comprensión de contenidos complejos, fortalecer el razonamiento lógico y promover aprendizajes más significativos. Estas características explican su creciente utilización como herramienta de innovación educativa y justifican su incorporación en estrategias orientadas a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de disciplinas que demandan altos niveles de organización cognitiva, como el cálculo integral.

### **1.2.2. Bases pedagógicas y psicológicas**

La incorporación de los diagramas de flujo en los procesos de enseñanza y aprendizaje encuentra sustento en diversos enfoques pedagógicos y psicológicos que explican cómo las personas adquieren, organizan y aplican el conocimiento. Estas bases teóricas permiten comprender por qué las representaciones visuales constituyen recursos eficaces para favorecer la comprensión de contenidos complejos y fortalecer el desarrollo de habilidades cognitivas. Más allá de su función como herramientas gráficas, los diagramas de flujo actúan como mediadores del aprendizaje al facilitar la construcción de significados, la organización de la información y la resolución de problemas.

Desde una perspectiva pedagógica, los diagramas de flujo se alinean con enfoques educativos centrados en el estudiante y en la construcción activa del conocimiento. Estos enfoques sostienen que el aprendizaje no consiste en la simple recepción de información

transmitida por el docente, sino en un proceso dinámico mediante el cual el estudiante interpreta, organiza y relaciona los nuevos conocimientos con sus experiencias previas. En este contexto, las representaciones visuales permiten que el estudiante participe activamente en la construcción de significados al analizar, organizar y comprender la información presentada.

Uno de los fundamentos pedagógicos más importantes que respaldan el uso de diagramas de flujo es su capacidad para funcionar como organizadores visuales del conocimiento. Diversos estudios han demostrado que los estudiantes comprenden con mayor facilidad contenidos complejos cuando estos son presentados mediante estructuras que muestran explícitamente las relaciones entre conceptos, procedimientos y decisiones. Al representar secuencias lógicas de manera gráfica, los diagramas facilitan la organización mental de la información y permiten que los estudiantes desarrollen una visión más integrada de los contenidos académicos.

Desde el campo de la psicología educativa, los diagramas de flujo también encuentran respaldo en las investigaciones sobre el procesamiento de la información. Este enfoque considera que el aprendizaje implica la recepción, organización, almacenamiento y recuperación de conocimientos dentro de estructuras cognitivas cada vez más complejas. Cuando la información se presenta de manera desorganizada o excesivamente extensa, la capacidad de procesamiento del estudiante puede verse limitada, dificultando la comprensión y la retención de los contenidos. Los diagramas de flujo contribuyen a superar esta dificultad al organizar visualmente la información y reducir la complejidad percibida de las tareas académicas.

La psicología cognitiva ha demostrado que las personas procesan con mayor eficacia la información cuando esta se presenta mediante múltiples formas de representación. La combinación de elementos visuales, simbólicos y textuales favorece la construcción de modelos mentales más sólidos y mejora la comprensión de conceptos abstractos. En este sentido, los diagramas de flujo permiten integrar diferentes tipos de información dentro de una misma estructura, facilitando la conexión entre conocimientos conceptuales y procedimentales.

Otro aspecto relevante se relaciona con la capacidad de los diagramas para favorecer el desarrollo del pensamiento lógico. La representación secuencial de acciones y decisiones obliga a los estudiantes a analizar relaciones de causa y efecto, identificar condiciones específicas y comprender las consecuencias derivadas de cada alternativa posible. Este proceso fortalece habilidades asociadas con el razonamiento analítico, la planificación y la toma de decisiones, competencias fundamentales para el aprendizaje en disciplinas científicas y tecnológicas.

Desde una perspectiva psicológica, los diagramas de flujo también contribuyen al desarrollo de procesos metacognitivos. La metacognición hace referencia a la capacidad que poseen las personas para reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y regular sus estrategias de aprendizaje. Cuando los estudiantes utilizan diagramas para representar procedimientos o resolver problemas, tienen la oportunidad de visualizar sus decisiones, evaluar la coherencia de sus acciones y verificar la lógica de los procesos seguidos. Esta capacidad de autorregulación favorece aprendizajes más conscientes y duraderos.

Asimismo, los diagramas de flujo promueven la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento. A diferencia de metodologías centradas exclusivamente en la exposición verbal del docente, las estrategias basadas en representaciones visuales requieren que los estudiantes interpreten información, establezcan relaciones y participen en la elaboración de esquemas que reflejen su comprensión de los contenidos. Esta interacción constante con el conocimiento fortalece la motivación y favorece una actitud más reflexiva frente al aprendizaje.

Las investigaciones recientes también destacan que los diagramas de flujo pueden contribuir a disminuir la ansiedad asociada al aprendizaje de contenidos complejos. En áreas como las matemáticas, donde muchos estudiantes experimentan inseguridad frente a problemas que involucran múltiples pasos o procedimientos, la representación visual proporciona una guía estructurada que facilita la comprensión y reduce la sensación de incertidumbre. Al visualizar claramente las etapas de un proceso, los estudiantes desarrollan mayor confianza en sus capacidades para resolver tareas académicas.

Otro fundamento importante se relaciona con el carácter inclusivo de los recursos visuales. Las personas presentan diferentes estilos y preferencias de aprendizaje; mientras algunos estudiantes comprenden mejor mediante explicaciones verbales, otros muestran un mayor aprovechamiento cuando la información es presentada gráficamente. Los diagramas de flujo amplían las posibilidades de acceso al conocimiento al incorporar formas alternativas de representación que favorecen la comprensión de estudiantes con diversas características cognitivas.

En el ámbito de la educación matemática, estas bases pedagógicas y psicológicas adquieren una relevancia especial debido a la complejidad conceptual y procedimental de muchos contenidos. La representación visual de algoritmos, procedimientos y estrategias permite que los estudiantes comprendan con mayor claridad la estructura de los problemas y desarrollen procesos de razonamiento más organizados. De esta manera, los diagramas de flujo se convierten en herramientas que facilitan tanto la comprensión conceptual como la ejecución procedimental, contribuyendo a mejorar la calidad del aprendizaje.

En síntesis, las bases pedagógicas y psicológicas que sustentan el uso de diagramas de flujo demuestran que estas herramientas poseen un valor educativo que trasciende la simple representación gráfica de procesos. Su capacidad para organizar información, favorecer la construcción de significados, estimular el pensamiento lógico, fortalecer la metacognición y promover la participación activa del estudiante las convierte en recursos altamente pertinentes para la innovación educativa. Estas características explican su creciente incorporación en propuestas pedagógicas orientadas a mejorar la comprensión y el aprendizaje de contenidos complejos en diversos contextos académicos.

### **1.2.3. Constructivismo y aprendizaje significativo**

El estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje ha dado origen a diversas teorías que buscan explicar cómo las personas adquieren, organizan y utilizan el conocimiento. Entre las más influyentes dentro del ámbito educativo destacan el constructivismo y la teoría del aprendizaje significativo, enfoques que han contribuido de manera decisiva a transformar la comprensión del aprendizaje humano y a fundamentar nuevas estrategias pedagógicas orientadas a promover una participación más activa del estudiante. Estas perspectivas teóricas ofrecen un sólido sustento para comprender el

valor educativo de los diagramas de flujo, particularmente en contextos donde los estudiantes deben enfrentar contenidos complejos y altamente abstractos, como ocurre en el aprendizaje del cálculo integral.

El constructivismo sostiene que el conocimiento no se transmite de manera directa desde el docente hacia el estudiante, sino que es construido activamente por cada individuo a partir de sus experiencias, conocimientos previos e interacciones con el entorno. Desde esta perspectiva, aprender implica interpretar la información, reorganizar estructuras cognitivas existentes y generar nuevos significados mediante procesos de reflexión y análisis. El estudiante deja de ser un receptor pasivo para convertirse en protagonista de su propio proceso de aprendizaje.

Dentro de este enfoque, el aprendizaje se entiende como una actividad de construcción permanente en la que los conocimientos nuevos adquieren significado cuando logran integrarse a esquemas cognitivos previamente establecidos. Esta integración permite que el estudiante desarrolle comprensiones cada vez más complejas y profundas de los fenómenos estudiados. En consecuencia, la enseñanza debe ofrecer recursos que faciliten la organización de la información y promuevan la construcción activa del conocimiento.

En relación con el aprendizaje de las matemáticas, el constructivismo destaca la importancia de que los estudiantes comprendan los conceptos antes de memorizar procedimientos. La comprensión conceptual se fortalece cuando los estudiantes pueden establecer relaciones entre diferentes ideas matemáticas, interpretar significados y explicar los fundamentos de los procedimientos que utilizan. Según Çibukçiu (2025), la comprensión conceptual se desarrolla cuando los estudiantes logran conectar nuevas ideas con conocimientos previamente adquiridos, generando una reorganización progresiva de sus estructuras mentales y favoreciendo aprendizajes más duraderos.

Los diagramas de flujo se vinculan estrechamente con esta perspectiva porque permiten representar visualmente relaciones, procesos y secuencias que facilitan la construcción de significados. Al organizar la información mediante estructuras gráficas, los estudiantes pueden identificar conexiones entre conceptos y comprender con mayor claridad la lógica que sustenta determinados procedimientos. De esta manera, los

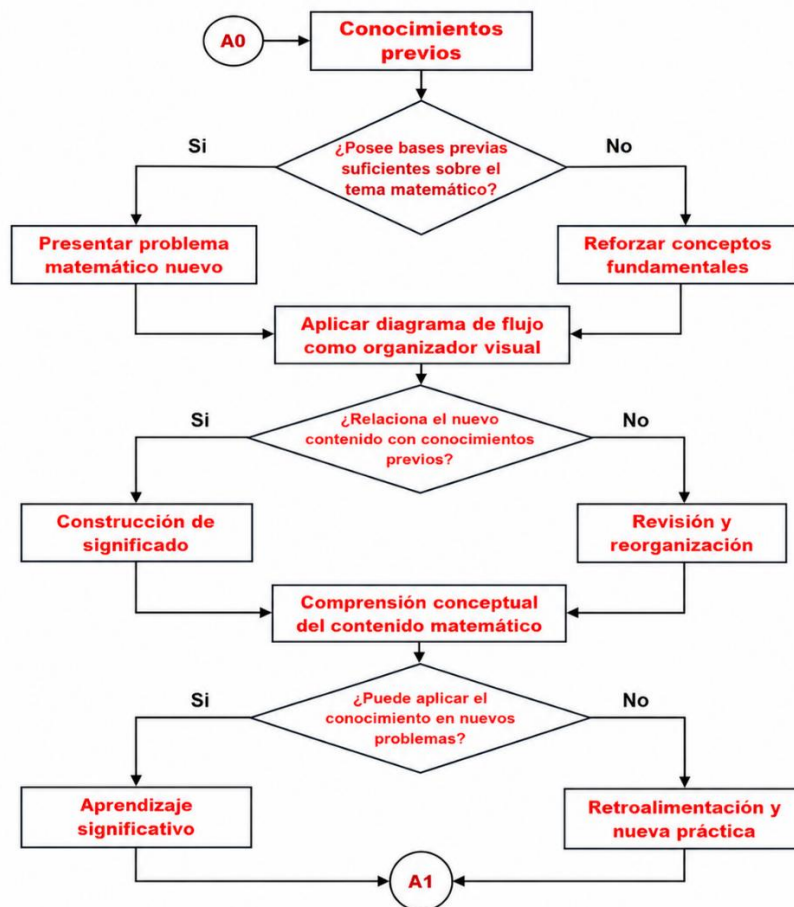
diagramas funcionan como herramientas que apoyan la construcción activa del conocimiento y favorecen la comprensión de contenidos complejos.

Complementariamente, la teoría del aprendizaje significativo desarrollada por Ausubel constituye uno de los principales referentes para comprender cómo se produce la adquisición de conocimientos duraderos. Esta teoría sostiene que el aprendizaje ocurre de manera significativa cuando los nuevos contenidos se relacionan de forma sustantiva y no arbitraria con los conocimientos que el estudiante ya posee. En otras palabras, aprender significativamente implica establecer conexiones entre lo nuevo y lo conocido, permitiendo que la información adquiera sentido dentro de la estructura cognitiva del individuo.

De acuerdo con Ausubel, la calidad del aprendizaje depende en gran medida de la existencia de conocimientos previos relevantes capaces de servir como base para la incorporación de nuevos contenidos. Cuando esta relación se produce adecuadamente, el estudiante no solo memoriza información, sino que desarrolla una comprensión más profunda que facilita la retención, la transferencia y la aplicación de los conocimientos en diferentes contextos. Por el contrario, cuando los contenidos son aprendidos de manera mecánica, la información suele olvidarse rápidamente y presenta escasa utilidad para la resolución de problemas.

**Figura 1. Proceso de construcción del aprendizaje significativo mediante diagramas de flujo**

**C01: Aprendizaje significativo mediante diagramas de flujo**



Bermejo y otros (2021) destacan que el aprendizaje significativo puede fortalecerse mediante el uso de organizadores avanzados y recursos didácticos que ayuden a establecer vínculos entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes. Estos recursos funcionan como apoyos temporales que facilitan la comprensión de conceptos complejos y permiten que los estudiantes integren progresivamente la información dentro de sus estructuras cognitivas. En este contexto, los diagramas de flujo pueden ser considerados organizadores visuales que favorecen la conexión entre conceptos, procedimientos y estrategias de resolución.

La relevancia de esta teoría resulta especialmente evidente en el aprendizaje del cálculo integral. Los estudiantes deben relacionar conocimientos adquiridos previamente en álgebra, funciones, límites y derivadas con nuevos conceptos vinculados a la integración. Cuando estas conexiones no se establecen adecuadamente, el aprendizaje tiende a reducirse a la memorización de fórmulas y algoritmos. Por el contrario, cuando

los estudiantes comprenden cómo se articulan los diferentes conceptos matemáticos, desarrollan una comprensión más sólida y flexible que les permite afrontar problemas de mayor complejidad.

Desde esta perspectiva, los diagramas de flujo favorecen el aprendizaje significativo al proporcionar representaciones visuales que ayudan a organizar la información y a establecer relaciones entre distintos elementos del conocimiento matemático. La visualización de secuencias de decisión, procedimientos y conexiones conceptuales facilita que los estudiantes comprendan no solo qué deben hacer, sino también por qué deben hacerlo. Esta comprensión fortalece la construcción de significados y promueve una participación más activa durante el proceso de aprendizaje.

Otro aspecto importante es que tanto el constructivismo como el aprendizaje significativo coinciden en destacar la necesidad de promover experiencias educativas centradas en el estudiante. Las actividades de aprendizaje deben favorecer la exploración, la reflexión, el análisis y la resolución de problemas, permitiendo que los estudiantes construyan conocimientos a partir de su propia actividad intelectual. Los diagramas de flujo contribuyen a este propósito al estimular procesos de organización, interpretación y toma de decisiones que fortalecen el razonamiento y la autonomía académica.

Asimismo, estas teorías reconocen que el aprendizaje se ve favorecido cuando los estudiantes pueden representar el conocimiento de múltiples maneras. La utilización simultánea de representaciones gráficas, simbólicas y verbales amplía las posibilidades de comprensión y facilita la construcción de modelos mentales más completos. Los diagramas de flujo responden a esta necesidad al ofrecer una representación visual que complementa otros lenguajes utilizados en el aprendizaje de las matemáticas.

En síntesis, el constructivismo y el aprendizaje significativo proporcionan un sólido fundamento teórico para la utilización de diagramas de flujo en contextos educativos. Ambos enfoques coinciden en señalar que el aprendizaje es un proceso activo de construcción de significados y que la comprensión profunda depende de la capacidad para relacionar nuevos conocimientos con experiencias previas. Los diagramas de flujo favorecen este proceso al organizar la información, representar relaciones conceptuales y facilitar la comprensión de procedimientos complejos. Por ello, constituyen herramientas

valiosas para promover aprendizajes más significativos, autónomos y duraderos, especialmente en áreas de elevada complejidad cognitiva como el cálculo integral.

#### **1.2.4. Andamiaje cognitivo y carga cognitiva**

La comprensión de los procesos de aprendizaje ha permitido identificar que el éxito académico no depende únicamente de la calidad de los contenidos impartidos, sino también de la forma en que estos son presentados y organizados para facilitar su procesamiento por parte del estudiante. En este contexto, las teorías del andamiaje cognitivo y de la carga cognitiva ofrecen importantes fundamentos para explicar por qué determinadas estrategias didácticas, como los diagramas de flujo, pueden favorecer significativamente el aprendizaje de contenidos complejos. Ambas perspectivas coinciden en reconocer que el estudiante requiere apoyos adecuados para afrontar tareas que inicialmente superan sus capacidades actuales y que la organización de la información desempeña un papel decisivo en la construcción del conocimiento.

La teoría del andamiaje cognitivo tiene sus raíces en los aportes de Jerome Bruner y en los trabajos derivados de la teoría sociocultural del aprendizaje. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se fortalece cuando el estudiante recibe apoyos temporales que le permiten realizar actividades que todavía no podría desarrollar de manera completamente autónoma. Estos apoyos funcionan de manera similar a los andamios utilizados en la construcción de edificios: proporcionan soporte durante el proceso de desarrollo y son retirados gradualmente a medida que la persona adquiere mayor dominio y autonomía.

El concepto de andamiaje parte de la idea de que el aprendizaje se produce de manera más efectiva cuando el estudiante cuenta con orientación, modelos y herramientas que facilitan la comprensión de tareas complejas. A medida que se desarrolla el conocimiento y se fortalecen las habilidades necesarias, dichos apoyos pueden disminuir progresivamente hasta que el estudiante es capaz de desempeñarse de forma independiente. En consecuencia, el andamiaje no busca sustituir el esfuerzo intelectual del estudiante, sino facilitar su participación activa en la construcción del aprendizaje.

En el ámbito educativo, los recursos visuales constituyen una de las formas más eficaces de andamiaje cognitivo. Al representar información de manera estructurada,

estos recursos permiten que los estudiantes comprendan mejor los procedimientos, identifiquen relaciones entre conceptos y desarrollen estrategias para resolver problemas. Los diagramas de flujo cumplen precisamente esta función al ofrecer una guía visual que orienta el razonamiento y facilita la comprensión de secuencias complejas de acciones y decisiones.

De acuerdo con van Nooijen y otros (2024), los apoyos visuales desempeñan un papel fundamental en la reducción de las dificultades asociadas a tareas de elevada complejidad cognitiva. Los autores señalan que la representación secuencial de los procedimientos ayuda a los estudiantes a concentrar sus esfuerzos en aspectos específicos del problema sin perder de vista la estructura general del proceso. Esta característica favorece una comprensión más organizada y facilita la adquisición progresiva de habilidades.

Faber y otros (2024) sostienen que el andamiaje cognitivo resulta particularmente relevante en contextos donde los estudiantes deben enfrentarse a conocimientos altamente abstractos o procedimientos complejos. En estos casos, la utilización de apoyos visuales permite descomponer tareas difíciles en etapas más accesibles, favoreciendo una transición gradual hacia niveles superiores de comprensión y autonomía. Este planteamiento adquiere especial importancia en el aprendizaje del cálculo integral, donde los estudiantes deben interpretar conceptos abstractos y aplicar procedimientos que involucran múltiples decisiones y transformaciones matemáticas.

La efectividad del andamiaje cognitivo se encuentra estrechamente relacionada con los principios de la teoría de la carga cognitiva, propuesta por Sweller (2020). Esta teoría sostiene que la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo es limitada y que el aprendizaje puede verse afectado cuando la cantidad de información que debe procesarse simultáneamente supera dicha capacidad. Cuando esto ocurre, los estudiantes experimentan dificultades para comprender los contenidos, retener información y resolver problemas de manera eficiente.

La teoría distingue diferentes tipos de carga cognitiva. La carga intrínseca está relacionada con la complejidad propia del contenido que se aprende; la carga extrínseca depende de la forma en que la información es presentada; y la carga relevante corresponde

al esfuerzo mental dedicado a la construcción de esquemas y aprendizajes significativos. Desde una perspectiva educativa, el objetivo consiste en reducir la carga extrínseca innecesaria para que los recursos cognitivos puedan concentrarse en procesos de comprensión y aprendizaje.

En este sentido, los diagramas de flujo constituyen herramientas especialmente valiosas porque permiten disminuir la carga cognitiva extrínseca asociada a la presentación desorganizada o excesivamente compleja de la información. Al estructurar los procedimientos mediante secuencias visuales claras, facilitan la identificación de relaciones entre los diferentes elementos de una tarea y reducen la necesidad de procesar simultáneamente grandes cantidades de información. Como resultado, los estudiantes pueden dedicar más recursos cognitivos a comprender los conceptos y desarrollar estrategias de resolución.

Zuo y otros (2023) señalan que las representaciones visuales organizadas favorecen la construcción de modelos mentales más eficientes y mejoran la comprensión de procesos complejos. De manera similar, Huang y otros (2024) destacan que la utilización de apoyos gráficos permite optimizar el procesamiento de la información y fortalecer la capacidad de los estudiantes para resolver problemas en entornos académicos exigentes. Estas evidencias respaldan la idea de que los recursos visuales contribuyen significativamente a mejorar la calidad del aprendizaje.

En el caso específico de las matemáticas, la teoría de la carga cognitiva adquiere una relevancia especial debido a la elevada complejidad que caracteriza muchos de sus contenidos. Los estudiantes suelen enfrentarse simultáneamente a símbolos, fórmulas, procedimientos y conceptos abstractos, lo que puede generar una importante sobrecarga mental. Los diagramas de flujo ayudan a gestionar esta complejidad al presentar los procedimientos de manera secuencial y organizada, permitiendo que los estudiantes comprendan progresivamente cada etapa del proceso.

Dentro del aprendizaje del cálculo integral, esta función resulta particularmente valiosa. La selección de técnicas de integración, la identificación de patrones algebraicos y la ejecución de transformaciones matemáticas requieren una considerable demanda cognitiva. Los diagramas de flujo facilitan estas tareas al proporcionar una estructura

visual que orienta la toma de decisiones y permite que los estudiantes comprendan con mayor claridad la lógica de los procedimientos utilizados.

La relación entre andamiaje cognitivo y carga cognitiva permite comprender por qué los diagramas de flujo han demostrado ser herramientas eficaces en diversos contextos educativos. Mientras el andamiaje proporciona apoyo temporal para facilitar el aprendizaje, la reducción de la carga cognitiva optimiza el uso de los recursos mentales disponibles. Juntos, estos enfoques explican cómo las representaciones visuales pueden favorecer la comprensión, fortalecer la autonomía y mejorar el rendimiento académico.

En síntesis, las teorías del andamiaje cognitivo y de la carga cognitiva ofrecen una sólida fundamentación para el empleo de diagramas de flujo como estrategia educativa. Los diagramas actúan como apoyos visuales que orientan el aprendizaje, reducen la complejidad percibida de las tareas y facilitan la construcción progresiva del conocimiento. Su capacidad para organizar la información, guiar la toma de decisiones y optimizar el procesamiento cognitivo los convierte en herramientas especialmente útiles para la enseñanza de contenidos complejos, como los abordados en el cálculo integral y otras áreas de las matemáticas avanzadas.

### **1.2.5. Elementos, diseño y construcción de diagramas de flujo**

Los diagramas de flujo constituyen herramientas de representación gráfica diseñadas para mostrar de manera clara, lógica y secuencial las actividades, decisiones y relaciones que forman parte de un proceso. Su efectividad como recurso educativo depende no solo de la información que contienen, sino también de la correcta utilización de sus elementos gráficos y de los principios que orientan su diseño y construcción. Una adecuada elaboración permite que los estudiantes comprendan con facilidad la estructura de un procedimiento, identifiquen las decisiones involucradas y visualicen la secuencia de acciones necesarias para alcanzar un determinado objetivo.

Desde una perspectiva funcional, los diagramas de flujo pueden entenderse como representaciones visuales que transforman procesos complejos en secuencias organizadas de actividades interconectadas. Esta característica resulta especialmente valiosa en contextos educativos, ya que facilita la comprensión de procedimientos que podrían resultar difíciles de interpretar cuando se presentan únicamente mediante explicaciones

textuales o simbólicas. En disciplinas como las matemáticas, donde muchos procesos requieren una secuencia precisa de decisiones y operaciones, los diagramas de flujo contribuyen significativamente a la organización del pensamiento y al desarrollo del razonamiento lógico.

La construcción de un diagrama de flujo requiere el empleo de símbolos estandarizados que permitan representar de manera uniforme los diferentes componentes de un proceso. La utilización de estos símbolos facilita la comunicación y garantiza que cualquier persona familiarizada con el lenguaje de los diagramas pueda interpretar correctamente la información representada. Esta estandarización ha sido promovida por organismos internacionales con el propósito de asegurar la claridad y universalidad de los diagramas en distintos ámbitos de aplicación.

Entre los elementos fundamentales que conforman un diagrama de flujo destacan los símbolos destinados a representar actividades, decisiones, conexiones y direcciones de flujo. Cada uno de estos componentes cumple una función específica dentro de la estructura general del diagrama y contribuye a la comprensión del proceso representado.

El símbolo más utilizado corresponde al rectángulo, que representa una actividad, operación o proceso específico. Dentro de este elemento se describe la acción que debe ejecutarse en una determinada etapa del procedimiento. En contextos educativos, los rectángulos suelen emplearse para representar operaciones matemáticas, pasos de resolución o actividades que forman parte de una secuencia de aprendizaje. Su utilización permite que los estudiantes identifiquen claramente las acciones que deben realizar y comprendan el orden en que estas deben ejecutarse.

Otro elemento fundamental es el rombo, utilizado para representar decisiones o condiciones. Este símbolo señala puntos del proceso donde es necesario evaluar una situación específica y seleccionar una alternativa de acción en función de determinados criterios. Generalmente, de un rombo surgen dos o más caminos posibles que dependen de la respuesta obtenida frente a la condición planteada. En matemáticas, este tipo de elemento resulta particularmente útil para representar decisiones relacionadas con la selección de métodos de resolución o la identificación de características específicas de un problema.

Los conectores constituyen otro componente importante dentro de los diagramas de flujo. Habitualmente representados mediante círculos, permiten establecer vínculos entre diferentes partes del diagrama cuando la complejidad del proceso dificulta mantener una representación continua en un mismo espacio. Los conectores favorecen la organización visual y contribuyen a evitar cruces innecesarios de líneas que podrían dificultar la interpretación del diagrama.

Las líneas de flujo representan las conexiones entre los distintos elementos y señalan la dirección que sigue el proceso. Estas líneas cumplen una función esencial porque permiten visualizar la secuencia lógica de actividades y decisiones. A través de ellas se establece el recorrido que debe seguirse desde el inicio hasta la finalización del procedimiento. Su correcta utilización garantiza que el diagrama mantenga coherencia y facilite la comprensión de las relaciones existentes entre las diferentes etapas.

La construcción formal de diagramas de flujo se encuentra respaldada por criterios de estandarización internacional. La norma ISO 5807:1985, emitida por la Organización Internacional de Normalización, establece lineamientos para la representación gráfica de procesos mediante diagramas de flujo. Esta norma define símbolos, convenciones y criterios de diseño orientados a garantizar uniformidad, claridad y consistencia en la representación de procedimientos. Aunque fue concebida inicialmente para aplicaciones técnicas e informáticas, sus principios han sido ampliamente adoptados en ámbitos educativos debido a su utilidad para organizar y comunicar procesos complejos.

De acuerdo con esta normativa, todo diagrama de flujo debe incluir un punto de inicio claramente identificado, una secuencia lógica de actividades y decisiones, y un punto de finalización que indique la conclusión del proceso. Asimismo, se recomienda que las líneas de flujo mantengan una dirección coherente, preferentemente de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, para facilitar la lectura y comprensión de la información representada.

Además de la utilización correcta de los símbolos, el diseño de un diagrama de flujo eficaz requiere considerar diversos principios pedagógicos y comunicativos. Uno de los más importantes es la claridad visual. Los diagramas deben evitar la inclusión de información innecesaria que pueda distraer la atención o dificultar la comprensión del

proceso. Cada elemento debe cumplir una función específica y contribuir al objetivo general de representar la secuencia de acciones de manera comprensible.

Otro principio fundamental es la simplicidad. Aunque algunos procesos pueden resultar complejos, los diagramas deben procurar representar únicamente los aspectos esenciales para la comprensión de la tarea. La excesiva cantidad de detalles puede incrementar la carga cognitiva y dificultar el aprendizaje. Por ello, es recomendable descomponer procedimientos extensos en etapas claramente definidas y representarlas mediante secuencias visuales organizadas.

La coherencia constituye igualmente un criterio indispensable durante el diseño. Los símbolos deben utilizarse de manera consistente a lo largo del diagrama y las relaciones entre los diferentes elementos deben reflejar con precisión la lógica del proceso representado. La coherencia facilita la interpretación y permite que los estudiantes comprendan las conexiones existentes entre las distintas acciones y decisiones.

En el ámbito educativo, la construcción de diagramas de flujo debe responder además a objetivos pedagógicos específicos. No se trata únicamente de representar procedimientos, sino de favorecer la comprensión, estimular el razonamiento y promover la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento. Por esta razón, los diagramas deben diseñarse considerando las características cognitivas de los estudiantes y el nivel de complejidad de los contenidos abordados.

En el caso particular del cálculo integral, los diagramas de flujo pueden utilizarse para representar procedimientos de integración, seleccionar técnicas apropiadas de resolución y organizar secuencias de decisiones matemáticas. La visualización de estos procesos facilita la comprensión de estrategias complejas y permite que los estudiantes desarrollen una visión más estructurada de los procedimientos involucrados. Asimismo, contribuye a disminuir errores asociados a la selección inadecuada de métodos y favorece una mayor autonomía durante la resolución de problemas.

En síntesis, los elementos, el diseño y la construcción de los diagramas de flujo constituyen aspectos esenciales para garantizar su efectividad como herramientas educativas. La utilización adecuada de símbolos estandarizados, el respeto de principios de claridad y coherencia, y la aplicación de criterios pedagógicos orientados al

aprendizaje permiten que estos recursos funcionen como poderosos organizadores visuales del conocimiento. Gracias a estas características, los diagramas de flujo se han consolidado como instrumentos valiosos para representar procesos complejos y fortalecer la comprensión en diversas áreas del conocimiento, particularmente en contextos relacionados con el aprendizaje de las matemáticas y el cálculo integral.

### **1.2.6. Ventajas y limitaciones en contextos educativos**

La incorporación de diagramas de flujo en los procesos de enseñanza y aprendizaje ha generado un creciente interés debido a los beneficios que ofrecen para la organización del conocimiento y la comprensión de contenidos complejos. Diversas investigaciones desarrolladas en distintos contextos educativos han demostrado que estos recursos visuales pueden contribuir significativamente al fortalecimiento de habilidades cognitivas, al mejoramiento del rendimiento académico y al desarrollo de estrategias de resolución de problemas. Sin embargo, como ocurre con cualquier herramienta pedagógica, su efectividad depende de las condiciones de aplicación, las características de los estudiantes y la forma en que son integrados dentro del proceso educativo. Por esta razón, resulta necesario analizar tanto sus ventajas como sus posibles limitaciones para comprender de manera integral su potencial educativo.

Entre las principales ventajas de los diagramas de flujo destaca su capacidad para transformar información compleja en representaciones visuales organizadas y fácilmente comprensibles. En numerosas ocasiones, los estudiantes enfrentan dificultades para interpretar procedimientos extensos o conceptos abstractos cuando estos son presentados exclusivamente mediante explicaciones verbales o textos escritos. Los diagramas permiten superar parcialmente esta dificultad al mostrar de forma gráfica la secuencia lógica de acciones y decisiones involucradas en un proceso, facilitando la comprensión global de la tarea y reduciendo la complejidad percibida.

Una segunda ventaja se relaciona con la organización del pensamiento. Los diagramas de flujo ayudan a estructurar la información de manera secuencial, permitiendo que los estudiantes identifiquen relaciones entre diferentes etapas de un procedimiento y comprendan cómo cada acción contribuye al logro de un objetivo determinado. Esta característica favorece el desarrollo del razonamiento lógico y fortalece la capacidad para analizar problemas desde una perspectiva sistemática.

En el ámbito de las matemáticas, diversos estudios han demostrado que los diagramas contribuyen a mejorar la comprensión de procedimientos complejos y favorecen la resolución de problemas. Chinofunga y otros (2024) encontraron que los estudiantes que utilizaron diagramas de flujo durante actividades matemáticas redujeron significativamente los errores procedimentales, mostraron una mayor fluidez en la resolución de ejercicios y desarrollaron una mejor capacidad para transferir conocimientos a situaciones nuevas. Estos resultados evidencian que las representaciones visuales pueden desempeñar un papel importante en el fortalecimiento del aprendizaje matemático.

Otra ventaja importante radica en la posibilidad de integrar simultáneamente aspectos conceptuales y procedimentales del aprendizaje. Mientras algunas estrategias didácticas se enfocan exclusivamente en la comprensión de conceptos o en la práctica de procedimientos, los diagramas de flujo permiten representar ambos componentes dentro de una misma estructura visual. Esta integración facilita que los estudiantes comprendan no solo qué deben hacer, sino también por qué deben hacerlo, fortaleciendo así la construcción de aprendizajes más significativos.

Los diagramas también favorecen la autonomía académica. Al proporcionar una guía visual de los procedimientos, permiten que los estudiantes desarrollen gradualmente la capacidad de trabajar de manera independiente, reduciendo la necesidad de supervisión constante por parte del docente. Chinofunga y otros (2022) observaron que los estudiantes mostraban mayores niveles de independencia y confianza cuando utilizaban diagramas de flujo para organizar sus procesos de resolución de problemas. Esta característica resulta especialmente relevante en contextos educativos que buscan promover el aprendizaje autónomo y el desarrollo de competencias para el aprendizaje permanente.

Asimismo, los diagramas de flujo contribuyen a disminuir la carga cognitiva asociada a tareas complejas. Al segmentar la información en etapas claramente definidas y representarlas visualmente, facilitan el procesamiento de la información y permiten que los estudiantes concentren sus recursos cognitivos en la comprensión de los contenidos en lugar de dedicar esfuerzos excesivos a organizar mentalmente los procedimientos. Según van Nooijen y otros (2024), este tipo de apoyos visuales favorece la comprensión al reducir la complejidad percibida de las tareas académicas.

Desde una perspectiva comunicativa, los diagramas constituyen también herramientas eficaces para compartir conocimientos y explicar procedimientos. Su estructura visual facilita la comunicación entre docentes y estudiantes, promoviendo una comprensión común de los procesos representados. Esta característica favorece la retroalimentación, el trabajo colaborativo y la discusión académica, aspectos fundamentales para el aprendizaje activo y participativo.

No obstante, a pesar de sus múltiples beneficios, la utilización de diagramas de flujo también presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas durante su implementación. Una de las principales preocupaciones señaladas por la literatura especializada se relaciona con el riesgo de simplificar excesivamente procesos complejos. Zimmermann y otros (2024) advierten que una representación demasiado simplificada puede llevar a que los estudiantes se concentren únicamente en seguir una secuencia de pasos sin comprender los fundamentos conceptuales que sustentan el procedimiento. En estas circunstancias, el aprendizaje puede convertirse en una actividad mecánica con escasa capacidad de transferencia a nuevas situaciones.

Otra limitación se presenta cuando los estudiantes carecen de experiencia previa en la interpretación de diagramas de flujo. Aunque estos recursos están diseñados para facilitar la comprensión, la utilización de símbolos, conectores y convenciones gráficas puede generar inicialmente dificultades para algunos estudiantes. Según van Nooijen y otros (2024), la incorporación de nuevas formas de representación requiere procesos de familiarización que permitan a los estudiantes comprender adecuadamente el lenguaje visual utilizado en los diagramas.

También es importante reconocer que los diagramas de flujo muestran una mayor efectividad en contextos donde los procedimientos poseen una estructura relativamente definida y secuencial. En situaciones que demandan altos niveles de creatividad, razonamiento heurístico o exploración abierta de alternativas, los diagramas pueden resultar menos adecuados. Li (2022) señala que, aunque estas herramientas son especialmente útiles para representar algoritmos y procedimientos estructurados, presentan limitaciones cuando los problemas requieren estrategias flexibles y procesos de pensamiento menos lineales.

Desde una perspectiva pedagógica, otra dificultad potencial radica en la posibilidad de que algunos docentes utilicen los diagramas únicamente como recursos de presentación visual sin integrarlos adecuadamente dentro de una estrategia de aprendizaje significativa. La simple presencia de diagramas no garantiza mejores resultados educativos; su efectividad depende de la calidad de su diseño, de su adecuación a los objetivos de aprendizaje y de la manera en que son incorporados dentro de las actividades académicas.

Asimismo, la elaboración de diagramas de flujo de calidad requiere tiempo, planificación y conocimientos específicos sobre diseño instruccional. Los docentes deben identificar cuidadosamente los procedimientos que serán representados, seleccionar los elementos esenciales y organizar la información de manera clara y coherente. Cuando estos aspectos no son considerados adecuadamente, los diagramas pueden perder efectividad e incluso generar confusión entre los estudiantes.

A pesar de estas limitaciones, la evidencia científica disponible indica que los beneficios de los diagramas de flujo superan ampliamente las dificultades asociadas a su implementación. Cuando son diseñados adecuadamente y utilizados como parte de estrategias pedagógicas bien estructuradas, constituyen herramientas capaces de fortalecer la comprensión conceptual, mejorar el desempeño procedimental, favorecer la autonomía académica y promover aprendizajes más significativos.

En síntesis, los diagramas de flujo representan una valiosa estrategia educativa que ofrece múltiples ventajas para la enseñanza y el aprendizaje. Su capacidad para organizar información, visualizar procesos, reducir la carga cognitiva y fortalecer la resolución de problemas los convierte en recursos especialmente útiles en contextos educativos complejos. Sin embargo, su utilización debe realizarse de manera crítica y reflexiva, considerando tanto sus potencialidades como sus limitaciones, con el fin de maximizar sus beneficios y contribuir efectivamente al desarrollo integral de los estudiantes.

A lo largo de este capítulo se ha analizado el papel de los diagramas de flujo como una estrategia de innovación educativa con creciente relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La revisión de los referentes teóricos permitió identificar que

múltiples investigaciones desarrolladas en distintos contextos educativos coinciden en reconocer el potencial de estas herramientas para fortalecer la comprensión de contenidos, mejorar la resolución de problemas y favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas superiores. Los resultados reportados por diversos autores evidencian que la representación visual de procedimientos contribuye significativamente a la organización del pensamiento, la reducción de errores y la transferencia del aprendizaje a nuevas situaciones.

Del mismo modo, el análisis de los fundamentos conceptuales permitió comprender que los diagramas de flujo poseen un sólido respaldo pedagógico y psicológico. Su utilización encuentra sustento en enfoques como el constructivismo, el aprendizaje significativo, el andamiaje cognitivo y la teoría de la carga cognitiva, los cuales coinciden en destacar la importancia de organizar la información, facilitar la construcción de significados y proporcionar apoyos que favorezcan el aprendizaje progresivo. Desde esta perspectiva, los diagramas de flujo no constituyen únicamente recursos gráficos, sino instrumentos cognitivos que facilitan la comprensión, la planificación y la toma de decisiones durante los procesos de aprendizaje.

Asimismo, se evidenció que la efectividad de los diagramas depende de una adecuada construcción y aplicación pedagógica. La utilización de símbolos estandarizados, la organización lógica de los procedimientos y la claridad visual son aspectos fundamentales para garantizar que estos recursos cumplan su función educativa. Cuando son diseñados de manera adecuada, permiten representar procesos complejos de forma accesible, favoreciendo tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental.

No obstante, también se reconoció que su implementación requiere un uso reflexivo y contextualizado. Los diagramas de flujo no deben entenderse como soluciones universales aplicables a cualquier situación educativa, sino como herramientas cuya efectividad depende de la naturaleza de los contenidos, las características de los estudiantes y los objetivos pedagógicos perseguidos. Su valor radica precisamente en su capacidad para complementar otras estrategias de enseñanza y contribuir a la construcción de experiencias de aprendizaje más organizadas, significativas y participativas.

En conjunto, los elementos analizados permiten afirmar que los diagramas de flujo representan una alternativa pedagógica sólida para afrontar algunos de los desafíos que enfrenta la educación contemporánea. Su capacidad para transformar procesos complejos en estructuras visuales comprensibles los convierte en recursos especialmente valiosos en disciplinas que demandan elevados niveles de razonamiento y organización cognitiva. Esta condición resulta particularmente relevante en el ámbito de las matemáticas, donde la comprensión de conceptos abstractos y la aplicación de procedimientos secuenciales constituyen componentes esenciales del aprendizaje.

A partir de estas consideraciones, el siguiente capítulo abordará la segunda variable de estudio: el aprendizaje y rendimiento académico en cálculo integral. Se analizarán los fundamentos teóricos que explican la construcción del conocimiento matemático, las dimensiones conceptual y procedimental del aprendizaje, así como los factores que influyen en el desempeño académico de los estudiantes universitarios. Este análisis permitirá comprender con mayor profundidad el contexto en el que los diagramas de flujo pueden convertirse en herramientas efectivas para fortalecer el aprendizaje del cálculo integral.

# CAPÍTULO II

## APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN CÁLCULO INTEGRAL

El aprendizaje de las matemáticas constituye uno de los pilares fundamentales de la formación universitaria en ciencias, ingeniería, economía y numerosas disciplinas que requieren capacidades de razonamiento lógico, análisis y resolución de problemas. Dentro de este campo, el cálculo integral ocupa un lugar particularmente importante debido a su papel en la modelación de fenómenos, el análisis de procesos de cambio y la resolución de situaciones complejas presentes tanto en contextos académicos como profesionales. Sin embargo, a pesar de su relevancia, el cálculo integral continúa siendo una de las asignaturas que presenta mayores niveles de dificultad para los estudiantes de educación superior.

Las dificultades asociadas al aprendizaje del cálculo integral no se limitan únicamente a la complejidad de sus procedimientos matemáticos. En muchos casos, los estudiantes enfrentan obstáculos relacionados con la comprensión de conceptos abstractos, la interpretación de representaciones simbólicas y la integración de conocimientos adquiridos en cursos previos. Como consecuencia, el aprendizaje suele centrarse en la memorización de algoritmos y fórmulas, reduciendo las oportunidades para desarrollar una comprensión profunda de los principios matemáticos involucrados. Esta situación puede afectar tanto la calidad del aprendizaje como el rendimiento académico alcanzado por los estudiantes.

La investigación educativa ha demostrado que el aprendizaje efectivo del cálculo integral requiere el desarrollo simultáneo de competencias conceptuales y procedimentales. Por un lado, los estudiantes deben comprender el significado de conceptos fundamentales, interpretar relaciones matemáticas y construir representaciones mentales coherentes de los fenómenos estudiados. Por otro lado, necesitan adquirir habilidades para seleccionar estrategias adecuadas, ejecutar procedimientos de manera correcta y resolver problemas en contextos diversos. La interacción entre estas

dimensiones resulta esencial para alcanzar niveles satisfactorios de desempeño académico y para favorecer la transferencia del conocimiento a nuevas situaciones.

En este contexto, el rendimiento académico constituye un indicador relevante para evaluar los resultados del proceso educativo. Más allá de representar una calificación o una medida cuantitativa del desempeño, el rendimiento refleja el grado en que los estudiantes logran alcanzar los objetivos de aprendizaje establecidos. Su análisis permite identificar fortalezas, dificultades y oportunidades de mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como valorar la efectividad de las estrategias pedagógicas implementadas.

Las investigaciones desarrolladas en el ámbito de la educación matemática han evidenciado que factores como la comprensión conceptual, el dominio procedimental, la motivación, la autoeficacia académica y las metodologías de enseñanza influyen significativamente en el rendimiento de los estudiantes. Por esta razón, la búsqueda de estrategias que favorezcan aprendizajes más significativos y duraderos constituye una prioridad para docentes e investigadores interesados en mejorar la calidad de la formación universitaria.

El presente capítulo aborda los principales fundamentos teóricos relacionados con el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. En primer lugar, se revisan investigaciones que analizan los procesos de aprendizaje matemático, la construcción del conocimiento conceptual y procedimental, y los factores asociados al desempeño académico en educación superior. Posteriormente, se desarrollan los conceptos fundamentales que permiten comprender la naturaleza del cálculo integral, las características del aprendizaje matemático y los elementos que intervienen en la evaluación del rendimiento académico. Este análisis proporcionará el marco conceptual necesario para comprender cómo las estrategias basadas en diagramas de flujo pueden contribuir al fortalecimiento del aprendizaje y al mejoramiento del rendimiento académico en estudiantes universitarios.

## **2.1. REFERENTES TEÓRICOS**

El aprendizaje y el rendimiento académico en matemáticas han sido objeto de estudio permanente dentro del campo de la investigación educativa debido a su

importancia para la formación integral de los estudiantes y su influencia en el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y profesionales. A lo largo de las últimas décadas, numerosos investigadores han buscado comprender los factores que intervienen en la construcción del conocimiento matemático, las dificultades que enfrentan los estudiantes durante su proceso de aprendizaje y las estrategias pedagógicas que pueden contribuir a mejorar los resultados académicos en distintos niveles educativos.

Particularmente en la educación superior, el cálculo integral representa una de las áreas que concentra mayores desafíos tanto para estudiantes como para docentes. Su naturaleza abstracta, la complejidad de sus procedimientos y la necesidad de integrar conocimientos previos convierten a esta disciplina en un escenario propicio para el estudio de los procesos de aprendizaje matemático. Diversas investigaciones han evidenciado que el éxito en el aprendizaje del cálculo integral no depende exclusivamente de la capacidad para ejecutar procedimientos, sino también de la comprensión conceptual, la interpretación de representaciones matemáticas y la habilidad para resolver problemas de manera flexible y fundamentada.

Los estudios desarrollados en diferentes contextos educativos han permitido identificar factores que influyen significativamente en el aprendizaje y el rendimiento académico. Entre ellos destacan la comprensión conceptual, el dominio procedimental, la motivación, la autoeficacia académica, las estrategias de enseñanza, el uso de recursos didácticos y las condiciones del entorno educativo. La interacción de estos elementos determina en gran medida la calidad de los aprendizajes alcanzados y la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones nuevas y complejas.

Asimismo, la investigación contemporánea ha puesto de manifiesto la necesidad de superar enfoques centrados exclusivamente en la memorización de fórmulas y algoritmos. La evidencia científica sugiere que los aprendizajes más sólidos y duraderos se producen cuando los estudiantes logran comprender los significados subyacentes a los procedimientos matemáticos y desarrollan habilidades para analizar, interpretar y resolver problemas de manera autónoma. Esta perspectiva ha impulsado el desarrollo de nuevas propuestas pedagógicas orientadas a fortalecer la comprensión profunda y el pensamiento matemático.

En este contexto, la revisión de los referentes teóricos resulta fundamental para comprender la evolución del conocimiento científico relacionado con el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. El análisis de investigaciones previas permite identificar tendencias, aportes y hallazgos que contribuyen a explicar las dificultades observadas en los estudiantes y las estrategias que han demostrado ser efectivas para mejorar los resultados educativos. Asimismo, proporciona una base sólida para comprender la relación existente entre las metodologías de enseñanza y el desempeño académico alcanzado.

Las siguientes secciones presentan una revisión de los principales estudios relacionados con el aprendizaje matemático, la comprensión conceptual y procedimental, así como el rendimiento académico en educación superior. Esta revisión permitirá establecer los fundamentos científicos que sustentan la importancia de promover estrategias innovadoras orientadas a fortalecer el aprendizaje del cálculo integral y contribuir al desarrollo de competencias matemáticas más sólidas y significativas.

### **2.1.1. Investigaciones sobre aprendizaje matemático**

El aprendizaje matemático constituye uno de los campos de investigación más desarrollados dentro de las ciencias de la educación debido a su relevancia en la formación académica y profesional de los estudiantes. Las matemáticas no solo proporcionan herramientas para la resolución de problemas cuantitativos, sino que también contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico, la capacidad de análisis, el razonamiento abstracto y la toma de decisiones. Sin embargo, a pesar de su importancia, numerosos estudios han evidenciado que una proporción significativa de estudiantes presenta dificultades para comprender conceptos matemáticos, aplicar procedimientos de manera adecuada y transferir conocimientos a situaciones nuevas.

Las investigaciones contemporáneas han demostrado que el aprendizaje matemático es un proceso complejo que involucra múltiples dimensiones cognitivas, afectivas y contextuales. Lejos de limitarse a la memorización de fórmulas o algoritmos, aprender matemáticas implica construir significados, establecer relaciones entre conceptos, desarrollar estrategias de resolución de problemas y utilizar diferentes formas de representación para interpretar fenómenos y situaciones reales. Esta visión ha

transformado significativamente la manera de entender la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los distintos niveles educativos.

Uno de los estudios más relevantes en este ámbito fue desarrollado por Ballon y otros (2024), quienes analizaron las habilidades procedimentales y de resolución de problemas en estudiantes universitarios de primer ciclo. Los resultados mostraron que los participantes obtenían mejores desempeños en tareas relacionadas con la aplicación mecánica de procedimientos que en aquellas orientadas a la resolución de problemas complejos. Los investigadores concluyeron que muchos estudiantes logran ejecutar algoritmos previamente aprendidos, pero presentan dificultades cuando deben interpretar situaciones nuevas, seleccionar estrategias adecuadas o justificar matemáticamente sus respuestas. Este hallazgo evidencia la necesidad de fortalecer enfoques educativos que integren comprensión conceptual y razonamiento matemático.

La investigación de Ballon y otros (2024) coincide con una tendencia ampliamente documentada en la literatura especializada: la existencia de una brecha entre el conocimiento procedimental y la comprensión conceptual. Diversos autores han señalado que el aprendizaje basado exclusivamente en la repetición de ejercicios suele generar conocimientos frágiles que presentan dificultades para ser transferidos a contextos diferentes. Por esta razón, las investigaciones actuales enfatizan la importancia de promover experiencias educativas que permitan a los estudiantes comprender el significado de los conceptos y no únicamente memorizar procedimientos.

En el contexto específico del cálculo integral, Traveró y Roble (2022) desarrollaron una investigación orientada a identificar los factores asociados a la comprensión conceptual de estudiantes universitarios. Los resultados revelaron que la autoeficacia matemática constituía un predictor significativo de la comprensión conceptual, mientras que variables como el rendimiento previo mostraban una influencia menor de la esperada. Los autores concluyeron que los estudiantes que confían en sus capacidades para aprender matemáticas tienden a desarrollar niveles más elevados de comprensión y muestran una mayor disposición para enfrentar tareas complejas.

Este hallazgo resulta especialmente importante porque pone de manifiesto que el aprendizaje matemático no depende exclusivamente de factores cognitivos. Variables

relacionadas con la motivación, la percepción de competencia y las experiencias previas también influyen significativamente en la manera en que los estudiantes enfrentan los desafíos académicos. En consecuencia, las estrategias educativas deben considerar tanto los aspectos intelectuales como los emocionales involucrados en el proceso de aprendizaje.

Las investigaciones recientes también han destacado la importancia de los recursos visuales para fortalecer la comprensión matemática. Chinofunga y otros (2024) demostraron que la utilización de diagramas de flujo procedimentales favorece la comprensión de procesos matemáticos, mejora la fluidez en la resolución de problemas y reduce significativamente los errores asociados a la aplicación de procedimientos. Según los autores, las representaciones visuales ayudan a los estudiantes a organizar la información y a comprender las relaciones existentes entre los distintos elementos de una tarea matemática.

De manera complementaria, Chinofunga y otros (2022) identificaron que los diagramas de flujo favorecen el aprendizaje matemático al facilitar la toma de decisiones durante la resolución de problemas y promover una comprensión más clara de los procedimientos utilizados. Los docentes participantes en su estudio señalaron que los estudiantes mostraban mayores niveles de autonomía y desarrollaban una mejor comprensión de los algoritmos cuando estos eran representados mediante secuencias visuales organizadas.

Los aportes de Cuásquer y Moreno (2021) también refuerzan esta perspectiva. En su investigación sobre el uso de diagramas de flujo para la enseñanza de contenidos geométricos, los autores encontraron mejoras significativas en la comprensión matemática, el razonamiento lógico y la resolución de problemas. Los resultados evidenciaron que las representaciones gráficas permiten que los estudiantes identifiquen relaciones entre conceptos y comprendan con mayor claridad los procedimientos requeridos para resolver diferentes situaciones matemáticas.

Por otra parte, las investigaciones desarrolladas desde el enfoque constructivista han señalado que el aprendizaje matemático se fortalece cuando los estudiantes participan activamente en la construcción del conocimiento. Çibukçiu (2025) sostiene que la

comprensión conceptual surge cuando los estudiantes establecen conexiones significativas entre nuevas ideas y conocimientos previamente adquiridos. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se entiende como un proceso dinámico de reorganización cognitiva en el que los estudiantes construyen progresivamente estructuras mentales cada vez más complejas.

Los estudios relacionados con el aprendizaje significativo también han aportado evidencias importantes. Bermejo y otros (2021) destacan que los estudiantes alcanzan mejores niveles de comprensión cuando los contenidos se presentan de manera organizada y cuando existen mecanismos que facilitan la conexión entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes. Esta situación resulta particularmente relevante en matemáticas, donde gran parte de los conceptos se construyen sobre conocimientos desarrollados en etapas anteriores de formación.

Asimismo, la investigación educativa contemporánea ha puesto de manifiesto la importancia de promover habilidades de resolución de problemas como componente central del aprendizaje matemático. Los estudiantes que desarrollan estrategias de análisis, planificación y evaluación de soluciones muestran una mayor capacidad para transferir conocimientos a contextos diferentes y para enfrentar situaciones nuevas de manera efectiva. Esta capacidad constituye uno de los principales indicadores de un aprendizaje matemático profundo y significativo.

### **Caso real: Estimación del consumo eléctrico en una planta industrial**

En una planta industrial dedicada a la producción de alimentos, los ingenieros deben calcular la energía consumida por una línea de producción cuya potencia varía continuamente durante la jornada laboral. Para determinar el consumo total de energía no basta con conocer valores aislados de potencia, sino que es necesario calcular el área bajo la curva que representa la potencia en función del tiempo. Este procedimiento se realiza mediante la integral definida, permitiendo obtener una estimación precisa del consumo energético acumulado.

Este tipo de situaciones evidencia que el cálculo integral no constituye únicamente un conjunto de procedimientos matemáticos abstractos, sino una herramienta fundamental para resolver problemas reales en ingeniería, economía y ciencias aplicadas.

La comprensión de este significado práctico favorece que los estudiantes relacionen los contenidos académicos con escenarios profesionales concretos.

En conjunto, las investigaciones revisadas permiten concluir que el aprendizaje matemático es un proceso multidimensional que involucra la interacción de factores cognitivos, motivacionales, pedagógicos y contextuales. La evidencia científica demuestra que los mejores resultados se alcanzan cuando los estudiantes comprenden los conceptos, dominan los procedimientos y desarrollan habilidades para resolver problemas de manera autónoma y reflexiva. Asimismo, los estudios analizados respaldan la utilización de recursos visuales y estrategias innovadoras que favorezcan la organización del conocimiento y la construcción significativa de aprendizajes. Estas conclusiones proporcionan una base sólida para comprender la importancia de promover metodologías que fortalezcan tanto la comprensión conceptual como el rendimiento académico en el aprendizaje del cálculo integral.

### **2.1.2. Aprendizaje conceptual y procedimental**

El aprendizaje matemático comprende diversas dimensiones que interactúan entre sí durante la construcción del conocimiento. Entre ellas, el aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental ocupan un lugar central debido a que representan dos formas complementarias de comprender y utilizar los conocimientos matemáticos. Durante muchos años, estas dimensiones fueron estudiadas de manera independiente; sin embargo, las investigaciones contemporáneas han demostrado que ambas se encuentran estrechamente relacionadas y que el desarrollo equilibrado de las dos resulta indispensable para alcanzar aprendizajes profundos y duraderos.

El aprendizaje conceptual se refiere a la comprensión de los principios, significados, relaciones y estructuras que sustentan una determinada disciplina. En matemáticas, implica que los estudiantes comprendan qué representan los conceptos, cómo se relacionan entre sí y por qué funcionan los procedimientos utilizados para resolver problemas. Esta forma de aprendizaje permite construir significados, interpretar situaciones matemáticas y desarrollar explicaciones fundamentadas sobre los fenómenos estudiados.

Según Çibukçiu (2025), la comprensión conceptual se caracteriza por la capacidad de establecer conexiones significativas entre diferentes ideas matemáticas, integrando conocimientos nuevos dentro de estructuras cognitivas previamente construidas. Desde esta perspectiva, aprender conceptualmente implica mucho más que recordar definiciones; supone comprender las relaciones existentes entre conceptos y utilizarlas para interpretar y resolver situaciones diversas.

En el caso del cálculo integral, el aprendizaje conceptual involucra la comprensión de nociones fundamentales como acumulación, antiderivada, integral definida, integral indefinida, área bajo la curva y relación entre derivación e integración. Cuando los estudiantes desarrollan una comprensión conceptual sólida, son capaces de interpretar el significado matemático de estos conceptos y comprender cómo se articulan dentro de una estructura teórica más amplia. Esta comprensión favorece la transferencia del conocimiento y facilita la resolución de problemas en contextos diferentes a aquellos utilizados durante la enseñanza.

Las investigaciones han demostrado que la comprensión conceptual constituye uno de los principales predictores del éxito académico en matemáticas. Traverero y Roble (2022) encontraron que los estudiantes con mayores niveles de comprensión conceptual obtenían mejores resultados en cursos de cálculo integral y mostraban una mayor capacidad para enfrentar problemas complejos. Los autores concluyeron que la comprensión de los conceptos fundamentales permite a los estudiantes desarrollar estrategias de resolución más flexibles y adaptarse con mayor facilidad a situaciones nuevas.

No obstante, el aprendizaje matemático no depende únicamente de la comprensión conceptual. También requiere el desarrollo de habilidades procedimentales que permitan aplicar conocimientos de manera efectiva. El aprendizaje procedimental se refiere al dominio de métodos, algoritmos, técnicas y secuencias de acciones necesarias para resolver tareas específicas. Esta dimensión está relacionada con el conocimiento operativo y con la capacidad para ejecutar procedimientos de forma correcta, eficiente y sistemática.

Desde una perspectiva educativa, el aprendizaje procedimental implica saber cómo realizar una determinada tarea. En matemáticas, esto incluye la aplicación de fórmulas, la ejecución de algoritmos, la manipulación de expresiones simbólicas y la utilización de técnicas de resolución. El dominio procedimental permite que los estudiantes resuelvan problemas con precisión y desarrollen fluidez en la ejecución de operaciones matemáticas.

Ballon y otros (2024) señalan que las habilidades procedimentales continúan siendo un componente esencial del aprendizaje matemático, ya que permiten transformar el conocimiento conceptual en acciones concretas orientadas a la resolución de problemas. Sin embargo, los autores advierten que el aprendizaje exclusivamente procedimental puede generar limitaciones cuando los estudiantes deben enfrentar situaciones que requieren razonamiento, interpretación o adaptación de estrategias previamente aprendidas.

En el contexto del cálculo integral, el aprendizaje procedimental comprende el dominio de técnicas como integración inmediata, integración por sustitución, integración por partes, integración de funciones trigonométricas e integración de funciones racionales, entre otras. Los estudiantes deben aprender a identificar las características de cada problema y seleccionar los procedimientos más adecuados para alcanzar una solución eficiente. Esta capacidad requiere práctica sistemática y comprensión de las condiciones bajo las cuales cada técnica puede ser aplicada.

Las investigaciones recientes han evidenciado que el aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental no deben considerarse procesos independientes ni excluyentes. Por el contrario, ambos se complementan y fortalecen mutuamente. Cuando los estudiantes comprenden los conceptos que sustentan los procedimientos, desarrollan una mayor capacidad para aplicarlos correctamente y adaptarlos a nuevas situaciones. Del mismo modo, la práctica procedimental contribuye a consolidar y profundizar la comprensión conceptual mediante la experiencia directa con los contenidos matemáticos.

Esta relación ha sido destacada por Chinofunga y otros (2024), quienes encontraron que los diagramas de flujo favorecen simultáneamente el desarrollo conceptual y procedimental. Los autores observaron que los estudiantes que utilizaban

representaciones visuales no solo ejecutaban mejor los procedimientos matemáticos, sino que también comprendían con mayor claridad las razones que justificaban cada decisión dentro del proceso de resolución. Estos hallazgos sugieren que las estrategias educativas más efectivas son aquellas que promueven el desarrollo integrado de ambas dimensiones del aprendizaje.

La literatura especializada también señala que los problemas surgen cuando la enseñanza privilegia excesivamente una de estas dimensiones en detrimento de la otra. Una formación centrada únicamente en conceptos puede dificultar la aplicación práctica del conocimiento, mientras que una enseñanza basada exclusivamente en procedimientos puede conducir a aprendizajes mecánicos y poco transferibles. Por esta razón, numerosos investigadores recomiendan diseñar experiencias educativas que permitan desarrollar simultáneamente la comprensión conceptual y el dominio procedimental.

Desde una perspectiva pedagógica, esta integración resulta especialmente importante en la educación superior, donde los estudiantes deben enfrentarse a problemas cada vez más complejos y demandantes. La capacidad para comprender conceptos, aplicar procedimientos y justificar decisiones matemáticas constituye una competencia esencial para el desempeño académico y profesional. En consecuencia, las metodologías de enseñanza deben promover actividades que favorezcan la construcción de significados y, al mismo tiempo, fortalezcan la capacidad operativa de los estudiantes.

En síntesis, el aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental representan dimensiones complementarias e indispensables del aprendizaje matemático. Mientras el primero proporciona comprensión y significado, el segundo permite aplicar el conocimiento de manera efectiva para resolver problemas. Las investigaciones revisadas coinciden en señalar que el desarrollo equilibrado de ambas dimensiones constituye una condición fundamental para alcanzar aprendizajes profundos, transferibles y duraderos. Esta integración resulta especialmente relevante en el aprendizaje del cálculo integral, donde la comprensión de conceptos abstractos y el dominio de procedimientos complejos deben desarrollarse de manera articulada para favorecer el éxito académico de los estudiantes.

### **2.1.3. Rendimiento académico en educación superior**

El rendimiento académico constituye uno de los indicadores más utilizados para evaluar los resultados de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. Su importancia radica en que permite valorar el grado de cumplimiento de los objetivos formativos, identificar fortalezas y dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, así como analizar la efectividad de las estrategias pedagógicas implementadas por las instituciones educativas. Debido a su carácter multidimensional, el rendimiento académico ha sido objeto de numerosas investigaciones orientadas a comprender los factores que influyen en el éxito o fracaso de los estudiantes universitarios.

Tradicionalmente, el rendimiento académico ha sido asociado con las calificaciones obtenidas en exámenes, trabajos y actividades evaluativas. Sin embargo, las perspectivas contemporáneas reconocen que este concepto trasciende los resultados numéricos y comprende un conjunto más amplio de logros relacionados con la adquisición de conocimientos, el desarrollo de competencias, la capacidad de resolver problemas y la aplicación efectiva de los aprendizajes en diferentes contextos. Desde esta visión, el rendimiento académico representa una manifestación observable del proceso de aprendizaje y refleja el nivel de dominio alcanzado por los estudiantes respecto a los contenidos y competencias previstas en su formación.

En el ámbito universitario, el rendimiento académico adquiere una relevancia especial debido a las exigencias intelectuales propias de este nivel educativo. Los estudiantes deben enfrentarse a contenidos cada vez más complejos, desarrollar autonomía en su aprendizaje y aplicar conocimientos en situaciones que requieren análisis, interpretación y razonamiento. Como consecuencia, el rendimiento no depende únicamente de la capacidad intelectual, sino también de una amplia variedad de factores personales, académicos y contextuales que interactúan de manera permanente.

Diversas investigaciones han demostrado que el rendimiento académico está estrechamente relacionado con la calidad del aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Traveró y Roble (2022), al estudiar la comprensión conceptual en cursos universitarios de cálculo integral, encontraron que los estudiantes con mayores niveles de comprensión obtenían mejores resultados académicos y mostraban una mayor capacidad para enfrentar

tareas matemáticas complejas. Los autores concluyeron que el rendimiento académico no puede entenderse únicamente como el resultado de la práctica procedimental, sino que depende en gran medida de la comprensión profunda de los contenidos.

De manera similar, Ballon y otros (2024) observaron que los estudiantes que presentaban dificultades en la resolución de problemas obtenían niveles inferiores de rendimiento académico, aun cuando demostraban cierto dominio de procedimientos matemáticos específicos. Este hallazgo sugiere que el rendimiento académico está vinculado tanto al conocimiento operativo como a la capacidad para interpretar situaciones, seleccionar estrategias adecuadas y aplicar conocimientos de manera flexible. En consecuencia, las evaluaciones que únicamente consideran la ejecución de procedimientos pueden ofrecer una visión incompleta del verdadero desempeño estudiantil.

Las investigaciones recientes también han puesto de manifiesto la influencia de factores afectivos y motivacionales sobre el rendimiento académico. La autoeficacia, entendida como la percepción que posee una persona acerca de su capacidad para realizar con éxito determinadas tareas, ha sido identificada como una variable especialmente relevante. Traveró y Roble (2022) encontraron que los estudiantes con mayores niveles de confianza en sus capacidades matemáticas tendían a alcanzar mejores resultados académicos y mostraban una mayor disposición para enfrentar problemas de elevada complejidad. Este resultado confirma que las creencias personales influyen significativamente en el desempeño académico y en la persistencia frente a las dificultades.

Asimismo, la literatura especializada reconoce la influencia de factores relacionados con las estrategias de enseñanza. Las metodologías utilizadas por los docentes pueden facilitar o dificultar la comprensión de los contenidos y, por tanto, afectar directamente el rendimiento académico. Los enfoques centrados exclusivamente en la memorización y repetición de procedimientos suelen generar aprendizajes superficiales que limitan la capacidad de transferencia y aplicación del conocimiento. Por el contrario, las estrategias que promueven la comprensión conceptual, la participación activa y la resolución de problemas tienden a producir mejores resultados académicos y aprendizajes más duraderos.

En este contexto, los recursos visuales han comenzado a ocupar un lugar importante dentro de las investigaciones sobre rendimiento académico. Chinofunga y otros (2024) demostraron que la utilización de diagramas de flujo procedimentales contribuye a mejorar el desempeño de los estudiantes en tareas matemáticas complejas. Los autores encontraron que quienes empleaban estas herramientas reducían errores, desarrollaban mayor fluidez en la resolución de problemas y obtenían mejores resultados en las evaluaciones académicas. Estos hallazgos sugieren que la organización visual de los procedimientos puede constituir un factor relevante para fortalecer el rendimiento académico en disciplinas caracterizadas por elevados niveles de complejidad cognitiva.

Otro aspecto ampliamente estudiado se relaciona con la influencia del aprendizaje conceptual y procedimental sobre el rendimiento académico. Las investigaciones coinciden en señalar que los estudiantes que desarrollan simultáneamente comprensión conceptual y dominio procedimental presentan mayores probabilidades de alcanzar niveles elevados de desempeño. La comprensión conceptual proporciona las bases para interpretar y analizar problemas, mientras que las habilidades procedimentales permiten ejecutar las acciones necesarias para resolverlos. La interacción equilibrada de ambas dimensiones favorece la construcción de aprendizajes sólidos y mejora la calidad de los resultados académicos obtenidos.

En el caso específico del cálculo integral, el rendimiento académico suele verse afectado por la complejidad inherente de los contenidos. Los estudiantes deben integrar conocimientos previos de álgebra, funciones, límites y derivadas, además de desarrollar nuevas competencias relacionadas con las técnicas de integración y la interpretación de conceptos avanzados. Esta situación convierte al cálculo integral en una de las asignaturas con mayores índices de dificultad dentro de numerosos programas universitarios, motivo por el cual ha sido objeto de múltiples investigaciones orientadas a identificar estrategias capaces de mejorar el aprendizaje y el desempeño estudiantil.

Las evidencias científicas disponibles indican que el rendimiento académico no debe entenderse como una consecuencia exclusiva de las capacidades individuales de los estudiantes. Por el contrario, constituye el resultado de una compleja interacción entre factores cognitivos, emocionales, pedagógicos y contextuales. Esta perspectiva permite comprender que las mejoras en el rendimiento pueden lograrse mediante intervenciones

educativas orientadas a fortalecer la comprensión conceptual, promover el razonamiento matemático, incrementar la motivación y proporcionar herramientas que faciliten el aprendizaje.

En síntesis, el rendimiento académico representa un indicador fundamental para valorar la calidad de los procesos educativos en la educación superior. Las investigaciones revisadas muestran que este fenómeno se encuentra estrechamente relacionado con la comprensión conceptual, el dominio procedimental, la autoeficacia académica y las estrategias de enseñanza utilizadas. Asimismo, evidencian que la incorporación de metodologías innovadoras y recursos que favorezcan la organización del conocimiento puede contribuir significativamente a mejorar el desempeño de los estudiantes. Estas conclusiones resultan especialmente relevantes para el aprendizaje del cálculo integral, donde el fortalecimiento del rendimiento académico constituye uno de los principales desafíos de la educación matemática universitaria.

## **2.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES**

Comprender el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral exige analizar los conceptos fundamentales que explican cómo los estudiantes construyen conocimientos matemáticos, desarrollan habilidades para resolver problemas y alcanzan determinados niveles de desempeño académico. Si bien las investigaciones científicas permiten identificar tendencias, factores asociados y evidencias empíricas, resulta igualmente necesario profundizar en los fundamentos conceptuales que sustentan estos procesos, ya que son ellos los que permiten interpretar de manera adecuada los fenómenos observados en los contextos educativos.

El cálculo integral constituye una de las áreas más representativas de las matemáticas avanzadas debido a la complejidad conceptual y procedimental que involucra. Su aprendizaje requiere que los estudiantes integren conocimientos adquiridos previamente, comprendan conceptos abstractos, interpreten representaciones simbólicas y desarrollen estrategias para resolver problemas de diversa naturaleza. Esta complejidad convierte al cálculo integral en un escenario particularmente adecuado para analizar los procesos de construcción del conocimiento matemático y las variables que influyen en el rendimiento académico.

Desde una perspectiva educativa, el aprendizaje del cálculo integral no puede reducirse a la simple memorización de fórmulas o a la aplicación mecánica de algoritmos. Por el contrario, implica la comprensión de conceptos fundamentales, el desarrollo de habilidades procedimentales, la capacidad para establecer relaciones entre diferentes ideas matemáticas y la utilización de estrategias que permitan interpretar y resolver situaciones problemáticas. En consecuencia, la calidad del aprendizaje depende de la interacción entre múltiples dimensiones cognitivas que actúan de manera complementaria durante el proceso formativo.

La literatura especializada reconoce que el aprendizaje matemático se construye mediante la integración de componentes conceptuales y procedimentales. Los conceptos proporcionan significado y comprensión, mientras que los procedimientos permiten aplicar los conocimientos en situaciones concretas. Cuando estas dimensiones se desarrollan de manera articulada, los estudiantes adquieren mayores niveles de autonomía, fortalecen sus capacidades de razonamiento y mejoran su desempeño académico. Por esta razón, el estudio de ambas dimensiones resulta fundamental para comprender los procesos de aprendizaje en la educación superior.

Asimismo, el rendimiento académico constituye un concepto complejo que trasciende la simple obtención de calificaciones. Representa una manifestación observable del aprendizaje alcanzado por los estudiantes y refleja el grado en que han logrado desarrollar las competencias previstas dentro de su formación. Su análisis permite valorar los resultados del proceso educativo y comprender cómo diferentes factores personales, pedagógicos y contextuales influyen en el desempeño académico.

Otro aspecto relevante se relaciona con el desarrollo de competencias matemáticas. En la actualidad, la educación superior demanda que los estudiantes sean capaces no solo de resolver ejercicios, sino también de interpretar información, analizar situaciones complejas, tomar decisiones fundamentadas y aplicar conocimientos en contextos diversos. Estas capacidades requieren una comprensión profunda de los conceptos matemáticos y un dominio adecuado de los procedimientos necesarios para enfrentar desafíos académicos y profesionales.

En este contexto, los fundamentos conceptuales adquieren una importancia central porque proporcionan las bases teóricas necesarias para comprender la naturaleza del cálculo integral, las características del aprendizaje matemático y los elementos que intervienen en la evaluación del rendimiento académico. El análisis de estos conceptos permitirá interpretar con mayor claridad los resultados obtenidos en la investigación y comprender cómo determinadas estrategias educativas pueden contribuir al fortalecimiento del aprendizaje y del desempeño estudiantil.

Las secciones que siguen desarrollan los principales conceptos relacionados con la naturaleza del cálculo integral, el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental, la resolución de problemas matemáticos, la evaluación del rendimiento académico y las competencias matemáticas universitarias. En conjunto, estos elementos conforman el marco conceptual que sustenta la comprensión de los procesos educativos analizados en la presente obra y proporcionan una base sólida para interpretar el papel de los diagramas de flujo como herramienta de innovación en el aprendizaje del cálculo integral.

### **2.2.1. Naturaleza del cálculo integral**

El cálculo integral constituye una de las ramas fundamentales del análisis matemático y representa una de las herramientas más importantes para la comprensión y modelación de fenómenos presentes en las ciencias, la ingeniería, la economía y numerosas disciplinas aplicadas. Su desarrollo histórico estuvo estrechamente vinculado a la necesidad de resolver problemas relacionados con áreas, volúmenes, acumulación de cantidades y variaciones continuas, convirtiéndose con el tiempo en un componente esencial de la formación matemática universitaria. Debido a su amplitud conceptual y a la complejidad de los procedimientos que involucra, el cálculo integral ocupa un lugar central dentro de los programas académicos orientados al desarrollo de competencias científicas y tecnológicas.

Desde una perspectiva matemática, el cálculo integral puede entenderse como el conjunto de conceptos, principios y procedimientos destinados al estudio de procesos de acumulación y al cálculo de magnitudes asociadas a fenómenos continuos. Su principal objeto de estudio es la integral, entendida como una operación matemática que permite determinar áreas bajo curvas, acumulaciones de cantidades variables y soluciones a diversos problemas relacionados con el cambio y la variación. Esta característica

convierte al cálculo integral en una herramienta de gran utilidad para la descripción e interpretación de situaciones reales donde intervienen procesos dinámicos.

La naturaleza del cálculo integral se encuentra estrechamente relacionada con la noción de función y con los conceptos desarrollados previamente en el estudio del cálculo diferencial. De hecho, uno de los principios fundamentales de esta disciplina es la estrecha conexión existente entre derivación e integración, relación formalizada mediante el Teorema Fundamental del Cálculo. Esta conexión permite comprender la integración no solo como una técnica de cálculo, sino también como un proceso inverso a la derivación, otorgándole una profunda coherencia conceptual dentro de la estructura general del análisis matemático.

Desde el punto de vista educativo, el cálculo integral es considerado una de las áreas de mayor complejidad dentro de la formación matemática universitaria. Diversos estudios han señalado que los estudiantes suelen enfrentar importantes dificultades para comprender los conceptos fundamentales asociados a esta disciplina. Traverero y Roble (2022) identificaron que muchos estudiantes presentan limitaciones para interpretar el significado conceptual de la integral y establecer relaciones entre los diferentes contenidos involucrados en su aprendizaje. Según los autores, estas dificultades afectan la capacidad para resolver problemas complejos y constituyen uno de los principales factores asociados al bajo rendimiento académico en cursos de cálculo.

La complejidad del cálculo integral se debe, en gran medida, a la naturaleza abstracta de los conceptos que lo conforman. A diferencia de otros contenidos matemáticos que pueden asociarse fácilmente con representaciones concretas, las nociones de acumulación, límite, continuidad e integración requieren elevados niveles de razonamiento abstracto. Los estudiantes deben construir representaciones mentales que les permitan interpretar relaciones matemáticas que no siempre resultan evidentes a simple vista. Esta situación convierte al cálculo integral en una disciplina particularmente exigente desde el punto de vista cognitivo.

Otro aspecto que caracteriza la naturaleza del cálculo integral es la coexistencia de componentes conceptuales y procedimentales altamente interdependientes. El aprendizaje efectivo de esta disciplina exige comprender conceptos fundamentales y,

simultáneamente, dominar técnicas específicas de resolución. Ballon y otros (2024) señalan que muchos estudiantes logran ejecutar procedimientos de integración de manera mecánica, pero presentan dificultades cuando deben justificar matemáticamente sus decisiones o seleccionar estrategias adecuadas frente a problemas nuevos. Este hallazgo evidencia la necesidad de promover procesos de enseñanza que integren comprensión conceptual y dominio procedimental.

Dentro de los contenidos que conforman el cálculo integral se encuentran las integrales indefinidas, las integrales definidas y las diferentes técnicas de integración utilizadas para resolver problemas matemáticos. Las integrales indefinidas permiten determinar familias de funciones primitivas, mientras que las integrales definidas posibilitan el cálculo de áreas, volúmenes y otras magnitudes asociadas a fenómenos de acumulación. Para abordar estos contenidos, los estudiantes deben desarrollar habilidades relacionadas con la interpretación de expresiones simbólicas, la identificación de patrones y la aplicación de procedimientos específicos.

La naturaleza del cálculo integral también implica una importante dimensión aplicada. Más allá de su relevancia dentro de la teoría matemática, esta disciplina posee numerosas aplicaciones en campos científicos y profesionales. Problemas relacionados con movimiento, crecimiento poblacional, transferencia de calor, análisis económico, optimización de recursos y modelación de sistemas físicos pueden resolverse mediante herramientas derivadas del cálculo integral. Esta amplitud de aplicaciones convierte su aprendizaje en un requisito fundamental para la formación de profesionales capaces de interpretar y resolver problemas complejos en contextos reales.

Desde la perspectiva del aprendizaje matemático, diversos investigadores han destacado que la comprensión del cálculo integral requiere el desarrollo de múltiples formas de representación. Los estudiantes deben interpretar expresiones algebraicas, representaciones gráficas, descripciones verbales y modelos matemáticos que describen un mismo fenómeno desde diferentes perspectivas. Esta capacidad de transitar entre distintas representaciones constituye un indicador importante de comprensión profunda y favorece la construcción de significados más sólidos.

Las investigaciones sobre educación matemática también han evidenciado que el cálculo integral representa uno de los cursos con mayores índices de dificultad y reprobación dentro de la educación superior. Traverero y Roble (2022) sostienen que estas dificultades se encuentran asociadas no solo a la complejidad de los contenidos, sino también a la persistencia de metodologías centradas en la memorización de procedimientos. Según los autores, la enseñanza basada exclusivamente en la repetición de algoritmos limita la comprensión conceptual y dificulta la transferencia del aprendizaje a situaciones nuevas.

En respuesta a esta problemática, la literatura especializada ha comenzado a enfatizar la importancia de utilizar estrategias didácticas que favorezcan la visualización, la organización del conocimiento y la comprensión de los procesos matemáticos. Chinofunga y otros (2024) demostraron que la utilización de representaciones visuales, como los diagramas de flujo, puede contribuir significativamente a mejorar la comprensión de procedimientos matemáticos complejos y facilitar la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Estos hallazgos sugieren que la naturaleza del cálculo integral exige metodologías que ayuden a los estudiantes a organizar la información y comprender las relaciones existentes entre conceptos y procedimientos.

En síntesis, el cálculo integral constituye una disciplina matemática caracterizada por su elevada complejidad conceptual, su riqueza procedimental y su amplia aplicabilidad en diversos campos del conocimiento. Su aprendizaje requiere la integración de habilidades cognitivas avanzadas, la comprensión de conceptos abstractos y el dominio de técnicas especializadas de resolución. Las investigaciones revisadas coinciden en señalar que el éxito en esta área depende de la capacidad para articular comprensión conceptual y desempeño procedimental dentro de experiencias de aprendizaje significativas. Esta naturaleza compleja justifica la necesidad de desarrollar estrategias educativas innovadoras que faciliten la comprensión y contribuyan al fortalecimiento del rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

### **2.2.2. Aprendizaje conceptual**

El aprendizaje conceptual constituye una de las dimensiones fundamentales del aprendizaje matemático y representa la capacidad de comprender el significado de los conceptos, las relaciones existentes entre ellos y los principios que sustentan los

procedimientos utilizados para resolver problemas. A diferencia del aprendizaje basado exclusivamente en la memorización de definiciones o fórmulas, el aprendizaje conceptual implica una comprensión profunda que permite interpretar, explicar y aplicar el conocimiento en diferentes contextos. Esta forma de aprendizaje favorece la construcción de significados duraderos y constituye la base sobre la cual se desarrollan competencias matemáticas más complejas.

Desde una perspectiva educativa, el aprendizaje conceptual se refiere al proceso mediante el cual los estudiantes construyen representaciones mentales coherentes sobre un determinado campo de conocimiento. Dichas representaciones no se limitan al reconocimiento de conceptos aislados, sino que incluyen la comprensión de las conexiones existentes entre diferentes ideas, principios y estructuras. Cuando los estudiantes desarrollan aprendizaje conceptual, son capaces de explicar por qué ocurren determinados fenómenos, justificar procedimientos y establecer relaciones entre conocimientos previamente adquiridos y nuevos contenidos.

### **Caso real: Comprender antes de aplicar**

Durante una sesión de cálculo integral, un estudiante logró resolver correctamente una integral utilizando sustitución algebraica. Sin embargo, cuando el docente modificó ligeramente el problema, el estudiante fue incapaz de determinar qué procedimiento debía utilizar. Aunque conocía los pasos operativos, no comprendía el fundamento conceptual que justificaba la técnica empleada.

Esta situación refleja una dificultad frecuente en la enseñanza universitaria de las matemáticas: el dominio mecánico de procedimientos sin una comprensión profunda de los conceptos involucrados. La experiencia demuestra que cuando los estudiantes desarrollan una comprensión conceptual adecuada, son capaces de transferir conocimientos a nuevas situaciones y resolver problemas con mayor autonomía.

La importancia del aprendizaje conceptual ha sido ampliamente reconocida por la investigación educativa contemporánea. Según Çibukçiu (2025), la comprensión conceptual implica la capacidad de integrar nuevos conocimientos dentro de estructuras cognitivas existentes, generando conexiones significativas entre diferentes ideas matemáticas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje conceptual no consiste únicamente

en conocer una definición, sino en comprender las relaciones que dicha definición mantiene con otros conceptos dentro de un sistema de conocimiento más amplio.

En el ámbito de las matemáticas, el aprendizaje conceptual adquiere una relevancia especial debido a la naturaleza abstracta de muchos de sus contenidos. Los estudiantes deben comprender nociones que no siempre poseen una representación física directa, como límite, función, derivada o integral. Para lograrlo, necesitan construir significados a partir de múltiples representaciones y establecer conexiones entre símbolos, gráficos, expresiones algebraicas y situaciones problemáticas. Este proceso exige un trabajo cognitivo complejo que trasciende la simple memorización de reglas o procedimientos.

Diversos estudios han demostrado que la comprensión conceptual constituye uno de los principales factores asociados al éxito académico en matemáticas. Traverro y Roble (2022) encontraron que los estudiantes universitarios con mayores niveles de comprensión conceptual obtenían mejores resultados en cursos de cálculo integral y mostraban una mayor capacidad para resolver problemas complejos. Los autores concluyeron que la comprensión profunda de los conceptos matemáticos permite desarrollar estrategias más flexibles y favorece la adaptación del conocimiento a situaciones nuevas.

Estos resultados coinciden con investigaciones previas que sostienen que la comprensión conceptual facilita la transferencia del aprendizaje. Cuando los estudiantes comprenden los principios que sustentan un procedimiento, pueden aplicar dicho conocimiento en contextos diferentes a aquellos donde fue aprendido originalmente. Por el contrario, cuando el aprendizaje se limita a la memorización mecánica de algoritmos, la capacidad de adaptación suele ser significativamente menor. Esta diferencia explica por qué algunos estudiantes pueden resolver ejercicios rutinarios con éxito, pero presentan dificultades frente a problemas que requieren interpretación o razonamiento.

La teoría del aprendizaje significativo desarrollada por Ausubel proporciona una explicación importante sobre la construcción del aprendizaje conceptual. De acuerdo con este enfoque, los nuevos conocimientos adquieren significado cuando logran relacionarse de manera sustantiva con conocimientos previamente existentes en la estructura cognitiva

del estudiante. Bermejo y otros (2021) señalan que este proceso favorece la comprensión profunda y permite que los aprendizajes sean más estables, duraderos y transferibles. En consecuencia, el aprendizaje conceptual depende en gran medida de la capacidad para establecer conexiones significativas entre diferentes contenidos.

En el caso del cálculo integral, el aprendizaje conceptual implica comprender aspectos fundamentales como la naturaleza de la integración, la relación entre derivación e integración, el significado geométrico de la integral y las aplicaciones de los procesos de acumulación. Los estudiantes deben comprender que las técnicas de integración no constituyen únicamente procedimientos mecánicos, sino herramientas derivadas de principios matemáticos específicos. Esta comprensión les permite interpretar los problemas desde una perspectiva más amplia y seleccionar estrategias adecuadas para resolverlos.

Otro aspecto relevante del aprendizaje conceptual es su estrecha relación con la capacidad de representación matemática. Los estudiantes que desarrollan una comprensión conceptual sólida pueden interpretar un mismo concepto mediante diferentes formas de representación y establecer conexiones entre ellas. Por ejemplo, pueden relacionar una expresión algebraica con su representación gráfica, interpretar una situación verbal en términos matemáticos o explicar el significado de un procedimiento mediante lenguaje formal. Esta flexibilidad cognitiva constituye un indicador importante de comprensión profunda.

Las investigaciones también han señalado que el aprendizaje conceptual favorece el desarrollo del pensamiento crítico y del razonamiento matemático. Al comprender las relaciones existentes entre conceptos, los estudiantes adquieren una mayor capacidad para analizar situaciones, identificar patrones y formular explicaciones fundamentadas. Estas habilidades resultan esenciales para enfrentar problemas complejos y para utilizar el conocimiento matemático en contextos académicos y profesionales.

No obstante, el desarrollo del aprendizaje conceptual enfrenta diversos desafíos en la educación superior. Ballon y otros (2024) identificaron que muchos estudiantes universitarios muestran una tendencia a concentrarse en la aplicación de procedimientos sin dedicar suficiente atención a la comprensión de los conceptos involucrados. Esta

situación suele estar asociada a prácticas educativas centradas en la resolución repetitiva de ejercicios y puede limitar significativamente la calidad del aprendizaje alcanzado.

Ante esta realidad, diversos autores han propuesto la incorporación de estrategias didácticas que favorezcan la visualización, la reflexión y la construcción activa del conocimiento. Chinofunga y otros (2024) demostraron que los diagramas de flujo pueden contribuir al fortalecimiento del aprendizaje conceptual al permitir que los estudiantes visualicen relaciones entre conceptos y comprendan la lógica que sustenta los procedimientos matemáticos. Según los autores, estas representaciones favorecen la organización del conocimiento y facilitan la construcción de significados más profundos.

En síntesis, el aprendizaje conceptual representa una dimensión esencial del aprendizaje matemático y constituye la base para el desarrollo de competencias académicas de mayor complejidad. Su importancia radica en la capacidad de proporcionar significado a los conocimientos, facilitar la transferencia del aprendizaje y fortalecer el razonamiento matemático. Las investigaciones revisadas coinciden en señalar que los estudiantes que desarrollan una comprensión conceptual sólida presentan mejores niveles de desempeño académico y una mayor capacidad para resolver problemas de manera autónoma y reflexiva. Por esta razón, el fortalecimiento del aprendizaje conceptual debe considerarse un objetivo prioritario dentro de las estrategias orientadas a mejorar la enseñanza y el aprendizaje del cálculo integral.

### **2.2.3. Aprendizaje procedimental**

El aprendizaje procedimental constituye una dimensión esencial dentro del aprendizaje matemático y se refiere a la adquisición, dominio y aplicación de métodos, técnicas, algoritmos y secuencias de acciones necesarias para resolver tareas específicas. A diferencia del aprendizaje conceptual, que se centra en la comprensión de significados y relaciones entre ideas, el aprendizaje procedimental está orientado al conocimiento de cómo realizar una actividad de manera correcta, eficiente y sistemática. Ambas dimensiones son complementarias y desempeñan un papel fundamental en la construcción de competencias matemáticas sólidas.

Desde una perspectiva educativa, el aprendizaje procedimental implica el desarrollo de habilidades que permiten ejecutar acciones organizadas para alcanzar un

objetivo determinado. Estas habilidades incluyen la aplicación de reglas, el uso de fórmulas, la manipulación de símbolos matemáticos, la ejecución de algoritmos y la selección de estrategias apropiadas para resolver problemas. Su importancia radica en que proporciona a los estudiantes las herramientas operativas necesarias para transformar conocimientos teóricos en soluciones concretas.

En el ámbito de las matemáticas, el aprendizaje procedimental se manifiesta a través de la capacidad para realizar cálculos, aplicar propiedades matemáticas, ejecutar algoritmos y resolver ejercicios siguiendo secuencias lógicas previamente establecidas. Esta dimensión permite que los estudiantes desarrollen fluidez operativa y precisión en la ejecución de procedimientos, aspectos indispensables para enfrentar problemas de creciente complejidad. Sin embargo, la investigación educativa ha señalado que el aprendizaje procedimental adquiere verdadero valor cuando se desarrolla en estrecha relación con la comprensión conceptual.

Ballon y otros (2024) sostienen que las habilidades procedimentales continúan siendo un componente indispensable del aprendizaje matemático, ya que permiten a los estudiantes aplicar conocimientos de manera efectiva durante la resolución de problemas. No obstante, los autores advierten que el dominio procedimental por sí solo no garantiza una comprensión profunda de los contenidos. En su investigación encontraron que muchos estudiantes universitarios eran capaces de ejecutar procedimientos matemáticos correctamente, pero presentaban dificultades para interpretar situaciones problemáticas o justificar las decisiones adoptadas durante el proceso de resolución.

Este hallazgo pone de manifiesto que el aprendizaje procedimental no debe entenderse como una simple repetición mecánica de pasos. Su verdadero potencial educativo reside en la capacidad de utilizar procedimientos de manera consciente, flexible y adaptativa. Los estudiantes que desarrollan un aprendizaje procedimental sólido no solo saben qué hacer, sino también cuándo hacerlo, cómo hacerlo y por qué determinadas estrategias resultan más apropiadas que otras en función de las características del problema que enfrentan.

Dentro del cálculo integral, el aprendizaje procedimental adquiere una importancia particularmente significativa debido a la gran variedad de técnicas que los

estudiantes deben dominar. La integración inmediata, la integración por sustitución, la integración por partes, las integrales trigonométricas y las integrales racionales son ejemplos de procedimientos que requieren una ejecución precisa y una adecuada selección de estrategias. El estudiante debe ser capaz de identificar las características de cada ejercicio y aplicar la técnica más apropiada para obtener una solución correcta.

Uno de los principales desafíos asociados al aprendizaje procedimental en cálculo integral radica en la toma de decisiones. A diferencia de otros contenidos matemáticos donde el procedimiento a utilizar suele estar claramente definido, en el cálculo integral frecuentemente existen múltiples alternativas de solución. Esto exige que los estudiantes analicen las características del problema, evalúen diferentes posibilidades y seleccionen la estrategia más eficiente. En consecuencia, el aprendizaje procedimental involucra no solo la ejecución de algoritmos, sino también procesos de razonamiento y análisis.

Las investigaciones recientes han destacado que la calidad del aprendizaje procedimental depende en gran medida de la forma en que los procedimientos son enseñados. Los enfoques centrados exclusivamente en la repetición mecánica de ejercicios pueden generar automatización, pero no necesariamente comprensión. Por esta razón, la educación matemática contemporánea propone metodologías que permitan a los estudiantes comprender la lógica de los procedimientos y desarrollar una participación más activa durante el proceso de aprendizaje.

En este contexto, Chinofunga y otros (2022) encontraron que los diagramas de flujo procedimentales favorecen significativamente el desarrollo de habilidades procedimentales al proporcionar una representación visual clara de los pasos involucrados en la resolución de problemas matemáticos. Los autores observaron que los estudiantes mostraban una mayor fluidez operativa, reducían errores y desarrollaban una mejor comprensión de las decisiones que debían adoptar durante la ejecución de los procedimientos. Estos resultados sugieren que las representaciones visuales pueden contribuir a fortalecer el aprendizaje procedimental al facilitar la organización y secuenciación de las acciones requeridas.

De manera similar, Chinofunga y otros (2024) demostraron que los diagramas de flujo permiten mejorar la precisión procedimental y favorecer la transferencia de

estrategias a nuevas situaciones problemáticas. Los investigadores señalaron que la representación gráfica de los procedimientos ayuda a los estudiantes a identificar patrones de resolución y comprender la estructura lógica de los algoritmos matemáticos. Como resultado, los estudiantes desarrollan una mayor capacidad para aplicar procedimientos de manera flexible y adaptativa.

Otro aspecto importante del aprendizaje procedimental es su relación con la automatización. A medida que los estudiantes practican determinados procedimientos, estos pueden ejecutarse con menor esfuerzo cognitivo y mayor rapidez. Este proceso resulta beneficioso porque libera recursos mentales que pueden ser utilizados para actividades de análisis, interpretación y resolución de problemas más complejos. Sin embargo, la automatización debe construirse sobre una base de comprensión adecuada para evitar que los procedimientos se conviertan en acciones mecánicas carentes de significado.

Desde una perspectiva cognitiva, el aprendizaje procedimental también contribuye al desarrollo de la confianza académica. Los estudiantes que dominan procedimientos matemáticos experimentan una mayor sensación de competencia y muestran una actitud más positiva frente a desafíos complejos. Traverro y Roble (2022) señalaron que la percepción de eficacia personal influye significativamente en el desempeño académico, especialmente en cursos de elevada complejidad como el cálculo integral. En este sentido, el dominio procedimental puede actuar como un factor que fortalece la motivación y la disposición hacia el aprendizaje.

La literatura especializada coincide en que el aprendizaje procedimental alcanza su máximo potencial cuando se integra con el aprendizaje conceptual. La comprensión de los principios que sustentan los procedimientos permite que los estudiantes utilicen sus habilidades operativas de manera más flexible y efectiva. Del mismo modo, la práctica procedimental favorece la consolidación de conceptos mediante la aplicación continua de conocimientos en diferentes contextos. Esta relación de complementariedad explica por qué los mejores resultados educativos suelen observarse cuando ambas dimensiones se desarrollan de manera articulada.

En síntesis, el aprendizaje procedimental representa la capacidad para ejecutar procedimientos, aplicar estrategias y resolver problemas mediante la utilización adecuada de métodos y técnicas específicas. Su desarrollo resulta indispensable para el aprendizaje matemático y constituye un componente esencial del rendimiento académico en cálculo integral. Las investigaciones revisadas muestran que los estudiantes que desarrollan habilidades procedimentales sólidas presentan mayores niveles de precisión, autonomía y capacidad de resolución. No obstante, también evidencian que estas habilidades deben complementarse con una comprensión conceptual adecuada para favorecer aprendizajes significativos y transferibles. Por ello, el aprendizaje procedimental debe entenderse como una dimensión fundamental que, integrada con la comprensión conceptual, contribuye al desarrollo de competencias matemáticas más profundas y duraderas.

### **Caso real: Selección incorrecta de una técnica de integración**

Un grupo de estudiantes debía resolver una integral que requería el método de integración por partes. Sin embargo, la mayoría intentó utilizar sustitución simple debido a que no identificó adecuadamente la estructura matemática del problema. Como consecuencia, los procedimientos desarrollados condujeron a resultados incorrectos.

La situación evidencia que el aprendizaje procedimental no consiste únicamente en memorizar fórmulas o algoritmos, sino en desarrollar la capacidad para reconocer patrones, seleccionar estrategias apropiadas y aplicar procedimientos de manera lógica y secuencial. Precisamente, una de las ventajas de los diagramas de flujo es que ayudan a organizar este proceso de toma de decisiones.

#### **2.2.4. Resolución de problemas matemáticos**

La resolución de problemas matemáticos constituye uno de los objetivos fundamentales de la educación matemática contemporánea y representa una de las competencias más valoradas dentro de la formación universitaria. Más allá de la adquisición de conocimientos teóricos o del dominio de procedimientos específicos, la capacidad para resolver problemas permite a los estudiantes aplicar lo aprendido en situaciones diversas, analizar información, tomar decisiones fundamentadas y construir soluciones ante desafíos complejos. Por esta razón, la resolución de problemas es

considerada tanto un medio para el aprendizaje como una evidencia del nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes.

Desde una perspectiva general, un problema matemático puede entenderse como una situación que plantea una meta u objetivo cuya solución no resulta inmediata y requiere la utilización de conocimientos, habilidades y estrategias para ser alcanzada. A diferencia de los ejercicios rutinarios, donde el procedimiento suele ser evidente, los problemas demandan procesos de análisis, interpretación y razonamiento que obligan al estudiante a explorar diferentes alternativas de solución. Esta característica convierte a la resolución de problemas en una actividad cognitiva de elevada complejidad.

La investigación educativa ha demostrado que la resolución de problemas desempeña un papel central en la construcción del conocimiento matemático. A través de ella, los estudiantes desarrollan habilidades relacionadas con la comprensión de conceptos, la aplicación de procedimientos, la formulación de hipótesis y la evaluación de resultados. Además, favorece el desarrollo del pensamiento crítico y promueve una actitud activa frente al aprendizaje, permitiendo que los estudiantes participen de manera más significativa en la construcción de sus conocimientos.

Uno de los principales referentes en este campo fue George Pólya, quien propuso un modelo clásico para la resolución de problemas basado en cuatro etapas fundamentales: comprender el problema, elaborar un plan, ejecutar el plan y revisar la solución obtenida. Este enfoque continúa siendo ampliamente utilizado debido a su capacidad para estructurar el razonamiento matemático y orientar la toma de decisiones durante el proceso de resolución. La propuesta de Pólya destaca que resolver problemas implica mucho más que aplicar fórmulas; requiere comprender la situación planteada y reflexionar sobre las estrategias más adecuadas para abordarla.

Las investigaciones contemporáneas han confirmado la importancia de estas habilidades para el aprendizaje matemático. Ballon y otros (2024), al analizar el desempeño de estudiantes universitarios en tareas matemáticas, encontraron que muchos participantes mostraban un adecuado dominio de procedimientos específicos, pero presentaban dificultades cuando debían resolver problemas que exigían interpretación, razonamiento y selección de estrategias. Los autores concluyeron que la resolución de

problemas constituye una dimensión crítica del aprendizaje matemático y que su desarrollo requiere experiencias educativas orientadas a fortalecer la comprensión y el pensamiento analítico.

Estos resultados coinciden con numerosos estudios que han identificado una diferencia significativa entre resolver ejercicios rutinarios y resolver problemas auténticos. Mientras los ejercicios suelen requerir la aplicación directa de procedimientos conocidos, los problemas exigen que los estudiantes analicen información, identifiquen relaciones, seleccionen métodos apropiados y evalúen la validez de sus respuestas. Esta diferencia explica por qué algunos estudiantes pueden obtener buenos resultados en tareas procedimentales y, al mismo tiempo, experimentar dificultades frente a situaciones problemáticas más complejas.

En el contexto del cálculo integral, la resolución de problemas adquiere una relevancia particular debido a la diversidad de estrategias que pueden emplearse para alcanzar una solución. Los estudiantes deben identificar patrones matemáticos, seleccionar técnicas de integración apropiadas y tomar decisiones en función de las características específicas de cada ejercicio. Esta situación demanda no solo conocimientos conceptuales y procedimentales, sino también habilidades de análisis y razonamiento que permitan enfrentar problemas de manera flexible y eficiente.

Travero y Roble (2022) encontraron que la comprensión conceptual influye significativamente en la capacidad para resolver problemas relacionados con el cálculo integral. Los estudiantes que comprendían mejor los conceptos fundamentales mostraban una mayor facilidad para interpretar situaciones matemáticas y seleccionar estrategias adecuadas de resolución. Este hallazgo refuerza la idea de que la resolución de problemas depende de la interacción entre comprensión conceptual y dominio procedimental.

Otro aspecto importante de la resolución de problemas es su relación con la metacognición. Los estudiantes que reflexionan sobre sus propios procesos de pensamiento suelen desarrollar estrategias más efectivas para enfrentar desafíos matemáticos. La planificación, el monitoreo de las acciones realizadas y la evaluación de los resultados obtenidos permiten identificar errores, corregir procedimientos y mejorar progresivamente la calidad de las soluciones. Estas habilidades metacognitivas son

consideradas elementos esenciales para el aprendizaje autónomo y el desarrollo de competencias matemáticas avanzadas.

La literatura especializada también ha destacado la utilidad de los recursos visuales para fortalecer la resolución de problemas. Chinofunga y otros (2024) demostraron que los diagramas de flujo procedimentales favorecen significativamente la capacidad de los estudiantes para organizar información, comprender secuencias de resolución y reducir errores durante la ejecución de procedimientos matemáticos. Los autores observaron que los estudiantes que utilizaban diagramas mostraban una mayor claridad en la toma de decisiones y una mejor comprensión de la lógica que orientaba cada paso del proceso de resolución.

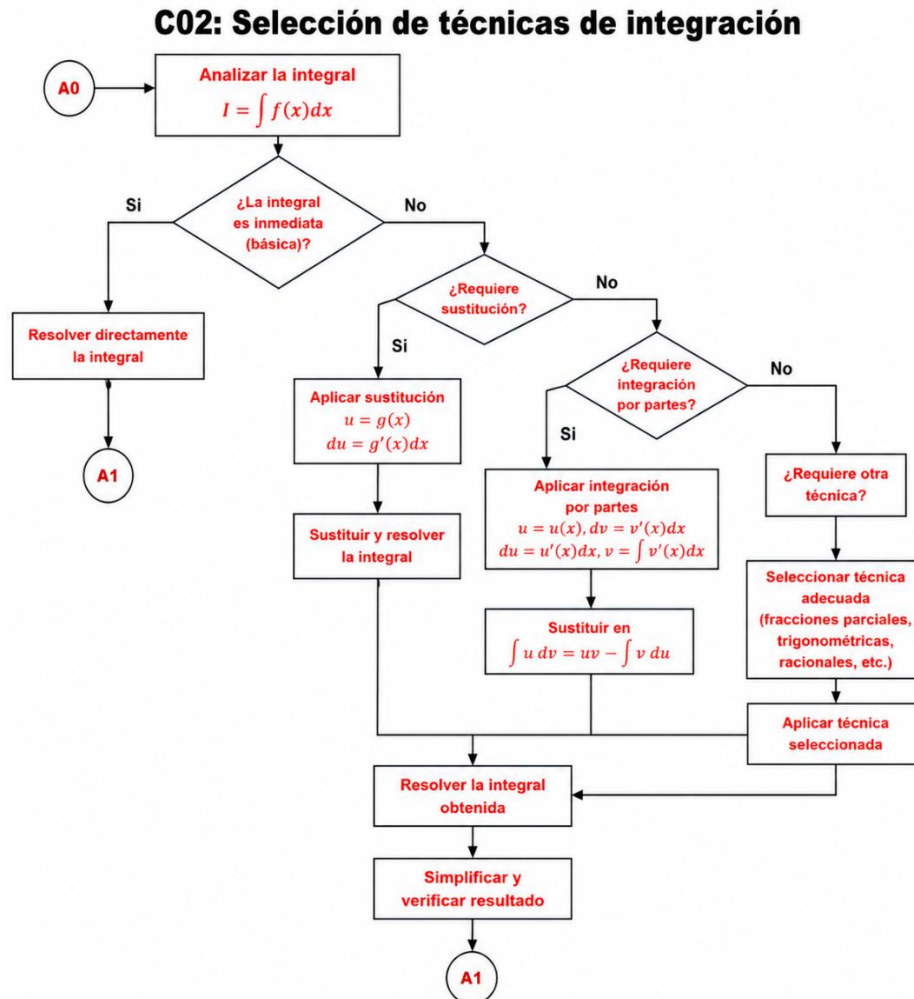
De manera similar, Chinofunga y otros (2022) señalaron que los diagramas de flujo facilitan la identificación de alternativas de solución y permiten representar visualmente las decisiones involucradas en la resolución de problemas. Esta característica resulta especialmente valiosa en matemáticas, donde la elección de una estrategia adecuada puede determinar el éxito o fracaso de una solución. Los diagramas actúan como organizadores visuales que ayudan a estructurar el razonamiento y favorecen una comprensión más clara de los procesos matemáticos.

Asimismo, Cuásquer y Moreno (2021) encontraron que la utilización de diagramas de flujo contribuye al fortalecimiento del razonamiento lógico y de las competencias asociadas a la resolución de problemas matemáticos. Los estudiantes que participaron en su investigación mostraron mejoras en la comprensión de procedimientos, en la identificación de relaciones matemáticas y en la capacidad para organizar estrategias de solución. Estos resultados respaldan la idea de que las representaciones visuales pueden constituir herramientas eficaces para mejorar la calidad del aprendizaje matemático.

Desde una perspectiva educativa, la resolución de problemas también desempeña una función evaluativa. La capacidad para aplicar conocimientos en situaciones nuevas constituye uno de los indicadores más importantes de comprensión profunda y aprendizaje significativo. Cuando los estudiantes logran resolver problemas que requieren

análisis, interpretación y toma de decisiones, demuestran que han desarrollado competencias que trascienden la simple memorización de contenidos.

**Figura 2. Proceso de selección de técnicas de integración**



En síntesis, la resolución de problemas matemáticos representa una competencia fundamental para el aprendizaje y el desempeño académico en la educación superior. Su desarrollo implica la integración de conocimientos conceptuales, habilidades procedimentales, estrategias metacognitivas y capacidades de razonamiento. Las investigaciones revisadas coinciden en señalar que los estudiantes que desarrollan habilidades sólidas de resolución de problemas presentan mayores niveles de comprensión, autonomía y rendimiento académico. Asimismo, evidencian que la utilización de recursos visuales, como los diagramas de flujo, puede contribuir

significativamente a fortalecer estos procesos al facilitar la organización del pensamiento y la toma de decisiones durante la resolución de situaciones matemáticas complejas.

### **Caso real: Cálculo del volumen de un reservorio de agua**

Una municipalidad proyectó la construcción de un reservorio cuya forma geométrica no correspondía a una figura regular. Para estimar el volumen total de almacenamiento fue necesario modelar matemáticamente la superficie y utilizar técnicas de integración para calcular el volumen generado por revolución.

La resolución de este problema exigió interpretar información, formular modelos matemáticos, seleccionar procedimientos adecuados y validar los resultados obtenidos. Este tipo de situaciones refleja la naturaleza de los problemas que enfrentan los profesionales en contextos reales y demuestra la importancia de desarrollar competencias de resolución más allá de la simple aplicación de fórmulas.

#### **2.2.5. Evaluación y rendimiento académico**

La evaluación constituye uno de los componentes esenciales del proceso educativo, ya que permite valorar el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes, identificar fortalezas y debilidades en su formación y proporcionar información relevante para la toma de decisiones pedagógicas. En el ámbito de la educación superior, la evaluación adquiere una importancia particular debido a que no solo cumple una función de certificación del aprendizaje, sino que también actúa como un mecanismo de retroalimentación que orienta el desarrollo de competencias académicas y profesionales. Su estrecha relación con el rendimiento académico ha convertido a ambos conceptos en objetos de estudio fundamentales dentro de la investigación educativa.

Tradicionalmente, la evaluación fue concebida como un proceso destinado a medir conocimientos mediante exámenes y pruebas estandarizadas. Sin embargo, las perspectivas educativas contemporáneas han ampliado esta visión al reconocer que la evaluación debe considerar múltiples dimensiones del aprendizaje, incluyendo la comprensión conceptual, el dominio procedimental, la capacidad de resolver problemas y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores. Desde esta perspectiva, evaluar

implica analizar de manera integral el desempeño de los estudiantes y valorar la calidad de los aprendizajes construidos a lo largo del proceso formativo.

La evaluación puede definirse como un proceso sistemático de recopilación, análisis e interpretación de información orientado a determinar el grado en que se han alcanzado determinados objetivos educativos. Este proceso permite obtener evidencias sobre el aprendizaje y proporciona información valiosa para mejorar tanto la enseñanza como el desempeño de los estudiantes. En consecuencia, la evaluación no debe limitarse a la asignación de calificaciones, sino que debe constituirse en una herramienta para promover la mejora continua de los procesos educativos.

Dentro de este contexto, el rendimiento académico representa una manifestación observable de los resultados del aprendizaje. Se refiere al nivel de logro alcanzado por los estudiantes respecto a los objetivos establecidos dentro de un programa de formación y suele expresarse mediante indicadores cuantitativos y cualitativos que reflejan el desempeño académico. Aunque frecuentemente se asocia con las calificaciones obtenidas en evaluaciones formales, el rendimiento académico comprende una realidad mucho más amplia que incluye el desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias necesarias para el desempeño profesional.

Las investigaciones desarrolladas en educación superior han demostrado que el rendimiento académico es un fenómeno multidimensional influenciado por diversos factores. Traveró y Roble (2022) encontraron que la comprensión conceptual constituye uno de los principales predictores del rendimiento académico en cursos universitarios de cálculo integral. Los autores observaron que los estudiantes con mayores niveles de comprensión conceptual obtenían mejores resultados en las evaluaciones y mostraban una mayor capacidad para enfrentar tareas matemáticas complejas. Este hallazgo evidencia que el rendimiento académico no depende exclusivamente de la capacidad para memorizar información o ejecutar procedimientos, sino también de la comprensión profunda de los contenidos.

De manera similar, Ballon y otros (2024) identificaron que las dificultades en la resolución de problemas afectan significativamente el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Su investigación mostró que muchos estudiantes obtenían

resultados satisfactorios en actividades relacionadas con la aplicación de procedimientos rutinarios, pero experimentaban dificultades cuando las evaluaciones exigían análisis, interpretación y toma de decisiones. Los autores concluyeron que la calidad del rendimiento académico depende en gran medida de la capacidad para aplicar conocimientos en situaciones nuevas y resolver problemas de manera efectiva.

Estos resultados coinciden con las tendencias actuales de evaluación educativa, las cuales promueven la valoración de competencias más amplias que la simple reproducción de conocimientos. En la educación superior, las evaluaciones buscan cada vez más determinar la capacidad de los estudiantes para comprender conceptos, aplicar procedimientos, analizar situaciones y construir soluciones fundamentadas. Esta orientación responde a la necesidad de formar profesionales capaces de enfrentar desafíos complejos en contextos reales.

Otro factor estrechamente vinculado al rendimiento académico es la autoeficacia. Traverero y Roble (2022) encontraron que los estudiantes que confiaban en sus capacidades para aprender matemáticas tendían a obtener mejores resultados académicos y mostraban una mayor disposición para enfrentar tareas exigentes. Este hallazgo confirma que las variables motivacionales y emocionales desempeñan un papel relevante en el desempeño académico y deben ser consideradas dentro de los procesos de evaluación y enseñanza.

Las investigaciones también han evidenciado que las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes influyen significativamente en los resultados académicos. Los enfoques centrados exclusivamente en la memorización de fórmulas y algoritmos suelen generar aprendizajes superficiales que limitan la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y transferir conocimientos a nuevas situaciones. Por el contrario, las metodologías que promueven la comprensión conceptual, el razonamiento matemático y la participación activa favorecen aprendizajes más profundos y se asocian con mejores niveles de rendimiento académico.

En este sentido, los recursos visuales han comenzado a adquirir una relevancia creciente dentro de los procesos de evaluación y aprendizaje. Chinofunga y otros (2024) demostraron que los estudiantes que utilizaron diagramas de flujo durante actividades matemáticas obtuvieron mejores resultados en tareas relacionadas con la resolución de

problemas y mostraron una reducción significativa de errores procedimentales. Los investigadores concluyeron que la organización visual de los procesos favorece la comprensión y contribuye indirectamente al mejoramiento del rendimiento académico.

De igual manera, Chinofunga y otros (2022) señalaron que los diagramas de flujo fortalecen la comprensión de los procedimientos matemáticos y facilitan la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Esta mejora en la organización del pensamiento repercute positivamente en el desempeño académico, especialmente en contextos donde los estudiantes deben enfrentar tareas de elevada complejidad cognitiva.

La evaluación del rendimiento académico en matemáticas presenta particularidades que la diferencian de otras áreas del conocimiento. Además de valorar conocimientos teóricos, debe considerar la capacidad para aplicar procedimientos, interpretar representaciones matemáticas y resolver problemas de diversa naturaleza. Por esta razón, las evaluaciones efectivas suelen incorporar diferentes tipos de actividades que permitan obtener una visión integral del aprendizaje alcanzado por los estudiantes.

En el caso específico del cálculo integral, la evaluación debe contemplar tanto aspectos conceptuales como procedimentales. Los estudiantes deben demostrar comprensión de los principios matemáticos involucrados y, simultáneamente, evidenciar dominio de las técnicas necesarias para resolver problemas. Esta combinación permite valorar de manera más precisa el nivel de competencia alcanzado y proporciona información útil para identificar áreas que requieren fortalecimiento.

La literatura especializada coincide en señalar que la evaluación adquiere mayor valor educativo cuando se utiliza como una herramienta para promover el aprendizaje y no únicamente para medir resultados. La retroalimentación derivada de las evaluaciones permite que los estudiantes identifiquen sus fortalezas y dificultades, desarrollen estrategias de mejora y participen activamente en la regulación de su propio aprendizaje. Desde esta perspectiva, la evaluación se convierte en un elemento fundamental para el desarrollo académico y profesional.

En síntesis, la evaluación y el rendimiento académico constituyen conceptos estrechamente relacionados que desempeñan un papel central en la educación superior. La evaluación proporciona información sobre los aprendizajes alcanzados, mientras que

el rendimiento académico refleja el nivel de logro obtenido por los estudiantes en relación con los objetivos formativos. Las investigaciones revisadas demuestran que ambos procesos se encuentran influenciados por factores conceptuales, procedimentales, motivacionales y pedagógicos. Asimismo, evidencian que las estrategias educativas orientadas a fortalecer la comprensión, la resolución de problemas y la organización del conocimiento pueden contribuir significativamente a mejorar el rendimiento académico en el aprendizaje del cálculo integral.

### **2.2.6. Competencias matemáticas universitarias**

Las competencias matemáticas universitarias constituyen un conjunto integrado de conocimientos, habilidades, actitudes y capacidades que permiten a los estudiantes comprender, interpretar y resolver situaciones problemáticas mediante el uso de herramientas matemáticas. En el contexto de la educación superior, estas competencias trascienden el dominio de contenidos específicos y se orientan hacia la aplicación efectiva del conocimiento en contextos académicos, científicos y profesionales. Su desarrollo representa uno de los principales objetivos de la formación universitaria, especialmente en carreras vinculadas a las ciencias, la ingeniería, la tecnología y la investigación.

La noción de competencia matemática surge como respuesta a la necesidad de formar profesionales capaces de utilizar las matemáticas más allá de la simple ejecución de cálculos o procedimientos rutinarios. Desde esta perspectiva, ser competente en matemáticas implica comprender conceptos, aplicar conocimientos, interpretar información, argumentar razonamientos y resolver problemas de manera autónoma y eficiente. En consecuencia, las competencias matemáticas integran dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales que actúan de manera complementaria durante el proceso de aprendizaje.

Diversos organismos internacionales han destacado la importancia de estas competencias para la formación de ciudadanos y profesionales en sociedades cada vez más complejas y orientadas al conocimiento. Las matemáticas constituyen una herramienta fundamental para el análisis de información, la toma de decisiones y la comprensión de fenómenos presentes en distintos ámbitos de la realidad. Por esta razón, el desarrollo de competencias matemáticas se considera un componente esencial para el desempeño académico y profesional en el siglo XXI.

Desde una perspectiva educativa, las competencias matemáticas universitarias comprenden la capacidad para interpretar situaciones problemáticas, formular modelos matemáticos, seleccionar estrategias apropiadas de solución y comunicar resultados de manera fundamentada. Estas capacidades requieren no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades para aplicar dichos conocimientos en contextos diversos. En consecuencia, el aprendizaje matemático debe orientarse hacia el desarrollo de competencias transferibles que permitan a los estudiantes afrontar desafíos complejos tanto dentro como fuera del ámbito académico.

Las investigaciones recientes han demostrado que el desarrollo de competencias matemáticas depende en gran medida de la interacción entre comprensión conceptual y dominio procedimental. Traverro y Roble (2022) encontraron que los estudiantes con mayores niveles de comprensión conceptual mostraban una mejor capacidad para interpretar problemas matemáticos y aplicar conocimientos en situaciones nuevas. Los autores concluyeron que la comprensión profunda de los conceptos constituye una condición fundamental para el desarrollo de competencias matemáticas avanzadas.

De manera similar, Ballon y otros (2024) observaron que muchos estudiantes universitarios presentan fortalezas en la ejecución de procedimientos matemáticos, pero experimentan dificultades cuando deben utilizar dichos conocimientos para resolver problemas complejos. Esta situación evidencia que el desarrollo de competencias matemáticas requiere superar enfoques centrados exclusivamente en la memorización y promover experiencias educativas que fortalezcan el razonamiento, la interpretación y la toma de decisiones.

Uno de los componentes más importantes de las competencias matemáticas universitarias es la capacidad de resolución de problemas. Esta competencia implica analizar situaciones, identificar información relevante, formular estrategias de solución y evaluar los resultados obtenidos. Como señalan Ballon y otros (2024), la resolución de problemas constituye una de las manifestaciones más claras de la comprensión matemática, ya que exige la integración de conocimientos conceptuales y procedimentales dentro de contextos específicos.

Otra competencia fundamental se relaciona con el razonamiento matemático. Los estudiantes universitarios deben ser capaces de establecer relaciones lógicas, formular argumentos, justificar procedimientos y evaluar la validez de diferentes soluciones. Estas habilidades permiten construir explicaciones fundamentadas y favorecen el desarrollo del pensamiento crítico. El razonamiento matemático constituye además una herramienta esencial para la investigación científica y la toma de decisiones profesionales.

La comunicación matemática representa igualmente una competencia relevante dentro de la formación universitaria. Los estudiantes deben aprender a expresar ideas matemáticas mediante lenguaje verbal, simbólico, gráfico y algebraico, adaptando sus explicaciones a diferentes contextos y audiencias. La capacidad para comunicar razonamientos y resultados facilita la construcción colectiva del conocimiento y fortalece los procesos de aprendizaje colaborativo.

Las competencias matemáticas también incluyen la capacidad para utilizar diferentes formas de representación. Los estudiantes deben interpretar gráficos, tablas, expresiones algebraicas, diagramas y modelos matemáticos, así como establecer conexiones entre estas representaciones. Esta habilidad favorece una comprensión más profunda de los conceptos y permite abordar los problemas desde múltiples perspectivas. En el caso del cálculo integral, la interpretación simultánea de representaciones simbólicas y gráficas resulta esencial para comprender fenómenos relacionados con la acumulación y la variación.

Las investigaciones sobre recursos visuales han aportado evidencias importantes respecto al fortalecimiento de estas competencias. Chinofunga y otros (2024) demostraron que la utilización de diagramas de flujo favorece la organización del pensamiento matemático, mejora la toma de decisiones y fortalece la resolución de problemas. Los autores encontraron que los estudiantes que empleaban diagramas desarrollaban una mayor comprensión de los procedimientos y mostraban una mejor capacidad para transferir conocimientos a nuevas situaciones.

Asimismo, Chinofunga y otros (2022) identificaron que los diagramas de flujo contribuyen al desarrollo de competencias relacionadas con la planificación, el razonamiento lógico y la autonomía académica. Los participantes de su estudio señalaron

que estas herramientas facilitaban la comprensión de procesos complejos y permitían una mayor claridad en la organización de estrategias de solución. Estos resultados sugieren que los recursos visuales pueden desempeñar un papel importante en el fortalecimiento de competencias matemáticas universitarias.

En el contexto del cálculo integral, las competencias matemáticas adquieren una importancia particular debido a la complejidad conceptual y procedimental de esta disciplina. Los estudiantes deben interpretar funciones, comprender procesos de acumulación, seleccionar técnicas de integración y aplicar conocimientos en la resolución de problemas de diversa naturaleza. Estas actividades demandan la integración de múltiples capacidades que solo pueden desarrollarse mediante experiencias de aprendizaje significativas y sistemáticas.

Las competencias matemáticas universitarias también se encuentran estrechamente relacionadas con el rendimiento académico. Traveró y Roble (2022) observaron que los estudiantes que desarrollaban mayores niveles de comprensión conceptual y razonamiento matemático obtenían mejores resultados académicos en cursos de cálculo integral. Este hallazgo evidencia que el fortalecimiento de competencias no solo favorece el aprendizaje, sino que también contribuye al éxito académico y profesional de los estudiantes.

Desde una perspectiva formativa, el desarrollo de competencias matemáticas implica promover experiencias educativas que favorezcan la participación activa, la reflexión crítica y la aplicación práctica del conocimiento. Las metodologías centradas en la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la utilización de recursos visuales constituyen estrategias que pueden contribuir significativamente a este propósito. En consecuencia, la enseñanza universitaria debe orientarse hacia la creación de ambientes de aprendizaje que estimulen el desarrollo integral de estas competencias.

En síntesis, las competencias matemáticas universitarias representan un conjunto de capacidades que permiten comprender, aplicar y comunicar conocimientos matemáticos de manera efectiva en diversos contextos. Su desarrollo requiere la integración de comprensión conceptual, dominio procedimental, razonamiento lógico, resolución de problemas y habilidades de comunicación matemática. Las investigaciones

revisadas coinciden en señalar que estas competencias constituyen un elemento esencial para el aprendizaje significativo y el rendimiento académico en educación superior. Asimismo, evidencian que la incorporación de estrategias innovadoras, como los diagramas de flujo, puede contribuir al fortalecimiento de dichas competencias y favorecer una formación matemática más sólida, autónoma y pertinente para las exigencias del contexto profesional contemporáneo.

A lo largo de este capítulo se han analizado los principales fundamentos teóricos y conceptuales relacionados con el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral, destacando su importancia dentro de la formación universitaria y su papel en el desarrollo de competencias matemáticas avanzadas. La revisión de las investigaciones científicas permitió identificar que el aprendizaje matemático constituye un proceso complejo en el que intervienen múltiples factores cognitivos, pedagógicos y motivacionales, los cuales influyen directamente en la calidad de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

Los estudios revisados evidenciaron que el éxito académico en matemáticas no depende únicamente de la capacidad para ejecutar procedimientos, sino también de la comprensión profunda de los conceptos y de la habilidad para aplicar los conocimientos en situaciones problemáticas diversas. Las investigaciones analizadas mostraron que los estudiantes que desarrollan una adecuada comprensión conceptual presentan mayores niveles de autonomía, razonamiento matemático y capacidad de transferencia del aprendizaje, mientras que aquellos cuyo aprendizaje se limita a la repetición mecánica de algoritmos suelen experimentar dificultades cuando enfrentan problemas que requieren interpretación y toma de decisiones.

Asimismo, el análisis de los fundamentos conceptuales permitió comprender que el aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental representan dimensiones complementarias e inseparables dentro de la formación matemática. Mientras la comprensión conceptual proporciona significado y coherencia a los conocimientos, el dominio procedimental permite transformar dichos conocimientos en acciones concretas orientadas a la resolución de problemas. La integración equilibrada de ambas dimensiones constituye una condición esencial para el desarrollo de aprendizajes significativos y para la consolidación de competencias matemáticas duraderas.

Por otra parte, se evidenció que la resolución de problemas ocupa un lugar central dentro de la educación matemática contemporánea. Más que una habilidad aislada, representa una manifestación del nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes y una oportunidad para aplicar conocimientos, desarrollar razonamiento lógico y fortalecer procesos de toma de decisiones. Esta competencia adquiere especial relevancia en el aprendizaje del cálculo integral, donde la selección de estrategias adecuadas y la interpretación de situaciones complejas forman parte del trabajo académico cotidiano.

De igual manera, se analizó la estrecha relación existente entre evaluación y rendimiento académico, reconociendo que ambos conceptos constituyen elementos fundamentales para valorar la calidad del aprendizaje. La evaluación permite obtener evidencias sobre los logros alcanzados por los estudiantes, mientras que el rendimiento académico refleja el nivel de desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias adquiridas durante el proceso formativo. Las investigaciones revisadas coinciden en señalar que los mejores resultados académicos se observan cuando la enseñanza favorece la comprensión profunda, el razonamiento matemático y la aplicación significativa del conocimiento.

Finalmente, el estudio de las competencias matemáticas universitarias permitió comprender que la formación matemática actual exige mucho más que el dominio de contenidos específicos. Los estudiantes deben desarrollar capacidades relacionadas con la interpretación, el razonamiento, la resolución de problemas, la comunicación matemática y la aplicación del conocimiento en contextos diversos. Estas competencias constituyen herramientas esenciales para el desempeño académico y profesional en una sociedad caracterizada por la creciente complejidad de los desafíos científicos y tecnológicos.

En conjunto, los elementos desarrollados en este capítulo permiten afirmar que el aprendizaje del cálculo integral requiere metodologías capaces de fortalecer simultáneamente la comprensión conceptual, el dominio procedimental, la resolución de problemas y el desarrollo de competencias matemáticas. Esta necesidad adquiere especial relevancia cuando se consideran las dificultades que muchos estudiantes enfrentan durante su formación universitaria y la importancia de promover estrategias innovadoras que faciliten la construcción de aprendizajes más significativos y duraderos.

### **Caso real: Toma de decisiones en ingeniería de sistemas**

Durante el desarrollo de un proyecto de optimización informática, estudiantes universitarios debieron analizar el comportamiento de una función relacionada con el rendimiento de un sistema computacional. La solución requirió interpretar gráficos, comprender modelos matemáticos y aplicar conceptos de cálculo integral para estimar valores acumulados.

Más allá del resultado numérico obtenido, la experiencia puso de manifiesto la necesidad de desarrollar competencias matemáticas integrales que incluyan análisis, razonamiento, interpretación y toma de decisiones. Estas capacidades constituyen actualmente una exigencia fundamental en la formación de profesionales vinculados a áreas tecnológicas y científicas.

Sobre la base de los fundamentos teóricos y conceptuales analizados en los capítulos precedentes, el siguiente capítulo presentará el caso de estudio que sustenta la presente investigación. En él se describirá el contexto de aplicación, la metodología utilizada, el diseño de la intervención basada en diagramas de flujo y los resultados obtenidos respecto al aprendizaje y rendimiento académico en cálculo integral. Este análisis permitirá contrastar los fundamentos teóricos expuestos con la evidencia empírica generada durante el desarrollo de la experiencia educativa.

# CAPÍTULO III

## CASO DE ESTUDIO: DIAGRAMAS QUE CAMBIAN MENTES

Los capítulos precedentes han permitido comprender los fundamentos teóricos que sustentan el uso de los diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa y su posible contribución al fortalecimiento del aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. La revisión de la literatura científica evidenció que las representaciones visuales poseen un importante potencial para facilitar la comprensión de contenidos complejos, favorecer la organización del conocimiento y mejorar los procesos de resolución de problemas. Asimismo, se identificó que el aprendizaje matemático exitoso requiere la integración de componentes conceptuales y procedimentales, así como el desarrollo de competencias que permitan a los estudiantes aplicar sus conocimientos en contextos diversos.

No obstante, la validez de los planteamientos teóricos adquiere una mayor relevancia cuando puede contrastarse con experiencias concretas desarrolladas en escenarios educativos reales. La investigación educativa contemporánea reconoce que las propuestas metodológicas deben ser evaluadas en contextos de aplicación auténticos para determinar su efectividad y comprender las condiciones que favorecen su implementación. Por esta razón, resulta fundamental analizar experiencias que permitan observar de manera directa la relación entre las estrategias de enseñanza utilizadas y los resultados obtenidos por los estudiantes.

En el ámbito del cálculo integral, esta necesidad adquiere especial importancia debido a las dificultades que tradicionalmente enfrentan los estudiantes universitarios para comprender conceptos abstractos, seleccionar procedimientos adecuados y resolver problemas matemáticos de creciente complejidad. La persistencia de estas dificultades ha impulsado la búsqueda de metodologías innovadoras orientadas a fortalecer la comprensión, mejorar el desempeño académico y promover aprendizajes más significativos. Dentro de este contexto, los diagramas de flujo emergen como una

alternativa pedagógica capaz de organizar visualmente los procesos matemáticos y facilitar la toma de decisiones durante la resolución de problemas.

El presente capítulo tiene como propósito presentar el caso de estudio que da origen a esta obra y que permite analizar de manera empírica la aplicación de diagramas de flujo en el aprendizaje del cálculo integral. A través de esta experiencia se busca comprender cómo una estrategia basada en representaciones visuales puede influir en el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico de estudiantes universitarios. De esta manera, el análisis trasciende el plano teórico para situarse en un escenario donde los principios educativos son observados en acción y sometidos a contrastación mediante evidencia obtenida en el proceso de investigación.

Para ello, en primer lugar se describirá el contexto de estudio, incluyendo el problema investigado, las características metodológicas del trabajo y los procedimientos utilizados para la recopilación y análisis de la información. Posteriormente, se presentará el diseño de la intervención educativa basada en diagramas de flujo, explicando los criterios considerados para su elaboración y aplicación. Finalmente, se expondrán los resultados obtenidos y su respectiva discusión, con el propósito de identificar los efectos de la estrategia implementada y analizar sus implicancias para la enseñanza del cálculo integral en la educación superior.

El desarrollo de este caso de estudio permitirá comprender de manera más concreta cómo los fundamentos teóricos analizados en los capítulos anteriores pueden traducirse en prácticas educativas orientadas a mejorar la calidad del aprendizaje matemático. Asimismo, proporcionará evidencias que contribuyan a valorar el potencial de los diagramas de flujo como herramientas de innovación pedagógica y como recursos capaces de transformar la manera en que los estudiantes construyen conocimiento en contextos de elevada complejidad cognitiva.

### **3.1. CONTEXTO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La implementación de estrategias innovadoras en la enseñanza de las matemáticas requiere no solo una sólida fundamentación teórica, sino también procesos de investigación que permitan evaluar su efectividad en escenarios educativos reales. La investigación educativa cumple precisamente esta función al proporcionar

procedimientos sistemáticos para analizar fenómenos de aprendizaje, identificar dificultades académicas y valorar el impacto de las intervenciones desarrolladas dentro del aula. En el caso del cálculo integral, donde persisten importantes desafíos relacionados con la comprensión conceptual, el dominio procedimental y el rendimiento académico, la investigación constituye una herramienta fundamental para generar evidencias que orienten la mejora de las prácticas pedagógicas.

El estudio presentado en esta obra surge de la necesidad de responder a una problemática recurrente en la educación superior: las dificultades que experimentan los estudiantes durante el aprendizaje del cálculo integral. Diversas investigaciones revisadas en los capítulos anteriores han demostrado que una parte importante de los estudiantes presenta limitaciones para comprender conceptos abstractos, seleccionar estrategias adecuadas de resolución y aplicar procedimientos matemáticos de manera eficiente. Estas dificultades repercuten directamente en el rendimiento académico y pueden afectar la construcción de competencias matemáticas necesarias para la formación profesional.

Frente a esta realidad, se planteó la necesidad de explorar alternativas metodológicas que favorecieran una mayor comprensión de los contenidos y fortalecieran los procesos de aprendizaje. Entre las diversas estrategias disponibles, los diagramas de flujo fueron seleccionados debido a su capacidad para representar visualmente procedimientos, organizar secuencias de decisiones y facilitar la comprensión de procesos complejos. Su potencial educativo, respaldado por investigaciones previas, los convierte en una herramienta pertinente para abordar algunos de los desafíos presentes en la enseñanza del cálculo integral.

La investigación fue concebida como un proceso orientado a analizar la influencia de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico de estudiantes universitarios. Para ello, se diseñó una intervención educativa que permitió observar de manera sistemática los cambios producidos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este enfoque permitió la obtención de información relevante sobre la efectividad de la estrategia implementada y sobre las condiciones que favorecen su aplicación en contextos académicos reales.

El diseño de la investigación se estructuró considerando los principios metodológicos propios de la investigación educativa aplicada. Su propósito principal consistió en generar evidencia empírica que permitiera contrastar los planteamientos teóricos desarrollados en los capítulos anteriores y comprender cómo una estrategia basada en representaciones visuales puede contribuir a mejorar la calidad del aprendizaje matemático. Para ello, fue necesario definir claramente el problema de estudio, establecer procedimientos de recopilación y análisis de información, seleccionar instrumentos adecuados y diseñar una intervención coherente con los objetivos planteados.

Asimismo, el contexto en el que se desarrolló la investigación desempeña un papel importante para la interpretación de los resultados obtenidos. Las características de los estudiantes, las condiciones institucionales y las particularidades del proceso de enseñanza constituyen elementos que influyen en el desarrollo de la experiencia educativa y que deben ser considerados para comprender adecuadamente los hallazgos alcanzados. Por esta razón, la descripción detallada del contexto de aplicación forma parte esencial del análisis presentado en este capítulo.

Las secciones siguientes abordarán de manera específica los componentes que conforman el diseño de la investigación. En primer lugar, se describirá el problema que motivó el estudio y los objetivos perseguidos. Posteriormente, se presentarán los aspectos metodológicos relacionados con el diseño de investigación, la población y muestra, los instrumentos utilizados y los procedimientos desarrollados para la recopilación y análisis de la información. Este conjunto de elementos permitirá comprender la estructura metodológica que sustenta el caso de estudio y proporcionará las bases necesarias para interpretar los resultados que serán expuestos en las secciones posteriores.

### **3.1.1. Problema de estudio**

La enseñanza del cálculo integral representa uno de los mayores desafíos dentro de la educación superior debido a la complejidad conceptual y procedimental que caracteriza a esta disciplina. A pesar de su importancia en la formación de profesionales de las ciencias, ingenierías y áreas afines, numerosos estudiantes presentan dificultades para comprender los fundamentos matemáticos involucrados, interpretar adecuadamente los problemas planteados y aplicar las técnicas de integración de manera eficiente. Esta situación se refleja frecuentemente en bajos niveles de rendimiento académico, elevados

índices de desaprobación y una limitada capacidad para transferir los conocimientos adquiridos a contextos nuevos o más complejos.

En muchos entornos universitarios, el aprendizaje del cálculo integral continúa desarrollándose mediante metodologías centradas principalmente en la exposición teórica y la repetición de ejercicios. Aunque estos enfoques pueden favorecer cierto dominio operativo de los procedimientos matemáticos, no siempre garantizan una comprensión profunda de los conceptos ni el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas. Como consecuencia, numerosos estudiantes logran memorizar fórmulas y algoritmos, pero experimentan dificultades cuando deben seleccionar estrategias adecuadas, justificar procedimientos o interpretar el significado matemático de los resultados obtenidos.

La evidencia científica revisada en los capítulos anteriores respalda esta problemática. Ballon y otros (2024) identificaron que muchos estudiantes universitarios presentan un desempeño aceptable en tareas procedimentales, pero muestran limitaciones significativas cuando deben resolver problemas que exigen razonamiento, interpretación y aplicación flexible del conocimiento matemático. De manera similar, Traverero y Roble (2022) encontraron que las dificultades en la comprensión conceptual constituyen uno de los factores más relevantes asociados al bajo desempeño académico en cursos de cálculo integral. Estos hallazgos sugieren que el problema no radica únicamente en la complejidad de los contenidos, sino también en la forma en que dichos contenidos son aprendidos y enseñados.

Dentro de este contexto, una de las principales dificultades observadas en los estudiantes se relaciona con la toma de decisiones durante la resolución de integrales. A diferencia de otros temas matemáticos donde los procedimientos suelen estar claramente definidos, el cálculo integral exige que los estudiantes identifiquen características específicas de cada ejercicio para seleccionar la técnica de integración más apropiada. La integración por sustitución, la integración por partes, las integrales trigonométricas o las integrales racionales requieren procesos de análisis previos que muchos estudiantes no logran desarrollar de manera adecuada. Esta situación genera incertidumbre, incrementa la probabilidad de cometer errores y afecta negativamente el rendimiento académico.

A estas dificultades se suma la naturaleza abstracta de los conceptos involucrados en el cálculo integral. Nociones como acumulación, función primitiva, integral definida, área bajo la curva y relación entre derivación e integración requieren elevados niveles de razonamiento matemático y capacidad de abstracción. Cuando los estudiantes no logran construir representaciones mentales claras de estos conceptos, el aprendizaje tiende a convertirse en un proceso mecánico basado en la memorización de procedimientos, limitando significativamente la comprensión y la transferencia del conocimiento.

Las investigaciones sobre aprendizaje matemático han demostrado que los estudiantes alcanzan mejores resultados cuando disponen de herramientas que les permitan organizar la información, visualizar procedimientos y comprender la lógica de los procesos matemáticos. En este sentido, Chinofunga y otros (2022; 2024) evidenciaron que los diagramas de flujo pueden contribuir a fortalecer la comprensión de procedimientos, facilitar la toma de decisiones y mejorar la resolución de problemas mediante representaciones visuales que organizan secuencias de acciones y condiciones. Estos resultados sugieren que los recursos visuales podrían constituir una alternativa pertinente para afrontar algunas de las dificultades presentes en el aprendizaje del cálculo integral.

A pesar de las ventajas potenciales de estas herramientas, su utilización dentro de la enseñanza universitaria de las matemáticas continúa siendo limitada. En muchos casos, los estudiantes enfrentan contenidos altamente complejos sin disponer de apoyos visuales que faciliten la comprensión de los procesos involucrados. Esta situación plantea la necesidad de explorar metodologías innovadoras capaces de fortalecer el aprendizaje conceptual y procedimental, mejorar el rendimiento académico y favorecer el desarrollo de competencias matemáticas más sólidas.

En respuesta a esta problemática, la presente investigación se orientó a analizar la aplicación de diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa en el aprendizaje del cálculo integral. El estudio partió de la premisa de que la representación visual de procedimientos matemáticos puede contribuir a mejorar la comprensión de los contenidos, facilitar la selección de estrategias de resolución y fortalecer el desempeño académico de los estudiantes universitarios. Desde esta perspectiva, el problema de estudio se centró en comprender de qué manera la utilización de diagramas de flujo

influye en el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico en cálculo integral.

El análisis de esta problemática resulta relevante no solo por sus implicancias académicas, sino también por su potencial contribución al mejoramiento de las prácticas de enseñanza en educación superior. Comprender cómo los estudiantes aprenden cálculo integral y qué estrategias pueden favorecer dicho proceso constituye un paso fundamental para promover experiencias educativas más significativas, reducir las dificultades asociadas a esta disciplina y fortalecer la formación matemática de futuros profesionales. En consecuencia, el estudio busca aportar evidencia que permita valorar el papel de los diagramas de flujo como herramientas capaces de transformar la manera en que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de uno de los contenidos más complejos dentro de la educación matemática universitaria.

### **3.1.2. Metodología**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a analizar de manera objetiva la influencia de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. Este enfoque permitió recopilar, organizar y analizar información mediante procedimientos sistemáticos que facilitaron la identificación de cambios producidos en los estudiantes durante el proceso de intervención educativa. La elección de este enfoque respondió a la necesidad de obtener evidencias empíricas que permitieran valorar el impacto de la estrategia implementada y establecer relaciones entre las variables de estudio.

Desde el punto de vista de su finalidad, la investigación se caracterizó por poseer una orientación aplicada, debido a que buscó ofrecer una alternativa de solución a una problemática identificada dentro del contexto educativo universitario. La investigación aplicada se distingue por generar conocimientos orientados a la mejora de situaciones concretas, utilizando fundamentos teóricos para diseñar estrategias que contribuyan a resolver dificultades presentes en escenarios reales. En este caso, el propósito consistió en evaluar la efectividad de los diagramas de flujo como herramienta pedagógica para fortalecer el aprendizaje del cálculo integral.

En cuanto a su alcance, el estudio presentó características explicativas, ya que no se limitó a describir los fenómenos observados, sino que buscó comprender la relación existente entre la implementación de diagramas de flujo y los resultados obtenidos en el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico. Este nivel de análisis permitió identificar posibles efectos derivados de la intervención educativa y comprender cómo determinadas estrategias metodológicas pueden influir en el desempeño de los estudiantes.

El diseño de investigación respondió a una estructura cuasiexperimental, ampliamente utilizada en estudios educativos donde las condiciones institucionales dificultan la asignación completamente aleatoria de los participantes. Este diseño permitió comparar los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la estrategia educativa, analizando las variaciones producidas en los indicadores de aprendizaje y rendimiento académico. La utilización de este enfoque facilitó la observación de los efectos de la intervención en condiciones cercanas a la realidad del contexto universitario.

La investigación se desarrolló en un entorno académico vinculado a la enseñanza del cálculo integral, disciplina que constituye uno de los componentes fundamentales de la formación matemática en educación superior. El contexto de aplicación estuvo conformado por estudiantes universitarios que cursaban asignaturas relacionadas con el cálculo integral y que presentaban características propias de los procesos formativos asociados a esta área del conocimiento. La elección de este escenario respondió a la necesidad de analizar la efectividad de la propuesta en un contexto donde las dificultades de aprendizaje resultan especialmente evidentes.

Para la recolección de información se emplearon instrumentos orientados a evaluar los niveles de aprendizaje conceptual, aprendizaje procedimental y rendimiento académico alcanzados por los estudiantes. Estos instrumentos permitieron obtener datos sobre la comprensión de conceptos matemáticos, la aplicación de técnicas de integración y la capacidad para resolver problemas relacionados con los contenidos desarrollados durante la intervención. La información obtenida fue organizada y procesada mediante procedimientos estadísticos que facilitaron la interpretación de los resultados y la identificación de tendencias relevantes para el estudio.

El procedimiento metodológico contempló diversas etapas secuenciales. En una primera fase se realizó el diagnóstico de la situación inicial de los estudiantes con el propósito de identificar sus niveles de desempeño antes de la implementación de la estrategia educativa. Posteriormente, se diseñó y aplicó un programa basado en diagramas de flujo orientado a fortalecer la comprensión de los procedimientos matemáticos involucrados en el cálculo integral. Finalmente, se efectuó una evaluación posterior que permitió comparar los resultados obtenidos y determinar los cambios producidos a lo largo del proceso de intervención.

La estrategia educativa implementada estuvo sustentada en los principios teóricos desarrollados en los capítulos precedentes, particularmente aquellos relacionados con el aprendizaje significativo, el constructivismo, el andamiaje cognitivo y la teoría de la carga cognitiva. Bajo esta perspectiva, los diagramas de flujo fueron concebidos como herramientas visuales destinadas a facilitar la organización de la información, apoyar la toma de decisiones y fortalecer la comprensión de procedimientos matemáticos complejos. Su utilización buscó proporcionar a los estudiantes una representación estructurada de los procesos de resolución, favoreciendo tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental.

El análisis de la información recopilada se realizó mediante técnicas estadísticas apropiadas para el tipo de datos obtenidos. Estas técnicas permitieron comparar resultados, identificar diferencias significativas y evaluar el comportamiento de las variables de estudio antes y después de la intervención. La utilización de procedimientos cuantitativos contribuyó a garantizar la objetividad del análisis y a fortalecer la validez de las conclusiones derivadas de la investigación.

Asimismo, durante todo el proceso investigativo se consideraron criterios éticos orientados a garantizar el respeto de los participantes y la confidencialidad de la información obtenida. La participación de los estudiantes se desarrolló dentro de las actividades académicas programadas y los datos recopilados fueron utilizados exclusivamente con fines científicos y educativos. De esta manera, se aseguró que la investigación cumpliera con los principios de integridad y responsabilidad propios del trabajo académico.

En síntesis, la metodología empleada permitió desarrollar una investigación rigurosa orientada a evaluar el impacto de los diagramas de flujo en el aprendizaje y rendimiento académico en cálculo integral. La combinación de un enfoque cuantitativo, un diseño cuasiexperimental y procedimientos sistemáticos de recopilación y análisis de información proporcionó las condiciones necesarias para obtener evidencia empírica sobre la efectividad de la estrategia implementada. Estos elementos constituyen la base sobre la cual se sustentan los resultados y conclusiones que serán presentados en las siguientes secciones del presente capítulo.

### **3.1.3. Población y muestra**

La definición de la población y la muestra constituye un aspecto fundamental dentro de cualquier proceso de investigación educativa, ya que permite delimitar el grupo de participantes sobre el cual se desarrollará el estudio y garantizar que los resultados obtenidos respondan de manera adecuada a los objetivos planteados. En investigaciones orientadas al análisis de estrategias de enseñanza y aprendizaje, la selección apropiada de los participantes adquiere una relevancia especial debido a que las características académicas, cognitivas y contextuales de los estudiantes pueden influir significativamente en los resultados alcanzados.

La población estuvo conformada por estudiantes universitarios matriculados en asignaturas relacionadas con el cálculo integral dentro del contexto académico donde se desarrolló la investigación. Este grupo fue seleccionado debido a que representaba el escenario natural en el cual se manifestaba la problemática objeto de estudio, caracterizada por dificultades asociadas a la comprensión conceptual, la aplicación de procedimientos matemáticos y el rendimiento académico en contenidos vinculados con la integración.

La elección de esta población respondió también a la importancia que posee el cálculo integral dentro de la formación universitaria. Como se ha señalado en capítulos anteriores, esta disciplina constituye uno de los cursos con mayores niveles de complejidad dentro de los programas de ciencias, ingeniería y áreas afines, razón por la cual representa un contexto pertinente para evaluar estrategias orientadas al fortalecimiento del aprendizaje matemático. Diversas investigaciones han evidenciado que los estudiantes suelen experimentar dificultades para seleccionar técnicas de

integración, interpretar conceptos abstractos y resolver problemas de manera eficiente, situación que justifica el interés por implementar propuestas metodológicas innovadoras (Travero y Roble, 2022; Ballon et al., 2024).

A partir de la población identificada, se seleccionó una muestra de estudiantes que participaron directamente en el desarrollo de la experiencia educativa. La muestra estuvo integrada por aquellos participantes que cumplían con las condiciones necesarias para formar parte del estudio y que se encontraban involucrados en el proceso de enseñanza del cálculo integral durante el período de aplicación de la investigación. La selección respondió a criterios académicos y operativos que garantizaron la viabilidad de la intervención y la obtención de información relevante para el análisis de las variables estudiadas.

Desde una perspectiva metodológica, la muestra representó una fracción de la población total que conservó características similares respecto a las condiciones de aprendizaje, nivel de formación y experiencia académica. Esta representatividad permitió que los resultados obtenidos constituyeran una referencia válida para comprender el comportamiento de las variables analizadas dentro del contexto educativo considerado. Asimismo, facilitó la implementación de la estrategia basada en diagramas de flujo y el seguimiento sistemático de los cambios producidos durante el proceso de intervención.

Los estudiantes participantes compartían características propias de la formación universitaria en matemáticas, enfrentándose a contenidos que demandaban comprensión conceptual, dominio procedimental y capacidad de resolución de problemas. Estas condiciones resultaban especialmente relevantes para el estudio, ya que permitían observar de manera directa el impacto de los diagramas de flujo sobre procesos de aprendizaje vinculados con el cálculo integral. La homogeneidad relativa del grupo favoreció además la comparación de resultados y la interpretación de los efectos asociados a la estrategia educativa implementada.

La participación de los estudiantes se desarrolló dentro de las actividades académicas programadas y respetando los principios éticos propios de la investigación educativa. La información obtenida fue utilizada exclusivamente con fines científicos y

académicos, garantizando la confidencialidad de los participantes y la protección de los datos recopilados durante el desarrollo del estudio.

En síntesis, la población y la muestra seleccionadas proporcionaron el contexto adecuado para analizar la influencia de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. Las características de los participantes permitieron desarrollar la intervención en un escenario representativo de las dificultades observadas en la educación superior y generaron las condiciones necesarias para obtener evidencias sobre la efectividad de la estrategia educativa propuesta.

### **3.1.4. Instrumentos y procedimiento**

La recopilación de información constituye una etapa fundamental dentro de cualquier proceso de investigación educativa, ya que permite obtener evidencias objetivas sobre las variables estudiadas y valorar el impacto de las estrategias implementadas. En el presente estudio, los instrumentos y procedimientos fueron seleccionados considerando los objetivos de la investigación y la necesidad de evaluar de manera integral los efectos de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico en cálculo integral.

Los instrumentos de evaluación fueron diseñados para medir las distintas dimensiones asociadas al aprendizaje matemático, permitiendo obtener información tanto sobre la comprensión de los conceptos como sobre la capacidad de aplicar procedimientos y resolver problemas. Su elaboración se fundamentó en los contenidos desarrollados durante el curso de cálculo integral y en los objetivos específicos de la intervención educativa. De esta manera, se buscó garantizar que las evaluaciones reflejaran adecuadamente los aprendizajes alcanzados por los estudiantes y permitieran identificar posibles cambios producidos durante el proceso de investigación.

La evaluación del aprendizaje conceptual se orientó a determinar el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes respecto a los principios fundamentales del cálculo integral. Esta dimensión incluyó aspectos relacionados con la interpretación de conceptos, la comprensión de relaciones matemáticas y la capacidad para explicar los fundamentos que sustentan los procedimientos utilizados. La importancia de esta evaluación radica en que la comprensión conceptual ha sido identificada como uno de los

principales factores asociados al éxito académico en matemáticas (Travero y Roble, 2022).

Por otra parte, la evaluación del aprendizaje procedimental estuvo orientada a analizar la capacidad de los estudiantes para aplicar técnicas de integración, ejecutar algoritmos matemáticos y seleccionar procedimientos adecuados para resolver diferentes tipos de ejercicios. Esta dimensión permitió valorar el dominio operativo de los contenidos y la capacidad para utilizar conocimientos matemáticos en situaciones concretas. Ballon y otros (2024) destacan que las habilidades procedimentales constituyen un componente esencial del aprendizaje matemático, aunque su desarrollo resulta más efectivo cuando se encuentra acompañado por una adecuada comprensión conceptual.

Asimismo, se consideró la evaluación del rendimiento académico como una variable de interés dentro de la investigación. Esta evaluación permitió valorar el desempeño global de los estudiantes mediante indicadores relacionados con el logro de los objetivos de aprendizaje previstos durante la intervención. El rendimiento académico fue entendido como una manifestación observable de los conocimientos, habilidades y competencias desarrolladas a lo largo del proceso educativo, constituyendo uno de los principales referentes para analizar la efectividad de la estrategia implementada.

Los instrumentos utilizados fueron sometidos a procesos de revisión y validación con el propósito de garantizar su pertinencia y coherencia respecto a los objetivos de investigación. La construcción de las evaluaciones consideró criterios relacionados con la claridad de los contenidos, la adecuación al nivel académico de los participantes y la capacidad para medir las dimensiones establecidas dentro del estudio. Estos procedimientos permitieron fortalecer la calidad de la información obtenida y contribuir a la confiabilidad de los resultados.

En cuanto al procedimiento de investigación, este se desarrolló mediante una secuencia organizada de etapas que permitieron implementar la estrategia educativa y evaluar sus efectos de manera sistemática. En una primera fase se realizó un diagnóstico inicial con el propósito de identificar las condiciones de aprendizaje existentes antes de la aplicación de los diagramas de flujo. Esta evaluación inicial proporcionó una referencia

para comparar posteriormente los resultados obtenidos y analizar las variaciones producidas durante la intervención.

Posteriormente, se desarrolló la fase de implementación de la estrategia educativa. Durante esta etapa, los estudiantes participaron en actividades de aprendizaje que incorporaban diagramas de flujo como herramienta para representar procedimientos matemáticos, organizar secuencias de resolución y facilitar la toma de decisiones durante el desarrollo de ejercicios relacionados con el cálculo integral. La utilización de estos recursos buscó proporcionar apoyos visuales que favorecieran la comprensión de los contenidos y fortalecieran tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental.

La aplicación de los diagramas de flujo se sustentó en los principios del aprendizaje significativo y del andamiaje cognitivo, los cuales destacan la importancia de proporcionar estructuras que faciliten la organización de la información y la construcción progresiva del conocimiento. Según Chinofunga y otros (2022; 2024), este tipo de representaciones visuales contribuye a mejorar la comprensión de los procedimientos matemáticos y favorece la resolución de problemas al hacer explícitas las decisiones involucradas en cada etapa del proceso.

Una vez concluida la intervención, se desarrolló la fase de evaluación final, orientada a determinar los niveles de aprendizaje alcanzados por los estudiantes después de la implementación de la estrategia educativa. Los resultados obtenidos fueron comparados con los datos recopilados durante la evaluación inicial, permitiendo identificar posibles mejoras en las variables analizadas y valorar el impacto de los diagramas de flujo sobre el proceso de aprendizaje.

La información recopilada fue organizada y procesada mediante técnicas de análisis adecuadas para el tipo de datos obtenidos. Este procedimiento permitió identificar tendencias, comparar resultados y establecer conclusiones respecto a la efectividad de la intervención educativa. La interpretación de los hallazgos se realizó considerando tanto los resultados empíricos obtenidos como los fundamentos teóricos desarrollados en los capítulos precedentes.

Durante todo el proceso investigativo se respetaron principios éticos relacionados con la participación voluntaria, la confidencialidad de la información y el uso responsable

de los datos obtenidos. Los estudiantes fueron considerados participantes activos dentro de la experiencia educativa y la información recopilada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos.

En síntesis, los instrumentos y procedimientos empleados permitieron desarrollar una evaluación integral del aprendizaje y del rendimiento académico en cálculo integral. La combinación de evaluaciones orientadas a diferentes dimensiones del aprendizaje y la aplicación sistemática de una estrategia basada en diagramas de flujo proporcionaron las condiciones necesarias para obtener evidencia sobre la efectividad de esta propuesta de innovación educativa. Los resultados derivados de este proceso constituyen la base para el análisis que será presentado en las siguientes secciones del presente capítulo.

### **3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA EDUCATIVA**

La incorporación de estrategias innovadoras dentro de los procesos de enseñanza constituye una necesidad cada vez más evidente en la educación superior, especialmente en áreas caracterizadas por elevados niveles de complejidad conceptual y procedimental. En el caso del cálculo integral, las dificultades asociadas a la comprensión de conceptos abstractos, la selección de técnicas de resolución y la aplicación de procedimientos matemáticos han impulsado la búsqueda de metodologías capaces de fortalecer el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. En este contexto, los diagramas de flujo emergen como una alternativa pedagógica orientada a facilitar la organización del conocimiento y promover una comprensión más estructurada de los procesos matemáticos.

La estrategia educativa implementada en la presente investigación fue diseñada con el propósito de aprovechar las ventajas que ofrecen las representaciones visuales para el aprendizaje de contenidos complejos. Su desarrollo se sustentó en principios teóricos relacionados con el constructivismo, el aprendizaje significativo, el andamiaje cognitivo y la teoría de la carga cognitiva, enfoques que coinciden en destacar la importancia de proporcionar apoyos que favorezcan la construcción progresiva del conocimiento y faciliten la comprensión de procedimientos de elevada exigencia intelectual.

Los diagramas de flujo fueron concebidos como herramientas destinadas a representar de manera visual la secuencia lógica de decisiones y acciones necesarias para

resolver problemas de cálculo integral. A través de estas representaciones, los estudiantes pudieron identificar con mayor claridad las características de los ejercicios, reconocer patrones matemáticos y seleccionar procedimientos adecuados para cada situación. De esta manera, la estrategia buscó transformar procesos tradicionalmente percibidos como complejos en estructuras organizadas y comprensibles que facilitarían el aprendizaje.

La implementación de la propuesta educativa no se limitó a la utilización aislada de recursos gráficos, sino que implicó la integración de los diagramas de flujo dentro de una metodología de enseñanza orientada al desarrollo de competencias matemáticas. Su aplicación fue concebida como un proceso progresivo mediante el cual los estudiantes participaron activamente en la interpretación, construcción y utilización de representaciones visuales para resolver problemas relacionados con el cálculo integral. Esta participación favoreció la reflexión sobre los procedimientos utilizados y promovió una comprensión más profunda de los contenidos estudiados.

Asimismo, la estrategia fue diseñada para fortalecer simultáneamente el aprendizaje conceptual y el aprendizaje procedimental. Por un lado, los diagramas permitieron visualizar relaciones entre conceptos matemáticos y comprender la lógica que sustenta las diferentes técnicas de integración. Por otro, facilitaron la ejecución ordenada de procedimientos y contribuyeron a mejorar la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Esta integración responde a las recomendaciones de la literatura especializada, que destaca la necesidad de desarrollar ambas dimensiones de manera articulada para favorecer aprendizajes significativos y duraderos (Travero y Roble, 2022; Ballon et al., 2024).

Otro aspecto relevante de la implementación estuvo relacionado con la reducción de la carga cognitiva asociada al aprendizaje del cálculo integral. La organización visual de los procedimientos permitió que los estudiantes concentraran su atención en aspectos esenciales de cada problema, disminuyendo la complejidad percibida y facilitando el procesamiento de la información. Según Chinofunga y otros (2022; 2024), este tipo de representaciones favorece la comprensión matemática al hacer explícitas las decisiones involucradas en cada etapa del proceso de resolución.

Las secciones siguientes describen detalladamente los componentes que conformaron la estrategia educativa, incluyendo el diseño de los diagramas de flujo, los criterios utilizados para su elaboración, las actividades desarrolladas durante la intervención y las formas en que estos recursos fueron incorporados dentro del proceso de enseñanza del cálculo integral. El análisis de estos elementos permitirá comprender cómo la innovación visual propuesta fue llevada a la práctica y cuáles fueron las bases pedagógicas que orientaron su implementación dentro del contexto universitario estudiado.

### **3.2.1. Diseño del programa basado en diagramas de flujo**

El diseño del programa basado en diagramas de flujo constituyó el eje central de la intervención educativa desarrollada en la presente investigación. Su elaboración respondió a la necesidad de proporcionar a los estudiantes una herramienta que facilitara la comprensión de los procedimientos involucrados en el cálculo integral y que contribuyera a fortalecer tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental. Para ello, se diseñó una propuesta metodológica orientada a representar visualmente los procesos de resolución, permitiendo que los estudiantes identificaran con mayor claridad las decisiones necesarias para abordar diferentes tipos de problemas matemáticos.

La construcción del programa se fundamentó en los principios del aprendizaje significativo, según los cuales los nuevos conocimientos adquieren mayor valor cuando logran relacionarse de manera coherente con estructuras cognitivas previamente existentes. Bermejo y otros (2021) sostienen que la organización adecuada de la información favorece la construcción de significados y fortalece la comprensión de contenidos complejos. Bajo esta perspectiva, los diagramas de flujo fueron concebidos como organizadores visuales capaces de estructurar los procedimientos de integración y facilitar la conexión entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes.

Asimismo, el diseño consideró los aportes del constructivismo, enfoque que reconoce al estudiante como protagonista activo de su proceso de aprendizaje. Desde esta visión, los diagramas no fueron utilizados únicamente como materiales de consulta, sino como herramientas destinadas a promover la reflexión, el análisis y la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Çibukçiu (2025) destaca que la construcción del conocimiento se fortalece cuando los estudiantes participan activamente en la

organización y comprensión de la información, aspecto que fue incorporado dentro de la estructura del programa.

Otro fundamento importante estuvo relacionado con la teoría del andamiaje cognitivo. El programa fue diseñado para proporcionar apoyos temporales que permitieran a los estudiantes enfrentar tareas matemáticas de elevada complejidad mediante secuencias visuales organizadas. De acuerdo con van Nooijen y otros (2024), los recursos visuales pueden actuar como mecanismos de apoyo que facilitan la comprensión progresiva de contenidos complejos y contribuyen al desarrollo gradual de la autonomía académica. En consecuencia, los diagramas de flujo fueron concebidos como estructuras orientadoras destinadas a acompañar a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

La teoría de la carga cognitiva también desempeñó un papel relevante en el diseño del programa. La literatura especializada señala que el aprendizaje puede verse afectado cuando los estudiantes deben procesar simultáneamente grandes cantidades de información. Sweller (2020) sostiene que la organización adecuada de los contenidos contribuye a optimizar los recursos cognitivos y favorece la construcción de aprendizajes más eficientes. Considerando este principio, los diagramas de flujo fueron elaborados con una estructura clara y secuencial que permitiera reducir la complejidad percibida de los procedimientos de integración.

El programa se organizó alrededor de los principales contenidos relacionados con el cálculo integral. Para cada tema se diseñaron diagramas específicos orientados a representar las decisiones que los estudiantes debían adoptar durante la resolución de ejercicios. Estos diagramas incluían preguntas orientadoras, condiciones de análisis y rutas de solución que conducían hacia la técnica de integración más adecuada para cada situación. De esta manera, los estudiantes disponían de una guía visual que facilitaba la identificación de patrones y la selección de estrategias de resolución.

Uno de los componentes más importantes del programa fue el diseño de diagramas destinados a la selección de técnicas de integración. Debido a que una de las principales dificultades observadas en los estudiantes radica en determinar qué procedimiento utilizar frente a un determinado problema, se elaboraron diagramas capaces de representar

visualmente los criterios necesarios para tomar esta decisión. Estas representaciones permitieron organizar procesos que habitualmente resultan abstractos o difíciles de sistematizar dentro de la enseñanza tradicional.

La elaboración de los diagramas siguió criterios de claridad, simplicidad y coherencia visual. Se utilizaron símbolos estandarizados para representar procesos, decisiones y secuencias de acción, respetando los principios establecidos para la construcción de diagramas de flujo. Esta organización facilitó la interpretación de los contenidos y favoreció la comprensión de las relaciones existentes entre los diferentes procedimientos matemáticos. La claridad visual fue considerada un aspecto fundamental para garantizar que los estudiantes pudieran utilizar los diagramas como herramientas efectivas de aprendizaje.

De manera complementaria, el programa incorporó actividades prácticas orientadas a promover la utilización activa de los diagramas durante la resolución de problemas. Los estudiantes no solo analizaban diagramas previamente elaborados, sino que también participaban en ejercicios de interpretación, aplicación y construcción de representaciones visuales. Esta dinámica buscó fortalecer la comprensión de los procedimientos y fomentar una participación más activa dentro del proceso de aprendizaje.

Las investigaciones de Chinofunga y otros (2022) señalan que la participación activa en la utilización de diagramas de flujo favorece el desarrollo del razonamiento matemático y mejora la capacidad para resolver problemas. De manera similar, Chinofunga y otros (2024) encontraron que los estudiantes que trabajaban con diagramas procedimentales desarrollaban una mayor claridad en la toma de decisiones y reducían significativamente los errores asociados a la aplicación de técnicas matemáticas. Estos hallazgos respaldaron la incorporación de actividades prácticas como parte esencial del programa diseñado.

Otro aspecto considerado durante el diseño fue la progresividad de los contenidos. Los diagramas fueron organizados siguiendo una secuencia que permitiera avanzar desde procedimientos relativamente simples hacia situaciones de mayor complejidad. Esta estructura favoreció la construcción gradual del conocimiento y permitió que los

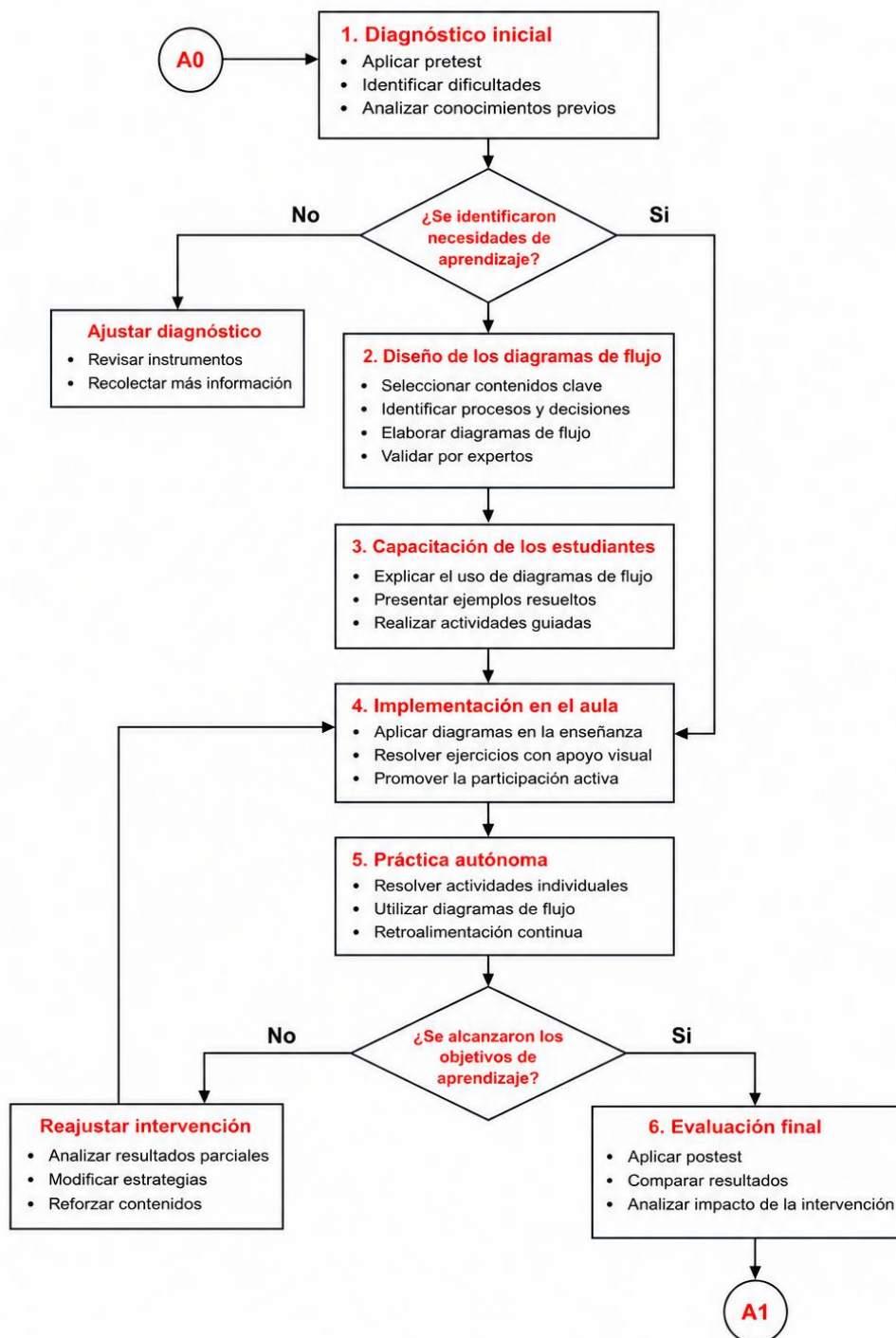
estudiantes consolidaran aprendizajes antes de enfrentarse a desafíos más exigentes. La progresión de contenidos respondió al principio pedagógico según el cual los nuevos conocimientos deben construirse sobre bases previamente fortalecidas.

Asimismo, el programa contempló espacios destinados a la reflexión y análisis de los procedimientos utilizados. Se promovió que los estudiantes explicaran las decisiones adoptadas durante la resolución de problemas y justificaran la elección de determinadas técnicas de integración. Esta estrategia buscó fortalecer la comprensión conceptual y evitar que los diagramas fueran utilizados únicamente como mecanismos de automatización procedimental.

En síntesis, el diseño del programa basado en diagramas de flujo respondió a una propuesta pedagógica orientada a mejorar el aprendizaje del cálculo integral mediante la organización visual de los procedimientos matemáticos. Su construcción se sustentó en principios teóricos relacionados con el aprendizaje significativo, el constructivismo, el andamiaje cognitivo y la carga cognitiva, integrando actividades destinadas a fortalecer la comprensión conceptual, el dominio procedimental y la resolución de problemas. La estructura desarrollada proporcionó a los estudiantes herramientas para organizar su pensamiento, facilitar la toma de decisiones y enfrentar con mayor seguridad los desafíos asociados al aprendizaje del cálculo integral.

### **Figura 3. Estructura general de la intervención**

### C03: Diseño de la intervención educativa basada en diagramas de flujo



#### 3.2.2. Desarrollo de la intervención

La intervención educativa constituyó la fase operativa de la investigación y tuvo como propósito implementar el programa basado en diagramas de flujo dentro del proceso

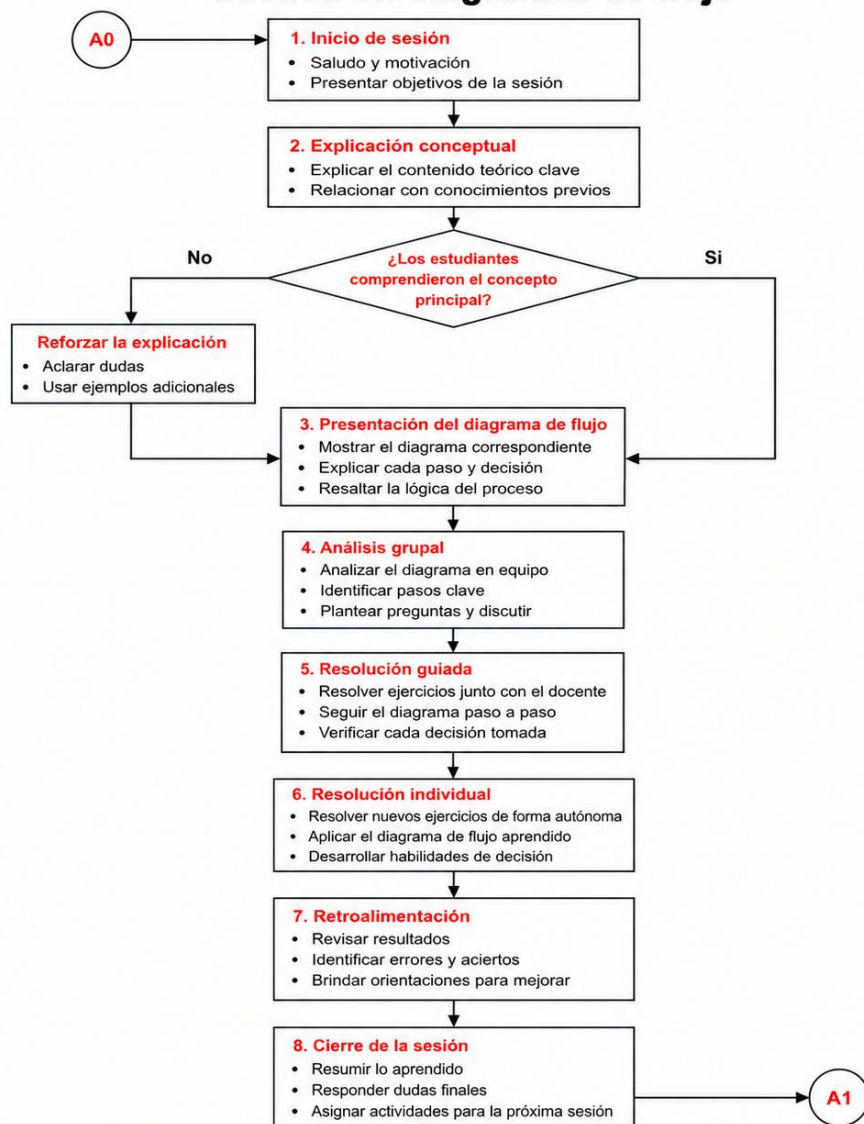
de enseñanza del cálculo integral. Su desarrollo se orientó a promover una experiencia de aprendizaje diferente a la metodología tradicional, incorporando recursos visuales que permitieran a los estudiantes comprender con mayor claridad los procedimientos matemáticos, fortalecer la toma de decisiones y mejorar la resolución de problemas. Esta etapa resultó fundamental para evaluar la aplicabilidad de la propuesta y analizar sus efectos sobre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico.

La intervención se desarrolló de manera progresiva, respetando la secuencia lógica de los contenidos propios del cálculo integral. Antes de iniciar las actividades basadas en diagramas de flujo, se realizó una evaluación diagnóstica con el propósito de identificar los conocimientos previos de los estudiantes y determinar las principales dificultades presentes en relación con los temas que serían abordados durante la experiencia educativa. Esta información permitió adecuar las actividades a las necesidades del grupo y establecer una línea de referencia para la posterior comparación de resultados.

Los resultados iniciales evidenciaron dificultades relacionadas principalmente con la identificación de técnicas de integración, la interpretación de procedimientos matemáticos y la resolución de problemas que requerían la selección de estrategias adecuadas. Estas observaciones coincidieron con los hallazgos reportados por Traveró y Roble (2022), quienes señalaron que gran parte de las dificultades en cálculo integral se encuentran asociadas a limitaciones en la comprensión conceptual y en la capacidad para relacionar distintos conocimientos matemáticos. Asimismo, Ballon y otros (2024) identificaron problemas similares en estudiantes universitarios que mostraban dominio de algunos procedimientos, pero experimentaban dificultades al enfrentarse a situaciones que requerían razonamiento y toma de decisiones.

#### **Figura 4. Secuencia didáctica de una sesión basada en diagramas de flujo**

### C04: Desarrollo de una sesión de aprendizaje basada en diagramas de flujo



Una vez concluida la fase diagnóstica, se inició la implementación del programa de intervención. Durante esta etapa, los diagramas de flujo fueron incorporados como herramientas permanentes de apoyo dentro de las sesiones de aprendizaje. Cada contenido desarrollado estuvo acompañado por representaciones visuales diseñadas para mostrar la secuencia de análisis y las decisiones necesarias para resolver distintos tipos de ejercicios relacionados con el cálculo integral. Estas representaciones permitieron organizar la información de manera estructurada y facilitaron la comprensión de procedimientos que tradicionalmente suelen percibirse como complejos.

Las actividades desarrolladas durante la intervención combinaron explicaciones teóricas, análisis de diagramas y resolución de problemas. En una primera fase de cada sesión, el docente presentaba los conceptos fundamentales relacionados con el tema de estudio. Posteriormente, se analizaban los diagramas de flujo correspondientes, identificando los criterios utilizados para seleccionar procedimientos y las condiciones que determinaban la aplicación de cada técnica de integración. Finalmente, los estudiantes aplicaban los diagramas durante la resolución de ejercicios y problemas matemáticos.

Esta dinámica respondió a los principios del aprendizaje significativo, que destacan la importancia de relacionar nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previamente existentes. Bermejo y otros (2021) sostienen que la organización adecuada de los contenidos favorece la comprensión y fortalece la construcción de significados. En este sentido, los diagramas actuaron como organizadores visuales que permitieron integrar conceptos y procedimientos dentro de una estructura coherente y fácilmente interpretable por los estudiantes.

A medida que avanzaba la intervención, los estudiantes comenzaron a utilizar los diagramas de manera cada vez más autónoma. Inicialmente, las representaciones visuales funcionaron como guías detalladas para orientar la resolución de ejercicios; sin embargo, progresivamente se promovió que los participantes desarrollaran una mayor independencia en la toma de decisiones y utilizaran los diagramas como herramientas de consulta y verificación. Este proceso respondió a los principios del andamiaje cognitivo, según los cuales los apoyos deben disminuir gradualmente conforme el estudiante desarrolla mayores niveles de competencia y autonomía (van Nooijen et al., 2024).

Uno de los aspectos más relevantes observados durante la intervención fue la mejora en la capacidad de los estudiantes para seleccionar técnicas de integración apropiadas. Los diagramas de flujo permitieron visualizar de manera clara las características que debían analizarse antes de elegir un procedimiento, reduciendo la incertidumbre y favoreciendo una toma de decisiones más estructurada. Esta situación coincide con los resultados obtenidos por Chinofunga y otros (2022), quienes encontraron que los diagramas procedimentales mejoran significativamente la organización del pensamiento matemático y facilitan la resolución de problemas.

Asimismo, los estudiantes mostraron una mayor comprensión de la lógica que sustenta los procedimientos matemáticos. En lugar de limitarse a memorizar técnicas de integración, comenzaron a identificar relaciones entre conceptos y a justificar las decisiones adoptadas durante la resolución de ejercicios. Este comportamiento evidenció un fortalecimiento del aprendizaje conceptual y una comprensión más profunda de los contenidos abordados. Según Çibukçiu (2025), este tipo de comprensión se desarrolla cuando los estudiantes logran establecer conexiones significativas entre diferentes ideas matemáticas y construir estructuras cognitivas más organizadas.

Otro resultado observado durante la intervención estuvo relacionado con la reducción de errores procedimentales. La representación visual de los procesos permitió que los estudiantes identificaran con mayor facilidad los pasos necesarios para resolver cada ejercicio y verificaran la coherencia de las decisiones adoptadas. Chinofunga y otros (2024) reportaron resultados similares al demostrar que la utilización de diagramas de flujo contribuye a disminuir errores y mejora la precisión durante la aplicación de procedimientos matemáticos complejos.

La intervención también favoreció la participación activa de los estudiantes dentro del proceso de aprendizaje. Las actividades de análisis e interpretación de diagramas promovieron espacios de discusión y reflexión que permitieron intercambiar ideas sobre las estrategias utilizadas para resolver problemas. Esta interacción fortaleció el razonamiento matemático y contribuyó al desarrollo de una actitud más participativa frente a los contenidos estudiados.

De manera complementaria, se realizaron actividades orientadas a la construcción de diagramas por parte de los propios estudiantes. Esta estrategia tuvo como finalidad consolidar la comprensión de los procedimientos y promover una participación más activa en la organización del conocimiento. La elaboración de diagramas exigió que los participantes identificaran relaciones entre conceptos, analizaran secuencias de decisiones y representaran visualmente procesos matemáticos complejos, fortaleciendo tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental.

Al finalizar la intervención, se observó que los estudiantes mostraban una mayor seguridad al enfrentar problemas de cálculo integral y una mejor capacidad para organizar

sus estrategias de resolución. La familiaridad adquirida con los diagramas de flujo permitió que muchos de ellos desarrollaran procedimientos más sistemáticos y redujeran las dificultades asociadas a la selección de técnicas matemáticas. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Chinofunga y otros (2024), quienes concluyen que los diagramas de flujo favorecen el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y fortalecen la autonomía académica.

En síntesis, el desarrollo de la intervención permitió implementar de manera efectiva una estrategia educativa basada en diagramas de flujo orientada a mejorar el aprendizaje del cálculo integral. La integración de recursos visuales, actividades prácticas y espacios de reflexión favoreció la comprensión de conceptos, fortaleció el dominio procedimental y contribuyó al mejoramiento de la capacidad para resolver problemas matemáticos. Los resultados observados durante esta etapa proporcionan una base importante para comprender los efectos de la propuesta y constituyen el antecedente inmediato para el análisis de los resultados presentados en las siguientes secciones del capítulo.

### **3.3. RESULTADOS**

La etapa de resultados constituye uno de los componentes más importantes de toda investigación, ya que permite presentar de manera sistemática la evidencia obtenida durante el proceso de estudio y valorar el alcance de los objetivos planteados. A través del análisis de los datos recopilados, es posible identificar los cambios producidos en las variables investigadas, determinar la efectividad de las estrategias implementadas y contrastar los hallazgos empíricos con los fundamentos teóricos desarrollados previamente. En el contexto de la presente investigación, esta fase adquiere una relevancia particular debido a que permite evaluar el impacto de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral.

Como se ha señalado en las secciones anteriores, la intervención educativa fue diseñada con el propósito de fortalecer la comprensión conceptual, mejorar el dominio procedimental y favorecer el desempeño académico de los estudiantes mediante el uso de representaciones visuales organizadas. La implementación de diagramas de flujo buscó proporcionar una estructura que facilitara la toma de decisiones durante la resolución de problemas matemáticos, promoviera una mayor comprensión de los procedimientos de

integración y contribuyera a la construcción de aprendizajes más significativos. En consecuencia, el análisis de los resultados permitirá determinar en qué medida estos propósitos fueron alcanzados.

La presentación de los resultados se desarrolla considerando las principales dimensiones evaluadas durante la investigación. En primer lugar, se expondrán los hallazgos relacionados con el aprendizaje conceptual, analizando los cambios observados en la comprensión de los contenidos fundamentales del cálculo integral. Posteriormente, se abordarán los resultados vinculados con el aprendizaje procedimental, poniendo énfasis en la capacidad de los estudiantes para seleccionar técnicas adecuadas, ejecutar procedimientos y resolver ejercicios matemáticos de manera eficiente. Finalmente, se presentarán los resultados asociados al rendimiento académico, permitiendo valorar el efecto global de la estrategia educativa sobre el desempeño de los participantes.

Asimismo, el análisis de los resultados permitirá identificar tendencias, fortalezas y aspectos relevantes observados durante la intervención. La información obtenida proporcionará evidencia sobre la manera en que los estudiantes respondieron a la utilización de diagramas de flujo y permitirá comprender mejor las posibilidades que ofrecen estas herramientas como recursos de innovación educativa dentro de la enseñanza universitaria de las matemáticas.

La interpretación de los hallazgos no se limitará a la descripción de los datos obtenidos. Cada resultado será analizado a la luz de los fundamentos teóricos desarrollados en los capítulos precedentes y de las investigaciones científicas revisadas en torno al aprendizaje matemático, la resolución de problemas y el uso de recursos visuales en educación. Este enfoque permitirá establecer conexiones entre la evidencia empírica y el conocimiento científico existente, fortaleciendo la validez de las conclusiones derivadas del estudio.

En las secciones siguientes se presentan de manera detallada los resultados obtenidos durante la investigación, organizados de acuerdo con las variables y dimensiones analizadas. El propósito de este análisis es ofrecer una visión integral de los efectos observados tras la implementación de la estrategia educativa basada en diagramas

de flujo y proporcionar elementos que permitan valorar su contribución al aprendizaje y rendimiento académico en cálculo integral.

**Tabla 1**

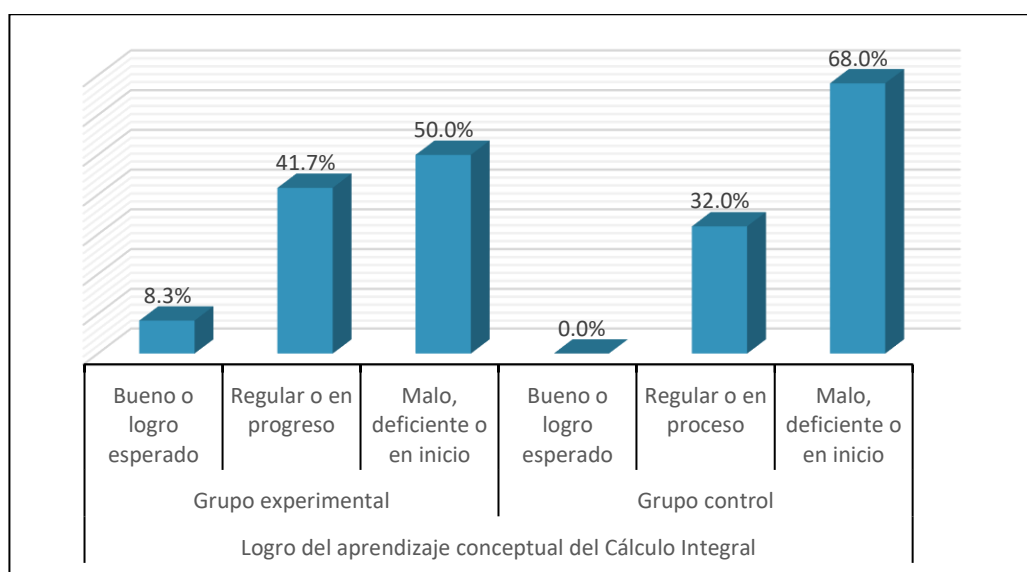
*Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje conceptual del cálculo integral en estudiantes FISII – UNAP*

		Grupo Experimental		Control	
		N	%	N	%
Logro del aprendizaje conceptual del Cálculo Integral	Bueno o logro Esperado	2	8,3%	0	0,0%
	Regular o en Progreso	10	41,7%	8	32,0%
	Malo, deficiente o en inicio	12	50,0%	17	68,0%
Total		24	100,0%	25	100,0%

**Fuente:** Baremo de la lista de cotejo de la evaluación conceptual del Cálculo Integral

**Gráfico 1**

*Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje conceptual del cálculo integral en estudiantes FISII - UNAP*



**Fuente:** Baremo de la lista de cotejo de la evaluación conceptual del Cálculo Integral

**Medidas descriptivas:**

❖ Grupo experimental:

- Mínimo: 07;                      Máximo:      14
- Mediana: 10,50                      Índice de dispersión: 0,14
- Normalidad: Prueba de Shapiro – Wilk:  $P = 0,41$

❖ Grupo control:

- Mínimo: 07                      Máximo:      13
- Mediana: 07                      Índice de dispersión: 0,29
- Normalidad: Prueba de Shapiro – Wilk:  $P < 0,001$

❖ Estadística de prueba: U Mann – Whitney:  $P = 0,024$ .

Los resultados presentados en la Tabla y Figura 1 evidencian el efecto de la aplicación de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje conceptual del Cálculo Integral en estudiantes de la FISI-UNAP. En el grupo experimental, conformado por 24 estudiantes, se observó que el 8,3% (2 estudiantes) alcanzó el nivel de logro esperado, mientras que el 41,7% (10 estudiantes) se ubicó en el nivel de progreso y el 50% (12 estudiantes) presentó un nivel deficiente. Las calificaciones registradas oscilaron entre 7 y 14 puntos, con una mediana de 10,5; ello indica que el 50% de los estudiantes obtuvo puntuaciones inferiores a dicho valor y el 50% restante alcanzó resultados superiores. Asimismo, el comportamiento de las puntuaciones mostró una distribución normal.

Por su parte, en el grupo de control, integrado por 25 estudiantes, no se registraron participantes en el nivel de logro esperado. El 32% (8 estudiantes) alcanzó el nivel de progreso, mientras que el 68% (17 estudiantes) permaneció en el nivel deficiente. Las calificaciones variaron entre 7 y 13 puntos, observándose una mediana de 7; es decir, la mitad de los estudiantes obtuvo puntuaciones iguales o inferiores a este valor y la otra

mitad resultados superiores. A diferencia del grupo experimental, las puntuaciones del grupo de control no presentaron una distribución normal.

Al comparar ambas distribuciones, se aprecia que las calificaciones del grupo experimental muestran una mayor concentración alrededor de la mediana, reflejando una menor dispersión de los resultados y un desempeño más homogéneo entre los estudiantes. Dado que uno de los grupos no cumplió con el supuesto de normalidad, se recurrió a la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para contrastar las diferencias entre ambos grupos.

Los resultados de esta prueba estadística, aplicados con un nivel de significancia del 5%, evidenciaron la existencia de diferencias significativas en el aprendizaje conceptual entre el grupo experimental y el grupo de control. Este hallazgo sugiere que la utilización de diagramas de flujo contribuyó favorablemente al fortalecimiento de la comprensión conceptual del Cálculo Integral en los estudiantes participantes.

**Tabla 2**

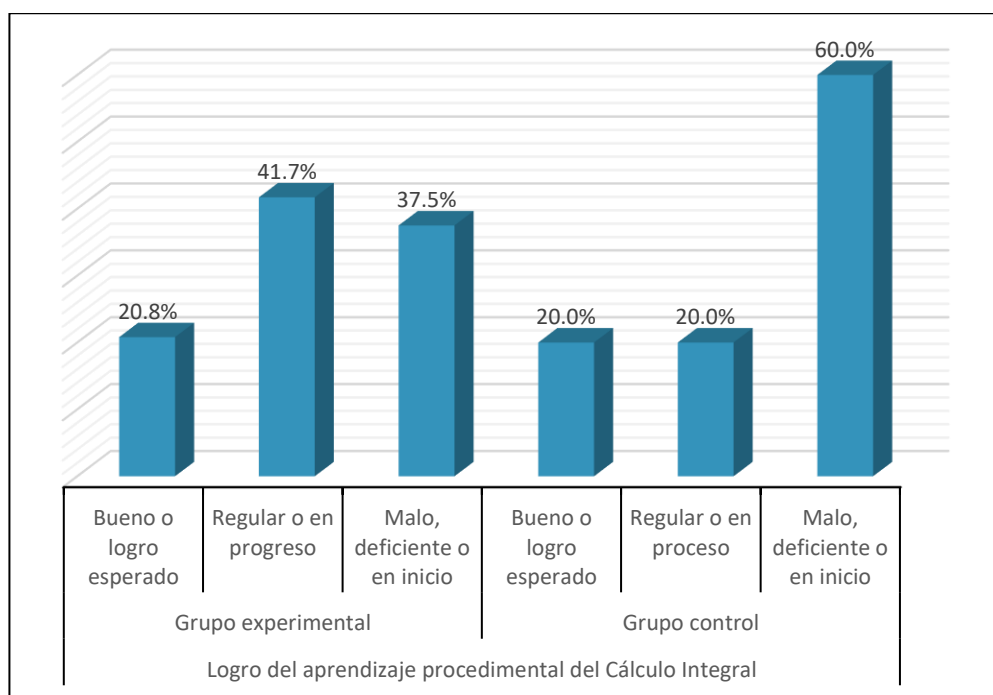
*Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje procedimental del cálculo integral en estudiantes FISII - UNAP*

		Grupo Experimental		Grupo Control	
		N	%	N	%
Logro del aprendizaje procedimental del Cálculo Integral	Bueno o logro Esperado	5	20,8%	5	20,0%
	Regular o en Progreso	10	41,7%	5	20,0%
	Malo, deficiente o en inicio	9	37,5%	15	60,0%
Total		24	100,0%	25	100,0%

**Fuente:** Baremo de la lista de cotejo de la evaluación procedimental del Cálculo Integral

**Gráfico 2**

*Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje procedimental del cálculo integral en estudiantes FISII - UNAP*



**Fuente:** Baremo de la lista de cotejo de la evaluación procedimental del Cálculo Integral

**Medidas descriptivas:**

❖ Grupo experimental:

- Mínimo: 07;                      Máximo:     15
- Mediana: 12                    Índice de dispersión: 0,17
- Normalidad: Prueba de Shapiro – Wilk:  $P = 0,021$

❖ Grupo control:

- Mínimo: 07                      Máximo:     14
- Mediana: 07                    Índice de dispersión: 0,35
- Normalidad: Prueba de Shapiro – Wilk:  $P < 0,001$

❖ Estadística de prueba: U Mann – Whitney:  $P = 0,046$ .

Los resultados presentados en la Tabla y Figura 2 permiten analizar el efecto de la aplicación de los diagramas de flujo sobre el aprendizaje procedimental del Cálculo Integral en estudiantes de la FISI-UNAP. En el grupo experimental, integrado por 24 estudiantes, se observó que el 20,8% (5 estudiantes) alcanzó el nivel de logro esperado, el 41,7% (10 estudiantes) se ubicó en la categoría de progreso y el 37,5% (9 estudiantes) permaneció en el nivel deficiente. Las calificaciones obtenidas oscilaron entre 7 y 15 puntos, registrándose una mediana de 12; esto significa que el 50% de los estudiantes obtuvo puntuaciones inferiores a dicho valor y el otro 50% alcanzó resultados superiores. Asimismo, las puntuaciones no presentaron una distribución normal.

En contraste, el grupo de control, conformado por 25 estudiantes, mostró resultados menos favorables. Del total de participantes, el 20% (5 estudiantes) alcanzó el nivel de logro esperado, otro 20% (5 estudiantes) se ubicó en la categoría de progreso y el 60% (15 estudiantes) permaneció en el nivel deficiente. Las calificaciones registradas variaron entre 7 y 14 puntos, con una mediana de 7; es decir, la mitad de los estudiantes obtuvo puntuaciones iguales o inferiores a este valor y la otra mitad presentó resultados superiores. Al igual que en el grupo experimental, las puntuaciones obtenidas no evidenciaron una distribución normal.

La comparación de los indicadores de dispersión muestra que las calificaciones del grupo experimental presentan una mayor concentración alrededor de la mediana, lo que refleja una distribución más homogénea de los resultados y un mejor desempeño general en relación con el grupo de control. Debido a que las puntuaciones de ambos grupos no cumplieron con el supuesto de normalidad, se empleó la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para determinar la existencia de diferencias significativas entre grupos independientes.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la prueba U de Mann–Whitney, con un nivel de significancia del 5%, evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el aprendizaje procedimental entre el grupo experimental y el grupo de control. Este resultado permite afirmar que la utilización de diagramas de flujo tuvo una influencia positiva en el fortalecimiento de las habilidades procedimentales asociadas al Cálculo Integral, favoreciendo una mejor ejecución de los procedimientos matemáticos y una mayor capacidad para seleccionar y aplicar estrategias de resolución adecuadas.

**Tabla 3.**

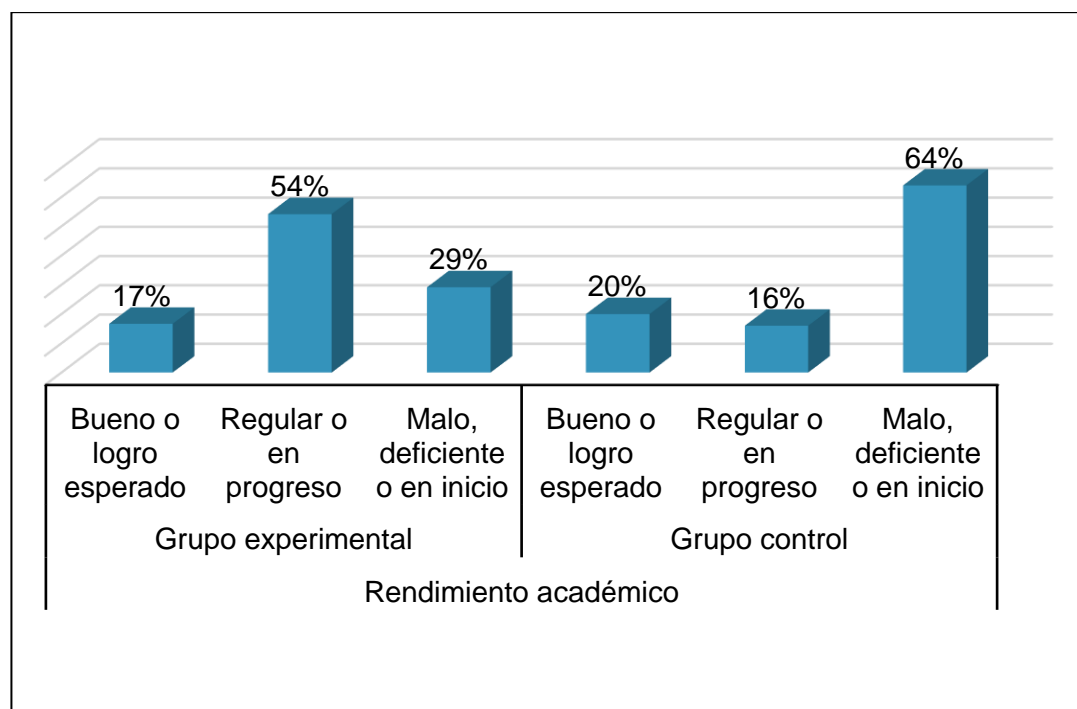
*Rendimiento académico en estudiantes de cálculo integral FISII - UNAP*

		Grupo Experimental		Control	
		N	%	N	%
Rendimiento Académico	Bueno o logro Esperado	4	17,0%	5	20,0%
	Regular o en progreso	13	54,0%	4	16,0%
	Malo, deficiente o en inicio	7	29,0%	16	64,0%
Total		24	100,0%	25	100,0%

Fuente: Sistema Integrado de Gestión Académica Universitaria – UNAP

**Gráfico 3**

*Rendimiento académico en estudiantes de cálculo integral FISII - UNAP*



Fuente: Sistema Integrado de Gestión Académica Universitaria – UNAP

**Medidas descriptivas:**

- ❖ Grupo experimental:

- Mínimo: 9,10;            Máximo: 14,95
- Mediana: 12,125            Índice de dispersión: 0,115
- Prueba de normalidad: Shapiro – Wilk: P – valor: 0,148
- ❖ Grupo control:
  - Mínimo: 8,25            Máximo: 13,70
  - Mediana: 8,40 Índice de dispersión: 0,222
  - Prueba de normalidad: Shapiro – Wilk: P – valor < 0,001
- ❖ Estadística de prueba para la diferencia: U Mann - Whitney:

$$P = 0,025.$$

Los resultados presentados en la Tabla y Figura 3, junto con las medidas descriptivas correspondientes, permiten analizar el efecto de la aplicación de los diagramas de flujo sobre el rendimiento académico en Cálculo Integral de los estudiantes de la FISI-UNAP. En el grupo experimental, conformado por 24 estudiantes, se observó que el 17% (4 estudiantes) alcanzó el nivel de logro esperado, el 54% (13 estudiantes) obtuvo un rendimiento considerado regular y el 29% (7 estudiantes) se ubicó en el nivel deficiente. Las calificaciones registradas oscilaron entre 9,10 y 14,95 puntos, con una mediana de 12,125; esto indica que el 50% de los estudiantes obtuvo rendimientos inferiores a dicho valor y el 50% restante alcanzó puntuaciones superiores. Asimismo, la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk evidenció, con un nivel de significancia del 5%, que los datos del grupo experimental presentan una distribución normal.

Por otro lado, el grupo de control, integrado por 25 estudiantes, mostró una distribución menos favorable de los resultados. Del total de participantes, el 20% (5 estudiantes) alcanzó el nivel de logro esperado, el 16% (4 estudiantes) obtuvo un rendimiento regular y el 64% (16 estudiantes) se ubicó en el nivel deficiente. Las puntuaciones registradas variaron entre 8,25 y 13,70 puntos, con una mediana de 8,4; es decir, la mitad de los estudiantes obtuvo rendimientos inferiores a este valor y la otra mitad alcanzó resultados superiores. A diferencia del grupo experimental, la prueba de

Shapiro–Wilk indicó que las puntuaciones del grupo de control no presentan una distribución normal.

Al comparar ambos grupos, se observa que el grupo experimental alcanzó una mediana considerablemente superior y una menor proporción de estudiantes en condición deficiente, lo que evidencia un mejor desempeño académico general. Del mismo modo, el análisis de los índices de dispersión muestra que las calificaciones del grupo experimental presentan una mayor concentración alrededor de su mediana, reflejando una distribución más homogénea y consistente de los resultados obtenidos.

Debido a que uno de los grupos —en este caso el grupo de control— no cumplió con el supuesto de normalidad, se recurrió a la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para contrastar las diferencias entre ambos grupos independientes. Los resultados de esta prueba, aplicados con un nivel de significancia del 5%, evidenciaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico entre el grupo experimental y el grupo de control.

Estos hallazgos permiten inferir que la implementación de diagramas de flujo tuvo un efecto favorable sobre el rendimiento académico de los estudiantes, contribuyendo a una mejor comprensión de los contenidos, una mayor organización de los procedimientos de resolución y un desempeño más sólido en las actividades relacionadas con el Cálculo Integral. En consecuencia, los resultados respaldan la efectividad de esta estrategia como una herramienta de innovación educativa orientada a fortalecer el aprendizaje matemático en el ámbito universitario.

### **3.3.1. Resultados del aprendizaje conceptual**

El aprendizaje conceptual constituye una de las dimensiones más importantes dentro de la formación matemática universitaria, ya que permite a los estudiantes comprender el significado de los conceptos, establecer relaciones entre diferentes ideas matemáticas y utilizar dichos conocimientos para interpretar y resolver problemas. En el contexto del cálculo integral, esta dimensión adquiere una relevancia particular debido a la naturaleza abstracta de los contenidos involucrados, los cuales exigen niveles elevados de razonamiento, análisis y comprensión. Por esta razón, uno de los principales propósitos de la intervención educativa basada en diagramas de flujo fue fortalecer la comprensión

conceptual de los estudiantes y favorecer una construcción más significativa del conocimiento matemático.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias importantes entre el grupo experimental y el grupo de control en relación con el aprendizaje conceptual alcanzado al finalizar la intervención. En el grupo experimental se observó una mayor proporción de estudiantes ubicados en los niveles superiores de desempeño, mientras que el porcentaje de estudiantes en condición deficiente resultó menor en comparación con el grupo de control. Específicamente, el 8,3% de los estudiantes alcanzó el nivel de logro esperado y el 41,7% se ubicó en la categoría de progreso, mientras que el 50% permaneció en el nivel deficiente. Aunque todavía existe un porcentaje considerable de estudiantes con dificultades conceptuales, la distribución de los resultados muestra una tendencia más favorable respecto al grupo de control, donde no se registraron estudiantes en el nivel de logro esperado y el 68% permaneció en condición deficiente.

Estos resultados sugieren que la utilización de diagramas de flujo contribuyó a mejorar la comprensión de los conceptos fundamentales asociados al cálculo integral. La diferencia observada entre ambos grupos puede explicarse por la capacidad de los diagramas para organizar visualmente la información y representar relaciones entre conceptos, facilitando la construcción de significados por parte de los estudiantes. Según Chinofunga y otros (2024), las representaciones visuales favorecen la comprensión matemática porque permiten estructurar procesos complejos y hacer explícitas las relaciones existentes entre distintos elementos del conocimiento.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, los resultados obtenidos adquieren una especial relevancia. Bermejo y otros (2021) sostienen que el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes logran relacionar nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previamente existentes. En este sentido, los diagramas de flujo actuaron como organizadores visuales capaces de facilitar la integración de conceptos relacionados con la integración, permitiendo que los estudiantes comprendieran con mayor claridad las conexiones entre diferentes contenidos matemáticos. Esta situación habría favorecido la construcción de aprendizajes más sólidos y contribuido al mejor desempeño observado en el grupo experimental.

Los resultados descriptivos también muestran diferencias importantes en las medidas de tendencia central. La mediana obtenida por el grupo experimental fue de 10,5 puntos, mientras que la mediana del grupo de control alcanzó únicamente 7 puntos. Esta diferencia refleja que los estudiantes expuestos a la estrategia basada en diagramas de flujo lograron niveles superiores de comprensión conceptual respecto a aquellos que continuaron con las metodologías tradicionales de enseñanza. Además, la mayor concentración de las evaluaciones alrededor de la mediana en el grupo experimental sugiere que la estrategia no solo benefició a algunos estudiantes en particular, sino que produjo un efecto relativamente homogéneo dentro del grupo intervenido.

Otro aspecto relevante se relaciona con la distribución de las puntuaciones obtenidas. Mientras que los resultados del grupo experimental presentaron una distribución normal, los del grupo de control no cumplieron con este supuesto estadístico. Esta diferencia puede interpretarse como un indicio de mayor estabilidad en el aprendizaje conceptual alcanzado por los estudiantes del grupo experimental. La presencia de una distribución más equilibrada sugiere que la intervención contribuyó a reducir las diferencias extremas de desempeño y favoreció una comprensión más consistente entre los participantes.

Desde una perspectiva pedagógica, estos hallazgos resultan coherentes con los principios del constructivismo. Çibukçiu (2025) señala que la comprensión conceptual se desarrolla cuando los estudiantes participan activamente en la construcción del conocimiento y logran establecer conexiones significativas entre diferentes ideas matemáticas. Los diagramas de flujo favorecieron este proceso al proporcionar una representación visual de los procedimientos y decisiones involucrados en la resolución de problemas, permitiendo que los estudiantes comprendieran no solo qué hacer, sino también por qué hacerlo. Esta comprensión de las relaciones subyacentes constituye uno de los elementos esenciales del aprendizaje conceptual.

Asimismo, los resultados obtenidos coinciden con las observaciones realizadas durante el desarrollo de la intervención. A medida que los estudiantes utilizaban los diagramas de flujo, mostraban una mayor capacidad para identificar características de los ejercicios, interpretar situaciones matemáticas y justificar las decisiones adoptadas

durante la resolución de problemas. Estas conductas reflejan avances en la comprensión conceptual y evidencian una progresiva apropiación de los contenidos estudiados.

La aplicación de la prueba estadística U de Mann–Whitney permitió confirmar que las diferencias observadas entre ambos grupos no responden al azar. Los resultados obtenidos, considerando un nivel de significancia del 5%, evidenciaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el aprendizaje conceptual entre el grupo experimental y el grupo de control. Este hallazgo proporciona sustento empírico para afirmar que la estrategia educativa basada en diagramas de flujo ejerció una influencia positiva sobre la comprensión conceptual del cálculo integral.

Los resultados encontrados también guardan relación con investigaciones previas desarrolladas en el ámbito de la educación matemática. Chinofunga y otros (2022) reportaron que la utilización de diagramas de flujo favorece la organización del pensamiento matemático y mejora la comprensión de procedimientos complejos. De manera similar, Cuásquer y Moreno (2021) encontraron que las representaciones visuales contribuyen significativamente al fortalecimiento de la comprensión matemática y al desarrollo del razonamiento lógico. Los hallazgos de la presente investigación refuerzan estas evidencias y sugieren que los diagramas de flujo pueden constituir una herramienta eficaz para promover aprendizajes conceptuales más profundos en contextos universitarios.

No obstante, los resultados también muestran que aún existe un porcentaje importante de estudiantes que permanecieron en niveles deficientes de aprendizaje conceptual. Esta situación indica que, si bien la estrategia implementada produjo mejoras significativas, la comprensión de conceptos matemáticos complejos continúa representando un desafío para una parte de los estudiantes. Por ello, resulta necesario complementar el uso de diagramas de flujo con otras estrategias pedagógicas que favorezcan la reflexión, la argumentación y la construcción progresiva de significados.

En síntesis, los resultados obtenidos evidencian que la implementación de diagramas de flujo contribuyó significativamente al fortalecimiento del aprendizaje conceptual en cálculo integral. Los estudiantes del grupo experimental alcanzaron mejores niveles de comprensión, obtuvieron puntuaciones superiores y mostraron una

distribución más favorable de los resultados en comparación con el grupo de control. La evidencia estadística confirma la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos, respaldando la efectividad de la estrategia educativa aplicada. Estos hallazgos permiten concluir que los diagramas de flujo constituyen una herramienta valiosa para promover la comprensión conceptual y favorecer aprendizajes más significativos dentro de la enseñanza universitaria de las matemáticas.

### **3.3.2. Resultados del aprendizaje procedimental**

El aprendizaje procedimental constituye una dimensión esencial dentro de la enseñanza del cálculo integral, ya que está directamente relacionado con la capacidad de los estudiantes para aplicar técnicas matemáticas, ejecutar procedimientos de manera adecuada y seleccionar estrategias apropiadas para resolver problemas. A diferencia del aprendizaje conceptual, que se orienta hacia la comprensión de significados y relaciones entre conceptos, el aprendizaje procedimental se centra en el dominio operativo del conocimiento y en la habilidad para transformar principios teóricos en acciones concretas. Por esta razón, uno de los principales objetivos de la intervención educativa basada en diagramas de flujo fue fortalecer las capacidades procedimentales de los estudiantes y mejorar su desempeño durante la resolución de ejercicios e integrales de diversa complejidad.

Los resultados obtenidos muestran diferencias favorables para el grupo experimental respecto al grupo de control. En el grupo que participó de la intervención, el 20,8% de los estudiantes alcanzó el nivel de logro esperado, el 41,7% se ubicó en la categoría de progreso y el 37,5% permaneció en condición deficiente. Por su parte, en el grupo de control, únicamente el 20% alcanzó el nivel de logro esperado, otro 20% se ubicó en progreso y el 60% permaneció en el nivel deficiente. Esta distribución evidencia que los estudiantes expuestos a la estrategia basada en diagramas de flujo lograron mejores niveles de desempeño procedimental y una reducción importante en la proporción de estudiantes con dificultades para aplicar los procedimientos matemáticos.

Las diferencias observadas pueden explicarse por las características propias de la estrategia implementada. Los diagramas de flujo fueron diseñados para representar visualmente los procesos de decisión involucrados en la resolución de integrales, permitiendo que los estudiantes identificaran de manera más clara las condiciones

necesarias para seleccionar una técnica determinada y ejecutar correctamente cada procedimiento. Esta organización visual facilitó la comprensión de las secuencias operativas y redujo la incertidumbre que frecuentemente experimentan los estudiantes cuando deben decidir qué método utilizar frente a un problema específico.

Las medidas descriptivas refuerzan esta interpretación. La mediana obtenida por el grupo experimental alcanzó los 12 puntos, mientras que en el grupo de control la mediana fue de 7 puntos. Esta diferencia refleja un desempeño significativamente superior por parte de los estudiantes que utilizaron diagramas de flujo durante el proceso de aprendizaje. En términos prácticos, ello indica que la mitad de los estudiantes del grupo experimental obtuvo calificaciones superiores a las alcanzadas por la mayoría de los participantes del grupo de control, evidenciando una mejora sustancial en las habilidades procedimentales asociadas al cálculo integral.

Asimismo, el análisis de la dispersión muestra que las evaluaciones del grupo experimental presentaron una mayor concentración alrededor de la mediana, reflejando una distribución más homogénea de los resultados. Esta situación sugiere que la estrategia educativa benefició de manera relativamente uniforme a los estudiantes participantes, favoreciendo una mejora generalizada en las capacidades procedimentales y reduciendo las diferencias de desempeño observadas habitualmente en contextos de enseñanza tradicional.

Desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva, los resultados obtenidos adquieren especial relevancia. Sweller (2020) sostiene que los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando la información se presenta de forma organizada y estructurada, reduciendo la carga cognitiva innecesaria asociada al procesamiento de tareas complejas. Los diagramas de flujo permitieron precisamente organizar los procedimientos matemáticos en secuencias visuales claras, facilitando que los estudiantes concentraran sus recursos cognitivos en la comprensión y aplicación de las técnicas de integración en lugar de invertir esfuerzos excesivos en identificar los pasos que debían seguir.

De igual manera, los hallazgos son consistentes con las propuestas del andamiaje cognitivo. Según van Nooijen y otros (2024), los apoyos visuales favorecen el aprendizaje al proporcionar estructuras que orientan la resolución de tareas complejas y permiten

desarrollar progresivamente la autonomía académica. Durante la intervención, los diagramas actuaron como guías procedimentales que ayudaron a los estudiantes a organizar sus decisiones y ejecutar los procedimientos de manera más eficiente. Con el tiempo, muchos participantes comenzaron a utilizar estas estructuras con mayor independencia, demostrando una progresiva internalización de los procesos matemáticos involucrados.

Las observaciones realizadas durante la intervención permitieron identificar cambios importantes en la manera en que los estudiantes abordaban los ejercicios de cálculo integral. Antes de la aplicación de la estrategia, era frecuente que los participantes mostraran dudas respecto a la selección de técnicas de integración y cometieran errores derivados de decisiones inadecuadas durante el proceso de resolución. Sin embargo, conforme avanzó la intervención, los estudiantes comenzaron a identificar con mayor facilidad los patrones presentes en los ejercicios y a seleccionar procedimientos de manera más sistemática. Este cambio se tradujo en una reducción de errores y en una mayor fluidez durante la resolución de problemas.

Los resultados encontrados coinciden con las investigaciones desarrolladas por Chinofunga y otros (2022), quienes concluyeron que los diagramas de flujo favorecen el desarrollo de habilidades procedimentales al facilitar la organización del pensamiento matemático y la toma de decisiones durante la resolución de problemas. De manera similar, Chinofunga y otros (2024) demostraron que las representaciones visuales contribuyen significativamente a mejorar la precisión procedimental y reducen los errores asociados a la aplicación de algoritmos matemáticos complejos. Los hallazgos de la presente investigación respaldan estas conclusiones y aportan evidencia adicional sobre la efectividad de los diagramas de flujo en contextos universitarios.

La aplicación de la prueba estadística U de Mann–Whitney permitió determinar que las diferencias observadas entre ambos grupos son estadísticamente significativas. Considerando un nivel de significancia del 5%, los resultados obtenidos evidenciaron la existencia de diferencias reales en el aprendizaje procedimental entre el grupo experimental y el grupo de control. Este hallazgo confirma que las mejoras observadas no pueden atribuirse al azar y que la intervención educativa basada en diagramas de flujo

tuvo una influencia positiva sobre el desarrollo de habilidades procedimentales en cálculo integral.

Desde una perspectiva educativa, estos resultados poseen importantes implicancias para la enseñanza universitaria de las matemáticas. La capacidad para seleccionar procedimientos adecuados, aplicar técnicas correctamente y resolver problemas de manera eficiente constituye uno de los pilares del desempeño académico en cálculo integral. En consecuencia, las estrategias que favorecen el fortalecimiento de estas habilidades pueden contribuir significativamente a mejorar la calidad del aprendizaje y reducir las dificultades que tradicionalmente enfrentan los estudiantes en esta disciplina.

No obstante, los resultados también muestran que una proporción de estudiantes continuó presentando dificultades procedimentales incluso después de la intervención. Este hecho sugiere que el desarrollo de habilidades matemáticas complejas requiere procesos continuos de práctica, retroalimentación y acompañamiento pedagógico. Los diagramas de flujo constituyen una herramienta eficaz para apoyar este proceso, pero su efectividad puede potenciarse mediante la integración con otras estrategias orientadas a fortalecer la comprensión y la aplicación del conocimiento matemático.

En síntesis, los resultados obtenidos demuestran que la implementación de diagramas de flujo tuvo un efecto positivo y significativo sobre el aprendizaje procedimental del cálculo integral. Los estudiantes del grupo experimental mostraron mejores niveles de desempeño, una mayor capacidad para seleccionar técnicas de integración y una reducción importante de errores durante la resolución de problemas. La evidencia estadística confirma la existencia de diferencias significativas respecto al grupo de control, respaldando la efectividad de la estrategia educativa aplicada y destacando el potencial de los diagramas de flujo como herramientas para fortalecer las competencias procedimentales en la educación matemática universitaria.

### **3.3.3. Resultados del rendimiento académico**

El rendimiento académico representa una de las variables más relevantes dentro de la investigación educativa, debido a que refleja de manera integral los resultados alcanzados por los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. A diferencia de las dimensiones conceptual y procedimental, que analizan aspectos específicos del desarrollo

cognitivo, el rendimiento académico permite valorar el nivel global de logro alcanzado por los estudiantes en relación con los objetivos educativos propuestos. En el contexto del cálculo integral, esta variable adquiere especial importancia debido a las dificultades que tradicionalmente presentan los estudiantes para comprender conceptos abstractos, aplicar procedimientos complejos y resolver problemas matemáticos de manera eficiente.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control respecto al rendimiento académico alcanzado al finalizar la intervención. En el grupo experimental, integrado por 24 estudiantes, el 17% alcanzó el nivel de logro esperado, el 54% se ubicó en la categoría regular y el 29% permaneció en el nivel deficiente. En contraste, el grupo de control, conformado por 25 estudiantes, presentó una distribución menos favorable, ya que el 20% alcanzó el nivel de logro esperado, el 16% obtuvo un rendimiento regular y el 64% permaneció en condición deficiente. Estos resultados muestran que, aunque ambos grupos registraron estudiantes con niveles altos de desempeño, el grupo experimental logró una distribución significativamente más equilibrada y una reducción considerable del porcentaje de estudiantes con bajo rendimiento.

Uno de los hallazgos más importantes se observa en las medidas de tendencia central. El grupo experimental alcanzó una mediana de 12,125 puntos, mientras que la mediana del grupo de control fue de 8,4 puntos. Esta diferencia refleja un mejor desempeño general de los estudiantes que participaron en la estrategia educativa basada en diagramas de flujo. En términos prácticos, ello indica que la mayoría de los estudiantes del grupo experimental logró niveles de rendimiento superiores a los observados en el grupo de control, evidenciando un impacto positivo de la intervención sobre el desempeño académico global.

Asimismo, las puntuaciones obtenidas por el grupo experimental oscilaron entre 9,10 y 14,95 puntos, mientras que en el grupo de control variaron entre 8,25 y 13,70 puntos. Esta diferencia no solo muestra una mayor amplitud de logros en el grupo experimental, sino también la presencia de puntuaciones máximas superiores, lo que evidencia que algunos estudiantes alcanzaron niveles de desempeño académico más elevados después de participar en la intervención educativa.

El análisis de la dispersión de los resultados proporciona información adicional sobre el efecto de la estrategia implementada. Las evaluaciones del grupo experimental presentaron una mayor concentración alrededor de su mediana, lo que indica una distribución más homogénea del rendimiento académico. Esta situación resulta particularmente relevante porque sugiere que los beneficios de la intervención no se limitaron a un pequeño grupo de estudiantes, sino que produjeron mejoras relativamente consistentes en una proporción importante de los participantes. En otras palabras, la utilización de diagramas de flujo contribuyó a elevar el nivel general de desempeño académico del grupo.

Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados pueden explicarse a partir de la influencia que los diagramas de flujo ejercieron sobre las diferentes dimensiones del aprendizaje. Como se evidenció en las secciones anteriores, la estrategia favoreció tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades procedimentales. Dado que el rendimiento académico constituye una expresión integrada de ambas dimensiones, resulta coherente que las mejoras observadas en la comprensión de conceptos y en la aplicación de procedimientos se reflejaran posteriormente en un mejor desempeño global.

Travero y Roble (2022) señalan que la comprensión conceptual constituye uno de los principales factores asociados al éxito académico en cursos de cálculo integral. Según estos autores, los estudiantes que comprenden los fundamentos matemáticos de los procedimientos muestran una mayor capacidad para resolver problemas y alcanzar mejores resultados académicos. Los hallazgos obtenidos en esta investigación coinciden con dicha afirmación, ya que el fortalecimiento del aprendizaje conceptual observado en el grupo experimental estuvo acompañado por un incremento significativo en los niveles de rendimiento académico.

De manera complementaria, Ballon y otros (2024) sostienen que el rendimiento académico en matemáticas depende en gran medida de la capacidad para integrar conocimientos conceptuales y procedimentales dentro de procesos efectivos de resolución de problemas. Los resultados obtenidos respaldan esta perspectiva, puesto que los estudiantes que utilizaron diagramas de flujo mostraron mejoras en ambas dimensiones del aprendizaje y alcanzaron posteriormente niveles superiores de desempeño académico.

Otro elemento que contribuye a explicar los resultados observados es la capacidad de los diagramas de flujo para reducir la carga cognitiva asociada al aprendizaje de contenidos complejos. Sweller (2020) plantea que los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando la información se presenta de manera organizada y estructurada, permitiendo optimizar los recursos cognitivos disponibles. Durante la intervención, los diagramas facilitaron la organización de procedimientos, la identificación de patrones y la toma de decisiones, permitiendo que los estudiantes dedicaran una mayor atención a la comprensión de los contenidos y menos esfuerzo a la gestión de la complejidad inherente al cálculo integral.

Asimismo, los hallazgos son consistentes con los estudios de Chinofunga y otros (2022; 2024), quienes demostraron que la utilización de diagramas de flujo contribuye a mejorar el rendimiento académico al favorecer la comprensión de procedimientos matemáticos y fortalecer las habilidades de resolución de problemas. Los autores encontraron que los estudiantes que utilizaban representaciones visuales obtenían mejores resultados en las evaluaciones y mostraban una mayor capacidad para transferir conocimientos a nuevas situaciones. La presente investigación confirma estas observaciones y aporta evidencia adicional sobre la efectividad de esta estrategia dentro del contexto universitario.

Desde el punto de vista estadístico, la aplicación de la prueba de Shapiro–Wilk permitió identificar que los resultados del grupo experimental presentaban una distribución normal, mientras que las puntuaciones del grupo de control no cumplían este supuesto. Debido a esta condición, se recurrió a la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para contrastar las diferencias entre ambos grupos. Los resultados obtenidos evidenciaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico con un nivel de significancia del 5%, confirmando que las variaciones observadas no pueden atribuirse al azar.

La significancia estadística encontrada proporciona un respaldo empírico sólido para afirmar que la estrategia educativa basada en diagramas de flujo tuvo una influencia positiva sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Más allá de las diferencias numéricas observadas, los resultados muestran que la intervención permitió mejorar la

calidad del aprendizaje y fortalecer las capacidades necesarias para enfrentar los desafíos asociados al cálculo integral.

No obstante, los hallazgos también evidencian que aún existe un porcentaje de estudiantes que permaneció en niveles deficientes de rendimiento académico. Esta situación pone de manifiesto la complejidad de los procesos de aprendizaje matemático y sugiere la necesidad de continuar desarrollando estrategias complementarias que permitan atender las diferentes necesidades de los estudiantes. Los diagramas de flujo demostraron ser una herramienta eficaz, pero su potencial puede incrementarse cuando se integran con metodologías activas, procesos de retroalimentación continua y espacios de acompañamiento académico.

En síntesis, los resultados obtenidos demuestran que la implementación de diagramas de flujo produjo mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes de cálculo integral. El grupo experimental alcanzó mejores niveles de desempeño, obtuvo puntuaciones superiores y presentó una distribución más favorable de los resultados en comparación con el grupo de control. La evidencia estadística confirma la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos, respaldando la efectividad de la estrategia educativa aplicada. Estos hallazgos permiten concluir que los diagramas de flujo constituyen una herramienta de innovación pedagógica capaz de contribuir significativamente al fortalecimiento del rendimiento académico en la educación matemática universitaria.

### **3.4. DISCUSIÓN**

La discusión de los resultados constituye una etapa fundamental dentro de toda investigación científica, ya que permite interpretar los hallazgos obtenidos a la luz de los fundamentos teóricos y de la evidencia reportada por investigaciones previas. Más allá de la descripción de los datos, este proceso busca explicar el significado de los resultados, identificar posibles factores asociados a los efectos observados y establecer relaciones entre la teoría y la práctica educativa. En el presente estudio, la discusión adquiere especial relevancia debido a que permite analizar la efectividad de los diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa para el fortalecimiento del aprendizaje y del rendimiento académico en cálculo integral.

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control en las tres dimensiones evaluadas: aprendizaje conceptual, aprendizaje procedimental y rendimiento académico. Estas diferencias sugieren que la incorporación de diagramas de flujo dentro del proceso de enseñanza contribuyó favorablemente a la comprensión de los contenidos matemáticos, a la aplicación de procedimientos de integración y al desempeño académico general de los estudiantes. Tales hallazgos respaldan los planteamientos teóricos desarrollados en los capítulos anteriores y coinciden con diversas investigaciones que destacan el potencial de las representaciones visuales para facilitar el aprendizaje de contenidos complejos.

La discusión que se presenta a continuación tiene como propósito analizar de manera crítica los resultados obtenidos, contrastándolos con los aportes de la literatura especializada sobre aprendizaje matemático, resolución de problemas, aprendizaje significativo y utilización de diagramas de flujo en contextos educativos. Este análisis permitirá comprender con mayor profundidad las implicancias pedagógicas de la intervención desarrollada y valorar el alcance de la propuesta como una alternativa para mejorar la enseñanza del cálculo integral en la educación superior.

Asimismo, se examinarán las posibles razones que explican las diferencias encontradas entre los grupos, considerando factores relacionados con la organización visual del conocimiento, la reducción de la carga cognitiva, el fortalecimiento de los procesos de toma de decisiones y la integración de componentes conceptuales y procedimentales. Del mismo modo, se analizarán las coincidencias y divergencias entre los resultados de esta investigación y los hallazgos reportados por estudios previos, con el propósito de situar la experiencia desarrollada dentro del contexto más amplio de la investigación educativa contemporánea.

Las siguientes secciones presentan una discusión detallada de cada una de las dimensiones analizadas, permitiendo comprender cómo la implementación de diagramas de flujo influyó en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y cuáles son las principales contribuciones de esta experiencia para el campo de la educación matemática universitaria.

### 3.4.1. Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten afirmar que la implementación de diagramas de flujo produjo efectos favorables sobre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico de los estudiantes de cálculo integral. La evidencia estadística mostró diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control en las tres dimensiones evaluadas, lo que sugiere que la estrategia educativa aplicada contribuyó al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje y al mejoramiento del desempeño académico. Estos hallazgos adquieren especial relevancia si se considera que el cálculo integral es una de las asignaturas que tradicionalmente presenta mayores niveles de dificultad dentro de la formación universitaria.

En relación con el aprendizaje conceptual, los resultados evidenciaron que los estudiantes del grupo experimental alcanzaron niveles superiores de comprensión respecto al grupo de control. La existencia de estudiantes ubicados en el nivel de logro esperado y el incremento de participantes en la categoría de progreso sugieren que la utilización de diagramas de flujo favoreció la construcción de significados y la comprensión de los conceptos fundamentales asociados al cálculo integral. Estos resultados pueden interpretarse a partir de los principios del aprendizaje significativo, según los cuales el aprendizaje se fortalece cuando los nuevos conocimientos logran relacionarse de manera coherente con estructuras cognitivas previamente existentes. Bermejo y otros (2021) sostienen que la organización adecuada de la información facilita la construcción de significados y contribuye a generar aprendizajes más estables y duraderos.

La mejora observada en el aprendizaje conceptual también puede explicarse por la capacidad de los diagramas de flujo para representar visualmente relaciones entre conceptos y procedimientos. Durante la intervención, los estudiantes dispusieron de herramientas que les permitieron identificar conexiones entre diferentes contenidos matemáticos y comprender la lógica que sustenta las técnicas de integración. Esta situación coincide con lo señalado por Çibukçiu (2025), quien sostiene que la comprensión conceptual se desarrolla cuando los estudiantes logran establecer relaciones significativas entre diferentes ideas y construir estructuras cognitivas organizadas. En este

sentido, los diagramas actuaron como mediadores visuales que facilitaron la comprensión de contenidos abstractos y favorecieron la construcción progresiva del conocimiento.

Por otra parte, los resultados relacionados con el aprendizaje procedimental mostraron una mejora significativa en el grupo experimental. Los estudiantes que participaron en la intervención demostraron una mayor capacidad para seleccionar técnicas de integración, ejecutar procedimientos correctamente y resolver ejercicios matemáticos con menor nivel de error. Este hallazgo resulta particularmente importante debido a que una de las principales dificultades identificadas al inicio del estudio estaba relacionada precisamente con la toma de decisiones durante la resolución de problemas de cálculo integral.

La mejora en las habilidades procedimentales puede interpretarse desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva. Sweller (2020) señala que los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando la información se presenta de manera organizada y estructurada, reduciendo la carga cognitiva innecesaria asociada al procesamiento de tareas complejas. Los diagramas de flujo permitieron representar visualmente secuencias de decisiones y procedimientos, facilitando que los estudiantes concentraran sus esfuerzos en la comprensión y aplicación de los métodos de integración en lugar de invertir recursos cognitivos excesivos en determinar qué pasos debían seguir. Como resultado, se observó una mayor fluidez durante la resolución de problemas y una disminución de errores procedimentales.

Estos hallazgos coinciden con las investigaciones desarrolladas por Chinofunga y otros (2022), quienes encontraron que los diagramas de flujo contribuyen significativamente a mejorar la organización del pensamiento matemático y favorecen el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas. Del mismo modo, Chinofunga y otros (2024) demostraron que las representaciones visuales facilitan la comprensión de procedimientos complejos y fortalecen la capacidad de los estudiantes para tomar decisiones durante la ejecución de tareas matemáticas. Los resultados obtenidos en esta investigación respaldan dichas conclusiones y evidencian que los diagramas de flujo pueden constituir una herramienta eficaz para fortalecer el aprendizaje procedimental en el contexto universitario.

Respecto al rendimiento académico, los resultados mostraron que el grupo experimental alcanzó niveles significativamente superiores a los obtenidos por el grupo de control. La diferencia observada en las medianas de rendimiento y la reducción del porcentaje de estudiantes ubicados en la categoría deficiente sugieren que la estrategia educativa generó un efecto positivo sobre el desempeño académico general. Este resultado puede interpretarse como una consecuencia directa de las mejoras alcanzadas tanto en el aprendizaje conceptual como en el aprendizaje procedimental.

Travero y Roble (2022) sostienen que la comprensión conceptual constituye uno de los principales factores asociados al rendimiento académico en cursos de cálculo integral. Según estos autores, los estudiantes que comprenden los fundamentos matemáticos de los procedimientos poseen una mayor capacidad para enfrentar problemas complejos y alcanzar mejores resultados en las evaluaciones. Los hallazgos de la presente investigación confirman esta relación, ya que las mejoras observadas en la comprensión conceptual estuvieron acompañadas por incrementos significativos en el rendimiento académico.

Asimismo, Ballon y otros (2024) señalan que el éxito académico en matemáticas depende de la integración efectiva entre comprensión conceptual, dominio procedimental y capacidad de resolución de problemas. Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos pueden interpretarse como evidencia de que los diagramas de flujo favorecieron simultáneamente estas tres dimensiones, generando condiciones más favorables para el aprendizaje y contribuyendo al mejoramiento del rendimiento académico.

Otro aspecto relevante de los resultados es la mayor homogeneidad observada en el grupo experimental. Las medidas de dispersión evidenciaron una mayor concentración de las puntuaciones alrededor de la mediana, lo que sugiere que los beneficios de la intervención no se limitaron a un pequeño grupo de estudiantes con alto rendimiento, sino que alcanzaron a una proporción importante de los participantes. Esta situación resulta particularmente valiosa desde una perspectiva educativa, ya que indica que la estrategia tiene potencial para beneficiar a estudiantes con diferentes niveles de desempeño previo.

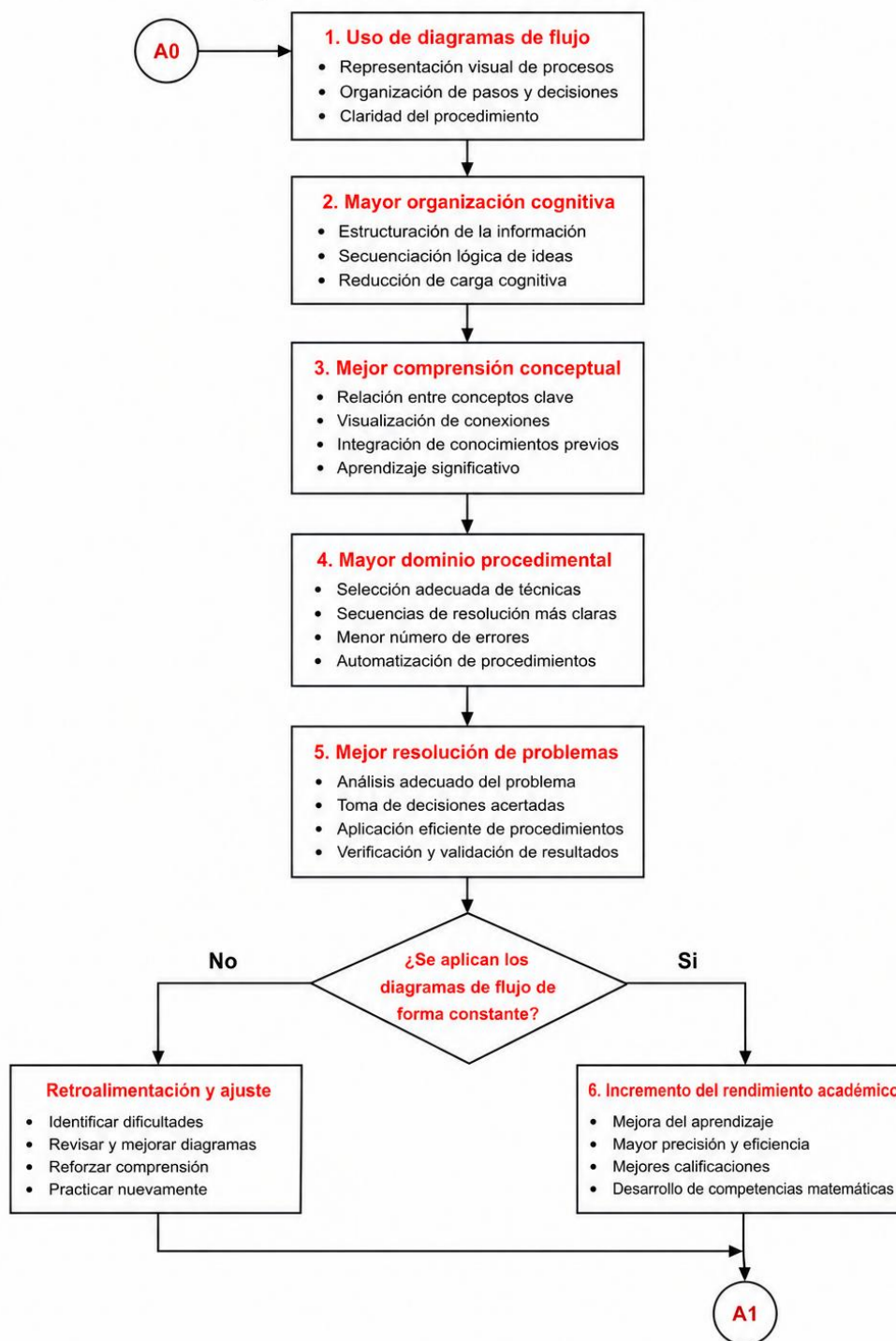
Desde el enfoque del andamiaje cognitivo, este resultado puede explicarse porque los diagramas de flujo proporcionaron apoyos estructurados que facilitaron el aprendizaje

de estudiantes con diferentes niveles de preparación académica. Van Nooijen y otros (2024) sostienen que los recursos visuales pueden actuar como mecanismos de apoyo que permiten enfrentar tareas complejas de manera progresiva, favoreciendo el desarrollo de la autonomía y fortaleciendo la confianza académica. Durante la intervención, los diagramas funcionaron precisamente como estructuras de apoyo que orientaron la toma de decisiones y facilitaron la comprensión de los procedimientos matemáticos.

No obstante, los resultados también muestran que una proporción de estudiantes permaneció en niveles deficientes de desempeño aun después de la intervención. Este hallazgo evidencia que el aprendizaje del cálculo integral continúa representando un desafío significativo y que la mejora de los resultados académicos depende de múltiples factores además de la metodología utilizada. Aspectos relacionados con conocimientos previos, hábitos de estudio, motivación, autoeficacia y dedicación académica pueden influir en los resultados obtenidos y deben ser considerados en futuras investigaciones.

**Figura 5. Relación entre diagramas de flujo y rendimiento académico**

### C05: Relación entre diagramas de flujo y rendimiento académico



En términos generales, la interpretación de los resultados permite concluir que los diagramas de flujo actuaron como herramientas de mediación cognitiva capaces de facilitar la comprensión conceptual, fortalecer el aprendizaje procedimental y mejorar el

rendimiento académico en cálculo integral. La evidencia obtenida respalda los fundamentos teóricos desarrollados en los capítulos anteriores y confirma el potencial de las representaciones visuales como recursos de innovación educativa dentro de la enseñanza universitaria de las matemáticas. Los hallazgos sugieren que la incorporación de estrategias orientadas a organizar visualmente el conocimiento puede contribuir significativamente a mejorar la calidad del aprendizaje y a enfrentar algunas de las dificultades que tradicionalmente caracterizan el estudio del cálculo integral.

### **3.4.2. Contrastación con investigaciones previas**

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la utilización de diagramas de flujo produjo efectos positivos sobre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico en cálculo integral. Estos hallazgos guardan una estrecha relación con diversas investigaciones desarrolladas en el ámbito de la educación matemática y permiten fortalecer la evidencia científica existente respecto a la efectividad de las representaciones visuales como herramientas de innovación educativa. La contrastación con estudios previos resulta fundamental porque permite situar los resultados dentro del contexto académico actual, identificar coincidencias y diferencias, y comprender con mayor profundidad las implicancias de la estrategia implementada.

En relación con el aprendizaje conceptual, los resultados obtenidos coinciden con las conclusiones de Traveró y Roble (2022), quienes encontraron que la comprensión conceptual constituye uno de los factores más importantes para el éxito académico en cursos de cálculo integral. Estos autores demostraron que los estudiantes que desarrollan una comprensión profunda de los conceptos matemáticos presentan mayores niveles de desempeño y una mejor capacidad para interpretar y resolver problemas complejos. De manera similar, en la presente investigación se observó que los estudiantes del grupo experimental alcanzaron mejores resultados en las evaluaciones conceptuales y mostraron una mayor comprensión de los contenidos relacionados con la integración.

La coincidencia entre ambos estudios sugiere que la mejora observada en el aprendizaje conceptual puede atribuirse a la capacidad de los diagramas de flujo para facilitar la organización y comprensión de la información matemática. Al representar visualmente las relaciones entre conceptos y procedimientos, los diagramas favorecieron

la construcción de significados y permitieron que los estudiantes desarrollaran una comprensión más profunda de los contenidos estudiados. Este resultado respalda los planteamientos de Traverro y Roble (2022), quienes sostienen que la comprensión conceptual se fortalece cuando los estudiantes logran establecer conexiones significativas entre diferentes conocimientos matemáticos.

Los resultados también muestran importantes coincidencias con los estudios desarrollados por Chinofunga y otros (2022), quienes analizaron la utilización de diagramas de flujo como herramientas para mejorar el aprendizaje de contenidos matemáticos complejos. Sus hallazgos evidenciaron que los estudiantes que empleaban diagramas procedimentales lograban organizar mejor la información, comprendían con mayor claridad los procesos matemáticos y mostraban una reducción significativa de errores durante la resolución de problemas. Estas conclusiones son consistentes con los resultados de la presente investigación, donde se observó una mejora significativa en el aprendizaje procedimental y una mayor capacidad para seleccionar técnicas de integración adecuadas.

Asimismo, los hallazgos obtenidos coinciden con la investigación de Chinofunga y otros (2024), quienes demostraron que la utilización de diagramas de flujo favorece la toma de decisiones y fortalece la resolución de problemas matemáticos. Los autores encontraron que los estudiantes que utilizaban representaciones visuales desarrollaban una mayor claridad para identificar procedimientos apropiados y mostraban un desempeño superior en actividades de evaluación. De manera similar, en el presente estudio los estudiantes del grupo experimental evidenciaron una mejora significativa en las habilidades procedimentales asociadas al cálculo integral y alcanzaron mejores resultados académicos que los estudiantes del grupo de control.

La coincidencia entre estas investigaciones resulta particularmente relevante porque refuerza la idea de que los diagramas de flujo constituyen herramientas efectivas para la enseñanza de contenidos matemáticos que demandan procesos complejos de análisis y toma de decisiones. Tanto los estudios de Chinofunga y otros (2022; 2024) como los resultados obtenidos en esta investigación coinciden en señalar que las representaciones visuales permiten reducir la complejidad percibida de los

procedimientos matemáticos y favorecen la organización del pensamiento durante la resolución de problemas.

Por otra parte, los resultados encontrados también guardan relación con los aportes de Cuásquer y Moreno (2021), quienes analizaron el uso de diagramas de flujo en procesos educativos orientados al fortalecimiento del razonamiento lógico y la resolución de problemas. Sus hallazgos evidenciaron mejoras significativas en la capacidad de los estudiantes para organizar estrategias de solución, interpretar situaciones problemáticas y aplicar procedimientos matemáticos de manera sistemática. En la presente investigación se observaron resultados similares, especialmente en lo relacionado con el aprendizaje procedimental y la capacidad de los estudiantes para seleccionar técnicas de integración apropiadas.

Desde una perspectiva teórica, los resultados también coinciden con los planteamientos derivados de la teoría del aprendizaje significativo. Bermejo y otros (2021) sostienen que el aprendizaje se fortalece cuando la información es organizada de manera coherente y puede relacionarse con conocimientos previamente adquiridos. Los diagramas de flujo utilizados durante la intervención actuaron precisamente como organizadores visuales que facilitaron la integración de nuevos contenidos dentro de estructuras cognitivas ya existentes. Esta situación contribuye a explicar las mejoras observadas en el aprendizaje conceptual y proporciona un sustento teórico consistente para interpretar los resultados obtenidos.

Asimismo, los hallazgos son coherentes con los postulados del constructivismo. Çibukçiu (2025) destaca que la construcción del conocimiento ocurre de manera más efectiva cuando los estudiantes participan activamente en la organización y comprensión de la información. Durante la intervención, los participantes no solo utilizaron diagramas de flujo como herramientas de consulta, sino que también participaron en procesos de análisis, interpretación y construcción de representaciones visuales. Esta participación activa favoreció la construcción de significados y fortaleció los procesos de aprendizaje observados durante el estudio.

La investigación también coincide con los planteamientos de la teoría de la carga cognitiva desarrollada por Sweller (2020). Según este autor, la organización adecuada de

la información permite optimizar los recursos cognitivos disponibles y facilita el aprendizaje de contenidos complejos. Los diagramas de flujo contribuyeron precisamente a este propósito al estructurar los procedimientos de integración en secuencias visuales claras y organizadas. Como consecuencia, los estudiantes pudieron concentrar sus esfuerzos en la comprensión de los contenidos y reducir la carga cognitiva asociada a la identificación de procedimientos y toma de decisiones.

Otro aspecto importante de la contrastación se relaciona con los resultados obtenidos en el rendimiento académico. Los hallazgos de la presente investigación respaldan las conclusiones de Ballon y otros (2024), quienes sostienen que el rendimiento académico en matemáticas depende de la interacción entre comprensión conceptual, habilidades procedimentales y capacidad de resolución de problemas. En ambos estudios se observa que las estrategias orientadas a fortalecer estas dimensiones producen mejoras significativas en el desempeño académico general de los estudiantes.

No obstante, también es importante reconocer que los resultados obtenidos muestran algunas particularidades propias del contexto de estudio. Aunque se observaron mejoras significativas en todas las dimensiones evaluadas, una proporción de estudiantes permaneció en niveles deficientes de desempeño. Esta situación coincide con lo reportado por diversas investigaciones sobre educación matemática, las cuales señalan que las dificultades asociadas al aprendizaje del cálculo integral responden a múltiples factores y no pueden explicarse únicamente por la metodología utilizada. Aspectos relacionados con conocimientos previos, motivación, hábitos de estudio y características individuales continúan desempeñando un papel importante en los resultados académicos alcanzados.

En términos generales, la contrastación realizada permite afirmar que los resultados obtenidos son consistentes con la evidencia científica existente y refuerzan los hallazgos reportados por investigaciones previas sobre el uso de diagramas de flujo y recursos visuales en educación matemática. La coincidencia observada con estudios nacionales e internacionales fortalece la validez de las conclusiones alcanzadas y proporciona un respaldo académico sólido para considerar los diagramas de flujo como una estrategia pedagógica efectiva para mejorar el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. Asimismo, los resultados contribuyen a ampliar el conocimiento disponible sobre la aplicación de estas herramientas en contextos

universitarios y aportan nuevas evidencias para futuras investigaciones en el campo de la innovación educativa y la enseñanza de las matemáticas.

### **3.4.3. Implicancias educativas**

Los resultados obtenidos en la presente investigación poseen importantes implicancias para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior. La evidencia encontrada demuestra que la incorporación de diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa contribuye significativamente al fortalecimiento del aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico en cálculo integral. Estos hallazgos sugieren la necesidad de replantear algunas prácticas tradicionales de enseñanza y promover metodologías que favorezcan una participación más activa de los estudiantes en la construcción de su conocimiento.

Una de las principales implicancias educativas derivadas de esta investigación se relaciona con la importancia de incorporar recursos visuales dentro de los procesos de enseñanza de las matemáticas. Durante décadas, la enseñanza del cálculo integral se ha caracterizado por el predominio de metodologías centradas en la exposición teórica y la repetición de procedimientos. Aunque estos enfoques han permitido transmitir contenidos matemáticos, con frecuencia han mostrado limitaciones para favorecer una comprensión profunda de los conceptos y para desarrollar habilidades de resolución de problemas. Los resultados obtenidos evidencian que los diagramas de flujo constituyen una alternativa capaz de complementar y enriquecer estos procesos, proporcionando a los estudiantes herramientas que facilitan la organización y comprensión de contenidos complejos.

En este sentido, los hallazgos respaldan los planteamientos de Chinofunga y otros (2022), quienes sostienen que las representaciones visuales permiten estructurar el pensamiento matemático y favorecen la comprensión de procedimientos complejos. Los diagramas de flujo utilizados durante la intervención ayudaron a los estudiantes a identificar relaciones entre conceptos, reconocer patrones de resolución y comprender la lógica que sustenta las diferentes técnicas de integración. Como consecuencia, los participantes mostraron una mayor capacidad para interpretar problemas y seleccionar estrategias adecuadas para resolverlos.

Otra implicancia relevante se relaciona con el fortalecimiento del aprendizaje significativo. Los resultados evidenciaron que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron una mejor comprensión conceptual respecto al grupo de control, situación que puede explicarse por la capacidad de los diagramas de flujo para organizar la información y facilitar la integración de nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previamente existentes. Esta observación coincide con lo señalado por Bermejo y otros (2021), quienes destacan que el aprendizaje significativo se produce cuando los estudiantes logran establecer conexiones coherentes entre los nuevos contenidos y sus conocimientos previos. En consecuencia, la utilización de diagramas de flujo puede constituir una estrategia eficaz para promover aprendizajes más profundos y duraderos en contextos universitarios.

Asimismo, los resultados obtenidos tienen implicancias importantes para el desarrollo de competencias matemáticas. La educación superior actual demanda que los estudiantes no solo memoricen contenidos, sino que desarrollen capacidades relacionadas con el razonamiento, la interpretación, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Los hallazgos de esta investigación muestran que los diagramas de flujo favorecen precisamente el desarrollo de estas habilidades al proporcionar estructuras que orientan el análisis de situaciones matemáticas complejas y facilitan la organización de estrategias de solución. Esta observación coincide con los planteamientos de Ballon y otros (2024), quienes sostienen que el aprendizaje matemático efectivo requiere la integración de comprensión conceptual y dominio procedimental dentro de contextos orientados a la resolución de problemas.

Desde la perspectiva del docente, la investigación pone de manifiesto la necesidad de diversificar las estrategias metodológicas utilizadas en la enseñanza del cálculo integral. Los resultados sugieren que la incorporación de recursos visuales puede contribuir significativamente a mejorar la calidad del aprendizaje y favorecer una mayor participación de los estudiantes dentro del proceso educativo. Esto implica que los docentes deben asumir un papel más activo en el diseño de materiales didácticos innovadores y en la creación de experiencias de aprendizaje que promuevan la comprensión y la reflexión, más allá de la simple repetición de ejercicios.

Otra implicancia importante se relaciona con la atención a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje presentes en las aulas universitarias. No todos los estudiantes procesan la información de la misma manera ni desarrollan las mismas estrategias para aprender contenidos matemáticos complejos. Los diagramas de flujo ofrecen una alternativa pedagógica que puede beneficiar especialmente a aquellos estudiantes que requieren apoyos visuales para organizar la información y comprender procedimientos abstractos. En este sentido, la estrategia implementada contribuye a generar entornos de aprendizaje más inclusivos y adaptados a las necesidades de diferentes perfiles estudiantiles.

Los resultados también poseen implicancias desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva. Sweller (2020) señala que los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando los contenidos se presentan de manera organizada y estructurada, reduciendo la sobrecarga de información que puede dificultar el aprendizaje. Los diagramas de flujo utilizados durante la intervención permitieron simplificar procesos complejos y facilitar la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Por ello, su utilización puede contribuir a optimizar el procesamiento cognitivo de los estudiantes y favorecer mejores resultados académicos.

De igual manera, la investigación aporta evidencias relevantes para la aplicación de estrategias basadas en el andamiaje cognitivo. Van Nooijen y otros (2024) sostienen que los apoyos estructurados favorecen el aprendizaje al proporcionar orientación durante la ejecución de tareas complejas. Los diagramas de flujo funcionaron precisamente como mecanismos de apoyo que guiaron a los estudiantes durante la resolución de integrales, permitiéndoles desarrollar progresivamente mayores niveles de autonomía. Esta experiencia demuestra que los recursos visuales pueden utilizarse como herramientas de acompañamiento pedagógico capaces de facilitar la transición hacia formas más independientes de aprendizaje.

En el ámbito institucional, los hallazgos sugieren la conveniencia de promover programas de formación docente orientados al diseño y utilización de recursos visuales dentro de la enseñanza universitaria. Muchas de las dificultades asociadas al aprendizaje de las matemáticas no dependen exclusivamente de los contenidos, sino también de las metodologías empleadas para enseñarlos. La capacitación de los docentes en el uso de

estrategias innovadoras podría contribuir significativamente a mejorar la calidad de los procesos educativos y favorecer una enseñanza más centrada en el aprendizaje del estudiante.

Por otra parte, los resultados obtenidos abren nuevas posibilidades para la incorporación de tecnologías educativas. Los diagramas de flujo pueden integrarse fácilmente dentro de plataformas virtuales, sistemas interactivos de aprendizaje y recursos digitales orientados a la enseñanza de las matemáticas. Esta posibilidad resulta especialmente relevante en un contexto donde la educación superior experimenta una creciente digitalización de sus procesos formativos. La combinación de recursos visuales y herramientas tecnológicas podría potenciar aún más los beneficios observados durante la presente investigación.

Sin embargo, también es importante reconocer que los diagramas de flujo no constituyen una solución única para todas las dificultades asociadas al aprendizaje del cálculo integral. Los resultados muestran que, aunque se produjeron mejoras significativas, algunos estudiantes continuaron presentando dificultades académicas. Esta situación evidencia que el aprendizaje matemático es un fenómeno complejo influenciado por múltiples factores, entre ellos la motivación, los conocimientos previos, los hábitos de estudio y las características individuales de cada estudiante. En consecuencia, los diagramas de flujo deben considerarse como parte de un conjunto más amplio de estrategias orientadas a fortalecer el aprendizaje.

En síntesis, las implicancias educativas derivadas de esta investigación permiten afirmar que los diagramas de flujo constituyen una herramienta pedagógica valiosa para la enseñanza del cálculo integral en la educación superior. Su utilización favorece la comprensión conceptual, fortalece el aprendizaje procedimental, mejora el rendimiento académico y contribuye al desarrollo de competencias matemáticas fundamentales. Asimismo, promueve metodologías más activas, facilita la organización del conocimiento y proporciona apoyos que ayudan a los estudiantes a enfrentar con mayor éxito los desafíos asociados al aprendizaje matemático. Estos hallazgos respaldan la necesidad de continuar explorando e incorporando estrategias de innovación educativa que contribuyan a mejorar la calidad de la enseñanza universitaria y a fortalecer la formación académica de los futuros profesionales.

El presente capítulo permitió trasladar los fundamentos teóricos desarrollados en los capítulos anteriores hacia un escenario de aplicación concreta, evidenciando cómo una estrategia de innovación educativa basada en diagramas de flujo puede influir en el aprendizaje del cálculo integral en estudiantes universitarios. A través del caso de estudio desarrollado, fue posible analizar no solo la implementación de la propuesta metodológica, sino también sus efectos sobre dimensiones fundamentales del proceso educativo, como el aprendizaje conceptual, el aprendizaje procedimental y el rendimiento académico.

La descripción del contexto y del diseño metodológico permitió comprender las condiciones bajo las cuales se desarrolló la investigación y los procedimientos empleados para evaluar la efectividad de la intervención. Asimismo, la exposición de la estrategia educativa evidenció que los diagramas de flujo fueron concebidos como herramientas orientadas a organizar visualmente el conocimiento matemático, facilitar la toma de decisiones y fortalecer la comprensión de procedimientos complejos asociados al cálculo integral. Su aplicación respondió a principios pedagógicos sustentados en el aprendizaje significativo, el constructivismo, el andamiaje cognitivo y la teoría de la carga cognitiva.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control en las tres variables analizadas. En el aprendizaje conceptual se observaron mejoras relacionadas con la comprensión de los contenidos y la capacidad para establecer relaciones entre conceptos matemáticos. En el aprendizaje procedimental se evidenció una mayor habilidad para seleccionar técnicas de integración, ejecutar procedimientos y resolver problemas de manera organizada. Finalmente, en el rendimiento académico se constató un desempeño superior por parte de los estudiantes que participaron en la intervención basada en diagramas de flujo.

La discusión de los resultados permitió interpretar estos hallazgos a la luz de la literatura científica especializada y contrastarlos con investigaciones previas. Las coincidencias encontradas con estudios desarrollados por Traverro y Roble (2022), Chinofunga y otros (2022; 2024), Ballon y otros (2024), entre otros autores, fortalecen la validez de los resultados y confirman el potencial de las representaciones visuales como recursos capaces de favorecer el aprendizaje matemático. Del mismo modo, las implicancias educativas derivadas de la investigación ponen de manifiesto la necesidad

de promover metodologías que integren recursos visuales, participación activa y procesos orientados a la construcción significativa del conocimiento.

Si bien los resultados obtenidos fueron favorables, también evidenciaron que el aprendizaje del cálculo integral continúa representando un desafío para una parte de los estudiantes. Esta situación confirma que los procesos educativos están influenciados por múltiples factores y que ninguna estrategia, por sí sola, puede resolver todas las dificultades presentes en el aprendizaje matemático. Sin embargo, la experiencia desarrollada demuestra que los diagramas de flujo constituyen una herramienta valiosa que puede contribuir significativamente a mejorar la comprensión de contenidos complejos y fortalecer el desempeño académico en contextos universitarios.

En términos generales, los hallazgos obtenidos permiten afirmar que la innovación visual aplicada a través de diagramas de flujo representa una alternativa pedagógica pertinente para la enseñanza del cálculo integral. Su capacidad para organizar procedimientos, facilitar la comprensión de conceptos y apoyar la resolución de problemas convierte a esta estrategia en un recurso con amplias posibilidades de aplicación dentro de la educación superior. Más allá de los resultados específicos de la investigación, la experiencia desarrollada pone de manifiesto que la transformación de las prácticas educativas requiere metodologías capaces de responder a las necesidades de los estudiantes y de promover formas más significativas de aprender matemáticas.

Con ello concluye el análisis empírico de la obra, proporcionando las bases necesarias para formular las reflexiones finales que se presentan en el capítulo siguiente. Estas reflexiones permitirán integrar los principales aportes teóricos y prácticos derivados de la investigación, así como valorar las contribuciones de los diagramas de flujo al fortalecimiento del aprendizaje y del rendimiento académico en cálculo integral.

# REFLEXIONES FINALES

La educación matemática universitaria enfrenta actualmente el desafío de formar estudiantes capaces de comprender, interpretar y aplicar conocimientos en contextos cada vez más complejos. Dentro de este escenario, el cálculo integral continúa siendo una de las asignaturas que presenta mayores dificultades para los estudiantes, no solo por la complejidad de sus contenidos, sino también por las exigencias cognitivas que implica la comprensión de conceptos abstractos, la selección de procedimientos adecuados y la resolución de problemas que requieren razonamiento y análisis. Esta realidad ha impulsado la búsqueda de nuevas estrategias pedagógicas orientadas a transformar las formas tradicionales de enseñanza y a generar experiencias de aprendizaje más significativas.

La experiencia desarrollada en esta obra permite reflexionar sobre la importancia de la innovación educativa como una necesidad permanente dentro de la educación superior. Innovar no significa únicamente incorporar nuevas herramientas o recursos didácticos, sino repensar la manera en que los estudiantes construyen conocimiento y las formas en que los docentes pueden facilitar ese proceso. En este sentido, los diagramas de flujo demostraron ser mucho más que simples representaciones gráficas; se convirtieron en instrumentos de mediación cognitiva capaces de ayudar a los estudiantes a organizar ideas, visualizar procedimientos y comprender relaciones matemáticas que, en muchas ocasiones, resultan difíciles de identificar mediante enfoques tradicionales.

Uno de los principales aprendizajes derivados de esta investigación es que la comprensión matemática mejora cuando los estudiantes logran visualizar el conocimiento. Las matemáticas suelen percibirse como una disciplina altamente simbólica y abstracta, lo que puede generar barreras para quienes enfrentan dificultades para interpretar conceptos complejos. Los diagramas de flujo permitieron transformar procesos matemáticos abstractos en secuencias visuales organizadas, facilitando la comprensión de las decisiones involucradas en la resolución de problemas y

proporcionando una estructura que orientó el aprendizaje. Esta experiencia confirma que la visualización constituye una herramienta poderosa para favorecer la construcción de significados y fortalecer el aprendizaje.

Asimismo, los resultados obtenidos invitan a reflexionar sobre la estrecha relación existente entre comprensión conceptual y dominio procedimental. Durante mucho tiempo, la enseñanza de las matemáticas ha estado marcada por una separación artificial entre comprender y hacer. Sin embargo, la evidencia obtenida muestra que ambas dimensiones se fortalecen mutuamente. Los estudiantes que comprendieron mejor los conceptos fundamentales del cálculo integral fueron también quienes mostraron una mayor capacidad para aplicar procedimientos y resolver problemas. Del mismo modo, la práctica organizada de procedimientos contribuyó a consolidar la comprensión conceptual. Esta relación confirma la necesidad de promover metodologías que integren ambas dimensiones dentro de experiencias de aprendizaje coherentes y articuladas.

Otra reflexión importante se relaciona con el papel del docente en los procesos de innovación educativa. La implementación de diagramas de flujo evidenció que el profesor deja de ser únicamente un transmisor de información para convertirse en un diseñador de experiencias de aprendizaje. Su función consiste en crear condiciones que permitan a los estudiantes explorar, interpretar, construir relaciones y desarrollar autonomía intelectual. Esta transformación exige una actitud abierta al cambio, disposición para experimentar nuevas metodologías y compromiso con la mejora continua de las prácticas pedagógicas.

La investigación también pone de manifiesto la importancia de reconocer la diversidad de formas de aprender presentes dentro de las aulas universitarias. No todos los estudiantes procesan la información de la misma manera ni enfrentan los desafíos académicos utilizando las mismas estrategias. Algunos requieren apoyos visuales, otros necesitan mayor tiempo de reflexión y otros aprenden mejor mediante la práctica constante. En este contexto, los diagramas de flujo representan una alternativa que amplía las posibilidades de acceso al conocimiento y contribuye a generar entornos educativos más inclusivos y adaptados a diferentes necesidades de aprendizaje.

De igual manera, la experiencia desarrollada permite reflexionar sobre el potencial de los recursos visuales dentro de la enseñanza de las matemáticas. Tradicionalmente,

estas herramientas han sido más frecuentes en disciplinas vinculadas al diseño, la ingeniería o las ciencias aplicadas; sin embargo, los resultados obtenidos demuestran que también pueden desempeñar un papel fundamental dentro del aprendizaje matemático. La capacidad de representar procesos, relaciones y secuencias de decisión convierte a los diagramas de flujo en recursos especialmente valiosos para abordar contenidos caracterizados por altos niveles de complejidad cognitiva.

No obstante, esta investigación también invita a reconocer que ninguna estrategia educativa constituye una solución absoluta a los desafíos del aprendizaje. A pesar de los resultados favorables observados, algunos estudiantes continuaron presentando dificultades académicas. Este hecho recuerda que el aprendizaje es un fenómeno multidimensional influenciado por factores personales, sociales, emocionales y contextuales. La motivación, los conocimientos previos, la confianza académica, los hábitos de estudio y las condiciones del entorno continúan desempeñando un papel importante en los resultados obtenidos por los estudiantes. Por ello, las estrategias de innovación deben entenderse como componentes de un proceso más amplio orientado a fortalecer la calidad educativa.

Desde una perspectiva más amplia, la experiencia presentada en esta obra permite reafirmar la necesidad de construir una educación matemática centrada en la comprensión y no únicamente en la memorización. Las demandas profesionales del siglo XXI requieren individuos capaces de analizar información, resolver problemas, tomar decisiones y adaptarse a situaciones nuevas. Estas capacidades difícilmente pueden desarrollarse mediante enfoques centrados exclusivamente en la repetición de procedimientos. Por el contrario, requieren experiencias educativas que promuevan la reflexión, el razonamiento y la construcción activa del conocimiento.

Finalmente, los hallazgos de esta investigación permiten sostener que los diagramas de flujo poseen un importante potencial para transformar la manera en que los estudiantes aprenden cálculo integral. Su capacidad para organizar el pensamiento, facilitar la comprensión y fortalecer la resolución de problemas los convierte en herramientas valiosas para la innovación educativa. Más allá de los resultados específicos obtenidos, esta experiencia demuestra que cuando la enseñanza incorpora estrategias que ayudan a los estudiantes a visualizar el conocimiento, comprender los procesos y

construir significado, las matemáticas dejan de ser percibidas como una sucesión de procedimientos difíciles de memorizar y comienzan a convertirse en un sistema lógico, comprensible y accesible.

En última instancia, la principal enseñanza de esta obra es que los diagramas no solo organizan procesos matemáticos; también tienen la capacidad de transformar la manera en que los estudiantes piensan, aprenden y se relacionan con el conocimiento. Por ello, hablar de diagramas que cambian mentes no constituye únicamente una metáfora, sino una expresión que resume el verdadero propósito de toda innovación educativa: generar nuevas formas de comprender el mundo y de construir aprendizaje significativo a través de experiencias que despierten la curiosidad, fortalezcan el pensamiento y promuevan el desarrollo integral de las personas.

# CONCLUSIONES

La implementación de diagramas de flujo como estrategia de innovación educativa influyó significativamente en el aprendizaje del cálculo integral de los estudiantes universitarios, evidenciándose mejoras en la comprensión conceptual, en el dominio procedimental y en el rendimiento académico. Los resultados obtenidos confirman que la organización visual de los procesos matemáticos constituye un recurso eficaz para fortalecer la construcción del conocimiento y facilitar el aprendizaje de contenidos caracterizados por elevados niveles de complejidad.

Los diagramas de flujo contribuyeron al fortalecimiento del aprendizaje conceptual al permitir que los estudiantes comprendieran con mayor claridad las relaciones existentes entre los diferentes conceptos del cálculo integral. La representación visual de procedimientos y decisiones favoreció la construcción de significados, facilitó la integración de conocimientos previos con nuevos contenidos y promovió una comprensión más profunda de los fundamentos matemáticos involucrados en los procesos de integración.

La estrategia educativa implementada mejoró significativamente el aprendizaje procedimental de los estudiantes. La utilización de diagramas de flujo permitió organizar secuencias de resolución, facilitar la selección de técnicas de integración y reducir errores asociados a la aplicación de procedimientos matemáticos. Como consecuencia, los estudiantes desarrollaron una mayor capacidad para resolver ejercicios de manera sistemática, eficiente y fundamentada.

El rendimiento académico de los estudiantes que participaron en la intervención basada en diagramas de flujo fue significativamente superior al alcanzado por los estudiantes del grupo de control. Este resultado evidencia que las mejoras observadas en las dimensiones conceptual y procedimental se reflejaron en un mejor desempeño global, confirmando la estrecha relación existente entre comprensión conceptual, dominio procedimental y éxito académico en el aprendizaje del cálculo integral.

Los resultados obtenidos respaldan los postulados del aprendizaje significativo, el constructivismo, el andamiaje cognitivo y la teoría de la carga cognitiva, al demostrar que

la organización visual de la información favorece la comprensión de contenidos complejos y optimiza los procesos de aprendizaje. Los diagramas de flujo funcionaron como herramientas de apoyo que facilitaron la construcción progresiva del conocimiento y promovieron una participación más activa de los estudiantes durante el proceso educativo.

La utilización de diagramas de flujo favoreció el desarrollo de competencias matemáticas relacionadas con el razonamiento, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Los estudiantes mostraron una mayor capacidad para analizar situaciones matemáticas, identificar procedimientos adecuados y justificar las estrategias utilizadas, aspectos que resultan fundamentales para la formación profesional y académica en contextos universitarios.

La contrastación de los resultados con investigaciones previas permitió verificar la consistencia de los hallazgos obtenidos con la evidencia científica existente sobre el uso de recursos visuales en educación matemática. Las coincidencias encontradas con estudios desarrollados por diversos autores fortalecen la validez de la propuesta y confirman el potencial de los diagramas de flujo como herramientas de innovación pedagógica aplicables a la enseñanza de contenidos matemáticos complejos.

La experiencia desarrollada demuestra que la innovación educativa no depende exclusivamente de la incorporación de nuevas tecnologías, sino también del diseño de estrategias pedagógicas capaces de transformar la manera en que los estudiantes interactúan con el conocimiento. En este sentido, los diagramas de flujo representan una alternativa metodológica accesible, flexible y adaptable a distintos contextos de enseñanza, con capacidad para contribuir significativamente a la mejora de los procesos de aprendizaje.

Si bien la estrategia implementada produjo resultados favorables, los hallazgos evidencian que el aprendizaje del cálculo integral continúa siendo un proceso complejo influenciado por múltiples factores académicos y personales. Por ello, resulta necesario complementar el uso de diagramas de flujo con otras metodologías activas, estrategias de acompañamiento y recursos didácticos que permitan atender las diversas necesidades de aprendizaje presentes en la educación superior.

En términos generales, la investigación permite concluir que los diagramas de flujo constituyen una herramienta pedagógica eficaz para fortalecer el aprendizaje y el rendimiento académico en cálculo integral. Su capacidad para organizar el pensamiento matemático, facilitar la comprensión de procedimientos y promover aprendizajes significativos los convierte en un recurso valioso para la enseñanza universitaria, aportando nuevas posibilidades para la innovación educativa y el mejoramiento de la formación matemática de los estudiantes.

# RECOMENDACIONES

Se recomienda a los docentes universitarios incorporar diagramas de flujo como recurso didáctico complementario dentro de la enseñanza del cálculo integral, debido a su capacidad para organizar procedimientos, facilitar la toma de decisiones y fortalecer la comprensión de contenidos matemáticos complejos. Su utilización puede contribuir significativamente a mejorar el aprendizaje conceptual y procedimental de los estudiantes.

Las instituciones de educación superior deberían promover programas de capacitación docente orientados al diseño y aplicación de estrategias de innovación educativa basadas en recursos visuales. El fortalecimiento de las competencias pedagógicas del profesorado permitirá ampliar las posibilidades de implementación de metodologías activas que favorezcan aprendizajes más significativos y un mejor desempeño académico.

Se recomienda integrar los diagramas de flujo dentro de materiales educativos, guías de aprendizaje, manuales de ejercicios y recursos digitales utilizados en los cursos de cálculo integral. Su incorporación sistemática puede facilitar la comprensión de los procedimientos matemáticos y proporcionar a los estudiantes herramientas de apoyo para el estudio autónomo.

Los docentes deberían fomentar la participación activa de los estudiantes en la elaboración y análisis de diagramas de flujo, promoviendo espacios donde puedan representar procedimientos matemáticos, justificar decisiones y reflexionar sobre las estrategias utilizadas durante la resolución de problemas. Esta práctica contribuye al fortalecimiento del razonamiento matemático y de las competencias de aprendizaje autónomo.

Se recomienda extender la aplicación de diagramas de flujo a otros cursos de matemáticas universitarias, tales como cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, matemática discreta y métodos numéricos, con el propósito de evaluar su efectividad en diferentes contextos de aprendizaje y ampliar las posibilidades de innovación educativa dentro de la formación matemática.

Las universidades deberían impulsar el desarrollo de recursos tecnológicos interactivos que incorporen diagramas de flujo dentro de plataformas virtuales de aprendizaje. La integración de estas herramientas con entornos digitales puede potenciar los beneficios observados en esta investigación y favorecer experiencias educativas más dinámicas, accesibles y personalizadas.

Se recomienda complementar el uso de diagramas de flujo con metodologías activas de enseñanza, tales como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos. La combinación de estas estrategias puede contribuir a fortalecer el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la construcción significativa del conocimiento matemático.

Los estudiantes deberían utilizar diagramas de flujo como herramientas de organización cognitiva durante sus actividades académicas, especialmente en la resolución de problemas que impliquen múltiples procedimientos o decisiones. Esta práctica puede favorecer una mejor comprensión de los contenidos y facilitar el desarrollo de hábitos de estudio más estructurados y eficientes.

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el alcance del estudio incorporando muestras más numerosas, diferentes programas académicos y diversas instituciones de educación superior. Esto permitirá contrastar los resultados obtenidos y fortalecer la evidencia científica sobre la efectividad de los diagramas de flujo en la enseñanza de las matemáticas.

Finalmente, se sugiere desarrollar investigaciones orientadas a analizar el impacto de los diagramas de flujo sobre otras variables educativas, tales como la motivación académica, la autoeficacia matemática, el pensamiento crítico, la creatividad y las competencias digitales. Estos estudios contribuirán a comprender de manera más integral el potencial de esta herramienta como estrategia de innovación educativa en el contexto universitario contemporáneo.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aramburú, R. (2015). *Organizadores visuales como facilitadores del aprendizaje del curso de Biomateriales en los alumnos del III ciclo de la escuela de Estomatología de la Universidad Antenor Orrego. Trujillo 2014*. Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela de Postgrado. Trujillo - Perú: Sección de Postgrado de Educación. Retrieved 24 de junio de 2024, from <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/982>

Arancibia, V., Herrera, P., & Strasser, K. (2008). *Manual de Psicología Educacional* (Sexta ed.). Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile. Retrieved 20 de julio de 2024.

Ausubel, D. (2012). *La adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Springer Science & Business Media. Retrieved 08 de noviembre de 2025, from [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=wfckBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ausubel,+D.+P.+\(2021\).+The+acquisition+and+retention+of+knowledge:+A+cognitive+view.+Springer&ots=mb0ykqV-BR&sig=owtIcCTAMeVaRw9t5i6c\\_EyhnzY#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=wfckBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ausubel,+D.+P.+(2021).+The+acquisition+and+retention+of+knowledge:+A+cognitive+view.+Springer&ots=mb0ykqV-BR&sig=owtIcCTAMeVaRw9t5i6c_EyhnzY#v=onepage&q&f=false)

Ballon, E., Romero, F., Flores, A., & Flores, M. (2024). Evaluación de las habilidades de resolución de problemas y de procedimiento en estudiantes de primer año de una institución de educación superior peruana. *Revista EURASIA de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología*, 20(2), 1 - 11. Retrieved 12 de septiembre de 2025, from [https://www.ejmste.com/download/evaluating-problem-solving-and-procedural-skills-of-first-year-students-in-a-peruvian-higher-14154.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ejmste.com/download/evaluating-problem-solving-and-procedural-skills-of-first-year-students-in-a-peruvian-higher-14154.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Beltrán, A., & La Serna, K. (2009). *¿Qué explica la evolución del rendimiento académico universitario? Un estudio de caso en la Universidad del Pacífico*. Universidad del

Pacífico, Centro de investigación. Lima - Perú: Centro de investigación de la Universidad del Pacífico. Retrieved 24 de agosto de 2024, from [http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0915%20-%20Beltran\\_La%20Serna.pdf](http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0915%20-%20Beltran_La%20Serna.pdf)

Bermejo, V., Ester, P., & Morales, I. (13 de enero de 2021). Programa de Intervención Constructivista para la Mejora del Rendimiento Matemático Basado en Resultados Empíricos del Desarrollo (PEIM). *Frontiers in Psychology*, *11*, 1 - 12. <https://doi.org/10.3389>

Chinofunga, M. D., Chigeza, P., & Taylor, S. (22 de febrero de 2024). ¿Cómo pueden los diagramas de flujo procedimentales contribuir al desarrollo de habilidades para la resolución de problemas matemáticos? *Revista de Investigación en Educación Matemática*, *37*, 85 - 123. Retrieved 04 de septiembre de 2025, from [https://link.springer.com/article/10.1007/s13394-024-00483-3?utm\\_source](https://link.springer.com/article/10.1007/s13394-024-00483-3?utm_source)

Chinofunga, M., Chigeza, P., & Taylo, S. (2022). Los diagramas de flujo de procedimientos pueden mejorar las matemáticas en la educación secundaria superior., (págs. 130 - 137). Launceston - Australia. Retrieved 16 de septiembre de 2025, from [https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED623874.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED623874.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Çibukçiu, B. (11 de abril de 2025). El impacto de los métodos constructivistas en la resolución de problemas matemáticos de los estudiantes. *Discover Education*, *4*(83), 1 - 8. Retrieved 14 de septiembre de 2025, from [https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-025-00475-w?utm\\_source=chatgpt.com](https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-025-00475-w?utm_source=chatgpt.com)

Colaboradores de Wikipedia. (08 de abril de 2024). *Aprendizaje cognitivo*. Retrieved 05 de septiembre de 2025, from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cognitive\\_apprenticeship&oldid=1217964745](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cognitive_apprenticeship&oldid=1217964745)

Colaboradores de Wikipedia. (07 de julio de 2025). *Aprendizaje activo*. Retrieved 05 de septiembre de 2025, from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Active\\_learning&oldid=1299278653](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Active_learning&oldid=1299278653)

Colaboradores de Wikipedia. (12 de junio de 2025). *Jerome Bruner*. Retrieved 05 de septiembre de 2025, from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jerome\\_Bruner&oldid=1295243066](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jerome_Bruner&oldid=1295243066)

Colaboradores de Wikipedia. (24 de julio de 2025). *Organizador gráfico*. Retrieved 05 de septiembre de 2025, from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Graphic\\_organizer&oldid=130220896](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Graphic_organizer&oldid=130220896)

Cuásquer, M., & Moreno, A. (enero de 2021). Estudio sobre los diagramas de flujo en la resolución de problemas matemáticos. *UNIMAR*, 39(1), 45 - 55. Retrieved 16 de septiembre de 2025, from [https://www.researchgate.net/publication/378419213\\_How\\_can\\_procedural\\_flowcharts\\_support\\_the\\_development\\_of\\_mathematics\\_problem-solving\\_skills](https://www.researchgate.net/publication/378419213_How_can_procedural_flowcharts_support_the_development_of_mathematics_problem-solving_skills)

Donovan, M. (2021). *UNA VISIÓN GENERAL DE Bruner y Piaget: Constructivistas cognitivos*. Universidad de Aarhus. Retrieved 12 de septiembre de 2025, from [https://pure.au.dk/ws/portalfiles/portal/219941388/An\\_Overview\\_of\\_Bruner\\_and\\_Piaget\\_Cognitive\\_Constructivists\\_19th\\_July\\_2021.pdf](https://pure.au.dk/ws/portalfiles/portal/219941388/An_Overview_of_Bruner_and_Piaget_Cognitive_Constructivists_19th_July_2021.pdf)

Dorner, C., & Ableitinger, C. (18 de noviembre de 2022). Conocimiento matemático procedimental y uso de la tecnología por parte de estudiantes de secundaria superior. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), 1 - 14. Retrieved 16 de septiembre de 2025, from <https://www.ejmste.com/download/procedural-mathematical-knowledge-and-use-of-technology-by-senior-high-school-students-12712.pdf>

Faber, T., Dankbaar, M., van den Broek, W., Bruinink, L., Hogeveen, M., & Merriënboer, J. (2024). Efectos del andamiaje adaptativo en el rendimiento, la carga cognitiva y la participación en el aprendizaje basado en juegos: un ensayo controlado

aleatorizado. *BMC Medical Education*, 24(943), 1 - 19.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12909-024-05698-3>

Hechter, J., Stols, G., & Combrinck, C. (09 de septiembre de 2022). La relación recíproca entre el conocimiento conceptual y procedimental: un estudio de caso de dos problemas de cálculo. *Revista Africana de investigación en Educación Matemática, Científica y Tecnológica*, 26(2), 111 - 124.  
<https://doi.org/10.1080/18117295.2022.2101271>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2018). *Metodología de la Investigación*. México D. F., México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V. Retrieved 30 de junio de 2024.

Huang, X., Lo, C., He, J., Xu, S., & Kinshuk. (2024). Diseño de recursos educativos abiertos basados en el andamiaje para la enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria china: perspectivas desde la evaluación formativa multicíclica. *Smart Learning Environments*, 11(49), 1 - 23.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40561-024-00337-2>

Hurrell, D. (febrero de 2021). Conocimiento conceptual o conocimiento procedimental o conocimiento conceptual y conocimiento procedimental: ¿Por qué la conjunción es importante para los docentes? *Revista australiana de formación docente*, 46(2), 57 - 71. Retrieved 12 de septiembre de 2025, from [https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1296887.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1296887.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística* (3 ed.). (M. F. Barrera Morales, Ed.) Caracas, Venezuela: Fundación SYPAL. <https://doi.org/ISBN 980-6306-06-6>

La Organización Internacional de Normalización. (1985). *Procesamiento de la información: símbolos y convenciones de documentación para diagramas de flujo de datos, programas y sistemas, diagramas de red de programas y diagramas de recursos del sistema*. Retrieved 07 de septiembre de 2025, from [https://cdn.standards.iteh.ai/samples/11955/1b7dd254a2a54fd7a89d616dc0570e18/ISO-5807-1985.pdf?utm\\_source](https://cdn.standards.iteh.ai/samples/11955/1b7dd254a2a54fd7a89d616dc0570e18/ISO-5807-1985.pdf?utm_source)

- Li, J. (20 de junio de 2022). Uso de diagramas de flujo para enseñar teorías electrónicas básicas en la formación en ingeniería. *Sostenibilidad*, 14(12), 1 - 12. Retrieved 12 de septiembre de 2025, from <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/12/7516>
- Muñoz, J. M., Ontoria, A., & Molina, A. (06 de abril de 2011). El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 343 - 361. Retrieved 26 de junio de 2024, from <https://www.redalyc.org/pdf/2810/281021734006.pdf>
- Perú. Ministerio de Educación. (08 de junio de 2016). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Lima, Perú: MINEDU. Retrieved 11 de agosto de 2024, from <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4551>:  
<http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4551>
- Prakash, S. (08 de febrero de 2024). Constructivismo en la educación: Explorando las contribuciones de Piaget, Vygotsky y Bruner. *Revista Internacional de Ciencia e Investigación*, 12(7), 273 - 278. <https://doi.org/10.21275/SR23630021800>
- Preciado, G. (2012). Orientación Educativa. *Recopilación: Organizadores gráficos, Primera*, 1 - 30. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara. Retrieved 27 de junio de 2024, from [http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/organizadores\\_graficos\\_preciado\\_0.pdf](http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/organizadores_graficos_preciado_0.pdf)
- Quiñóñez, E. (22 de enero de 2025). *Red de conocimiento y conexión profesional*. Retrieved 26 de febrero de 2025, from INSPENET: <https://inspenet.com/articulo/diagrama-de-causa-y-efecto/>
- Romero Ramos, E. (2015). *ESTADÍSTICA PARA TODOS.COM*. Retrieved 30 de enero de 2025, from Tema 3b: Medidas de dispersión: <https://estadisticaparatodos.com/medidas-de-dispersion/#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20dispersi%C3%B3n%20respecto%20a%20la%20mediana,->

Podemos definir una  $\alpha$ -mediana como el menor número de datos que representa al menos el  $\alpha$  por ciento de la muestra.

Supo, J. (2014). *Seminarios de Investigación Científica* (2 ed.). Paucarpata, Arequipa, Perú: BIOESTADISTICO EIRL. Retrieved 30 de junio de 2024, from [www.seminariosdeinvestigacion.com](http://www.seminariosdeinvestigacion.com)

Sweller, J. (enero de 2020). Teoría de la carga cognitiva y tecnología educativa. *Investigación y Desarrollo en Tecnología Educativa*, 68(1), 1 - 16. Retrieved 09 de noviembre de 2025, from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1243787>

Travero, A., & Roble, D. (05 de diciembre de 2022). Predictores de la comprensión conceptual de los estudiantes sobre el cálculo del volumen de sólidos de revoluciones en Cálculo Integral. *El científico de Palawan*, 14(2), 76 - 84. Retrieved 12 de septiembre de 2025, from [https://www.palawanscientist.org/tps/wp-content/uploads/2022/12/Travero-and-Roble\\_Galley-Proof\\_2.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.palawanscientist.org/tps/wp-content/uploads/2022/12/Travero-and-Roble_Galley-Proof_2.pdf?utm_source=chatgpt.com)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (mayo de 2006). Clasificación Internacional Normalizada de la Educación. *CINE 1997, Primera*, 49. Paris, Francia: Instituto de Estadística UNESCO. Retrieved 10 de septiembre de 2024, from <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-1997-sp.pdf>

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. (18 de abril de 2023). Reglamento de Estudios de Pregrado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. *REPUNAP*, 42. (C. Universitario, Ed.) Iquitos, Maynas, Perú: UNAP. Retrieved 11 de agosto de 2024.

van Nooijen, C., de Koning, B., Bramer, W., Isahakyan, A., Asoodar, M., Kok, E., . . . Paas, F. (2024). Un enfoque de la teoría de la carga cognitiva para comprender el andamiaje experto de las tareas de resolución de problemas visuales: una revisión del alcance. *Educational Psychology Review*, 36(12), 1 - 42. Retrieved 06 de

septiembre de 2025, from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10648-024-09848-3.pdf>

Wang, R., Zulkifli, N., & Mohd Ayub, A. (17 de agosto de 2024). Investigación del impacto del modelo de aprendizaje cognitivo estratificado en el desempeño matemático de estudiantes de secundaria. *Education Sciences*, 14(898). Retrieved 16 de septiembre de 2025, from [https://www.mdpi.com/2227-7102/14/8/898?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/2227-7102/14/8/898?utm_source=chatgpt.com)

Yevilao, A. (2019). Programas Educativos: ¿En qué se ha basado su construcción durante la última década? *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 387 - 400. Retrieved 13 de febrero de 2025, from <https://www.redalyc.org/journal/3498/349861666038/349861666038.pdf>

Zimmermann, A., Ethan, E., & Diptiman, D. (09 de enero de 2024). Eficacia y utilidad de los diagramas de flujo en el aprendizaje en el aula: un estudio de métodos mixtos. *Revista estadounidense de educación farmacéutica*, 88(1). Retrieved 12 de septiembre de 2025, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002945923044911>

Zuo, M., Chen, G., Li, J., & Sun, S. (11 de julio de 2023). Los efectos del uso del andamiaje en el aprendizaje en línea: un metaanálisis. *Ciencias de la educación*, 13(7), 1 - 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci13070705>