



Efecto del uso del diagrama de flujo en el rendimiento académico del Cálculo Integral en estudiantes universitarios

Effect of using flowcharts on the academic performance of Integral Calculus in university students

Efeito do uso de fluxogramas no desempenho acadêmico em Cálculo Integral em estudantes universitários

ARTÍCULO ORIGINAL

Lic. Manuel Tuesta Moreno

ejcesj@gmail.com

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

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Iquitos - Perú

Ing. Jorge Augusto Bartens Lopez, Mtro

jorgebartens@gmail.com

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

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Iquitos - Perú

Ing. Rony Torres Monzón

rtorresmonzon@gmail.com

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

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática Iquitos - Perú

Ing. Antonio Noronha Gómez

antonionoronha@gmail.com

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

Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de ingeniería de Sistemas e Informática Iquitos - Perú

Ing. Emanuel Jhire Tuesta Vega

etuesta.sistemas@gmail.com

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

Electro Oriente S. A., Iquitos - Perú

Recibido 15 de Noviembre 2025 | Arbitrado y aceptado 28 de Noviembre 2025 | Publicado el 26 de Diciembre 2025

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del uso del diagrama de flujo en el rendimiento académico del Cálculo Integral en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), durante el semestre académico 2024-II. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo evaluativo y diseño cuasiexperimental con grupo de control y grupo experimental. La muestra estuvo conformada por 49 estudiantes, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se aplicaron instrumentos de evaluación conceptual y procedimental validados por juicio de expertos. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en el aprendizaje conceptual, procedimental y en el rendimiento académico global. Se concluye que el uso del diagrama de flujo constituye una estrategia didáctica eficaz para mejorar el aprendizaje del Cálculo Integral en educación superior.

Palabras clave: Cálculo Integral; diagramas de flujo; rendimiento académico; aprendizaje conceptual; aprendizaje procedimental.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of using flowcharts on the academic performance of students in Integral Calculus at the Faculty of Systems and Computer Engineering of the National University of the Peruvian Amazon (UNAP) during the 2024-II academic semester. The study adopted a quantitative, evaluative approach with a quasi-experimental design, including a control group and an experimental group. The sample consisted of 49 students, selected through non-probability convenience sampling. Conceptual and procedural assessment instruments, validated by expert judgment, were applied. The results showed statistically significant differences favoring the experimental group in conceptual and procedural learning, as well as in overall academic performance. It is concluded that the use of flowcharts constitutes an effective teaching strategy for improving the learning of Integral Calculus in higher education.

Keywords: Integral Calculus; flowcharts; academic performance; conceptual learning; procedural learning.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do uso de fluxogramas no desempenho acadêmico de estudantes de Cálculo Integral na Faculdade de Engenharia de Sistemas e Computação da Universidade Nacional da Amazônia Peruana (UNAP) durante o semestre letivo de 2024-II. O estudo adotou uma abordagem quantitativa e avaliativa com delineamento quase-experimental, incluindo um grupo de controle e um grupo experimental. A amostra foi composta por 49 estudantes, selecionados por amostragem de conveniência não probabilística. Foram aplicados instrumentos de avaliação conceitual e procedimental, validados por especialistas. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas em favor do grupo experimental na aprendizagem conceitual e procedimental, bem como no desempenho acadêmico geral. Conclui-se que o uso de fluxogramas constitui uma estratégia de ensino eficaz para aprimorar a aprendizagem de Cálculo Integral no ensino superior.

Palavras-chave: Cálculo Integral; fluxogramas; desempenho acadêmico; aprendizagem conceitual; aprendizagem procedimental.

Introducción

El Cálculo Integral constituye uno de los cursos fundamentales en la formación universitaria de ingenieros y científicos, debido a su relevancia en la modelación de fenómenos físicos, económicos y tecnológicos. No obstante, su enseñanza representa un desafío persistente en la educación superior, dado el alto nivel de abstracción conceptual que exige y la complejidad procedimental asociada a la aplicación de métodos de integración. Diversos estudios han documentado que los estudiantes universitarios presentan dificultades para comprender los fundamentos teóricos del cálculo, así como para ejecutar de manera coherente y justificada los procedimientos algorítmicos, lo cual se refleja en bajos niveles de rendimiento académico y elevados índices de desaprobación (Ballón et al., 2024; Traverro & Roble, 2022).

En el contexto universitario peruano, esta problemática se ve agravada por una enseñanza previa centrada predominantemente en la memorización de fórmulas y la repetición mecánica de algoritmos, lo que limita la transferencia del conocimiento matemático a situaciones nuevas o contextualizadas. En este sentido, el rendimiento académico en Cálculo Integral no puede entenderse únicamente como la obtención de una calificación numérica, sino como el resultado de la interacción entre la comprensión conceptual y la competencia procedimental del estudiante (Hurrell, 2021; Hechter et al., 2022).

Frente a esta realidad, la investigación educativa ha resaltado la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras que favorezcan la organización cognitiva, la visualización de procesos y la participación activa del estudiante en la construcción de su aprendizaje. Entre estas estrategias, los diagramas de flujo han cobrado especial relevancia como organizadores visuales capaces de representar secuencias lógicas de decisiones y operaciones, facilitando la comprensión de procesos matemáticos complejos (Aramburú, 2015; Muñoz et al., 2011).

Estudios recientes han evidenciado que el uso de diagramas de flujo en la enseñanza de las matemáticas contribuye a reducir errores procedimentales, mejorar la fluidez en la resolución de problemas y fortalecer la capacidad de transferir conocimientos a nuevos contextos (Chinofunga et al., 2024; Cuásquer & Moreno, 2021).

Asimismo, se ha demostrado que estos organizadores gráficos permiten articular de manera integrada las dimensiones conceptual y procedimental del aprendizaje, promoviendo un rendimiento académico más sólido y sostenible (Chinofunga et al., 2022).

Desde el marco teórico, el uso de diagramas de flujo encuentra sustento en el constructivismo cognitivo, el aprendizaje significativo de Ausubel y la teoría del andamiaje instruccional. Estas perspectivas coinciden en que el aprendizaje se potencia cuando los estudiantes relacionan los nuevos contenidos con conocimientos previos, organizan sus esquemas mentales y reciben apoyos temporales que facilitan la comprensión y aplicación del conocimiento (Ausubel, 2012; Bruner, 2022; van Nooijen et al., 2024).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto del uso del diagrama de flujo en el rendimiento académico del Cálculo Integral en estudiantes universitarios de Ingeniería de Sistemas, considerando de manera específica su influencia en el aprendizaje conceptual y procedimental.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo evaluativo, ya que buscó explicar el comportamiento del rendimiento académico del Cálculo Integral en función de la aplicación de un programa educativo basado en diagramas de flujo (Hurtado, 2000). El diseño empleado fue cuasiexperimental, con grupo de control y grupo experimental, dado que los grupos de estudio fueron intactos y correspondieron a secciones ya establecidas del curso de Cálculo Integral durante el semestre académico 2024-II (Hernández et al., 2018).

La población estuvo conformada por 49 estudiantes matriculados en la asignatura de Cálculo Integral de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. La muestra coincidió con el total de la población y se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. El grupo experimental estuvo integrado por 24 estudiantes y el grupo control por 25.

Como técnica de recolección de datos se utilizó la observación directa, aplicándose listas de cotejo para evaluar el aprendizaje conceptual y procedimental del Cálculo Integral (Supo, 2014). Los instrumentos permitieron valorar aspectos relacionados con la identificación de conceptos, el uso del lenguaje matemático, la coherencia de los procedimientos, la argumentación y la secuenciación lógica de los pasos. Ambos instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos, garantizando su pertinencia y confiabilidad (Hurtado, 2000).

El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando el software SPSS Statistics versión 27. En primer lugar, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Dependiendo del cumplimiento de los supuestos estadísticos, se aplicaron pruebas paramétricas (t de Student para muestras independientes y relacionadas) o pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney y Wilcoxon), con un nivel de significancia del 5 % (Hernández et al., 2018; Romero Ramos, 2015).

Resultados

El presente apartado tiene como finalidad exponer los resultados obtenidos tras la aplicación del programa educativo basado en diagramas de flujo en el grupo experimental, en comparación con el grupo control, considerando las mediciones realizadas antes y después de la intervención.

En primer lugar, se presentan los resultados correspondientes al **logro del aprendizaje conceptual del Cálculo Integral**, analizando las variaciones observadas entre ambos grupos y la magnitud de las diferencias alcanzadas tras la intervención pedagógica. Estos resultados permiten evaluar el impacto del uso de diagramas de flujo en la comprensión de los conceptos fundamentales del cálculo, tales como la integral indefinida, la sumatoria y la integral definida.

En segundo lugar, se exponen los resultados relacionados con el **logro del aprendizaje procedimental**, centrados en la ejecución secuencial de los algoritmos de integración, la coherencia de los pasos desarrollados y la capacidad de los estudiantes para justificar las estrategias empleadas durante la resolución de problemas.

Finalmente, se analizan los resultados del **rendimiento académico global**, integrando las dimensiones conceptual y procedimental, a fin de determinar el efecto general del programa educativo basado en diagramas de flujo en el desempeño académico de los estudiantes.

Tabla 1

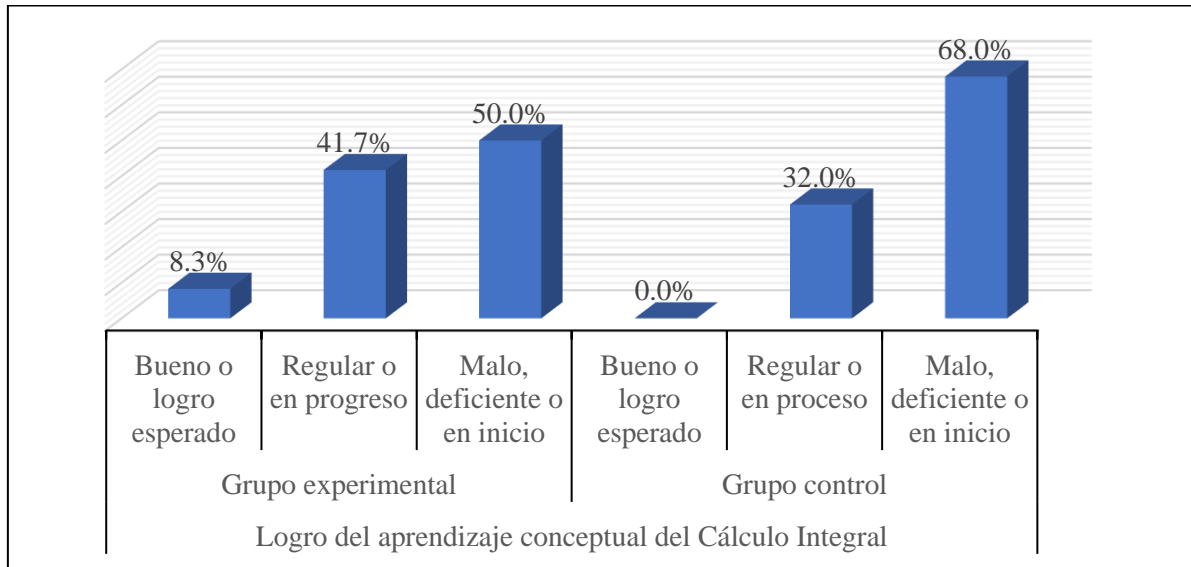
Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje conceptual del cálculo integral en estudiantes FISI – UNAP

		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 FISI - 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: $P = 0,024$

De lo resultados mostrados en la tabla y gráfico 1 referente al efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje conceptual del Cálculo Integral en estudiantes FISI UNAP, se afirma, en el grupo experimental: del 100%, de los 24 estudiantes; 8,3%, 02 estudiantes, presentaron el logro esperado; 41,7%, 10 estudiantes, en progreso y 50%, 12 estudiantes, fueron deficiente; la evaluación mínima y máximo fueron 07 y 14 respectivamente; 50% de las evaluaciones son inferiores a 10,5 y el otro 50% superior a esta evaluación, y estas puntuaciones tienen distribución normal. En contraste, el grupo de control: del 100%, de los 25 estudiantes; no hubo estudiantes con logro esperado; 32%, 8 estudiantes, en progreso y 68%, 17 estudiantes, fueron deficientes. La evaluación mínima y máximo fueron 07 y 13 respectivamente; 50% de las evaluaciones son inferiores o iguales a 07 y el otro 50% superior a esta evaluación, y estas puntuaciones no tienen distribución normal. Comparando los índices de dispersión, son las evaluaciones del grupo experimental que presenta mayor concentración respecto a la mediana. Como uno de los grupos no tiene distribución normal, para determinar la existencia o no de la diferencia, se aplica la prueba U Mann – Whitney. La aplicación de la prueba estadística U Mann – Whitney, con un nivel de significancia del 5%, indica que existe diferencia en el aprendizaje conceptual entre los grupos.

Tabla 2

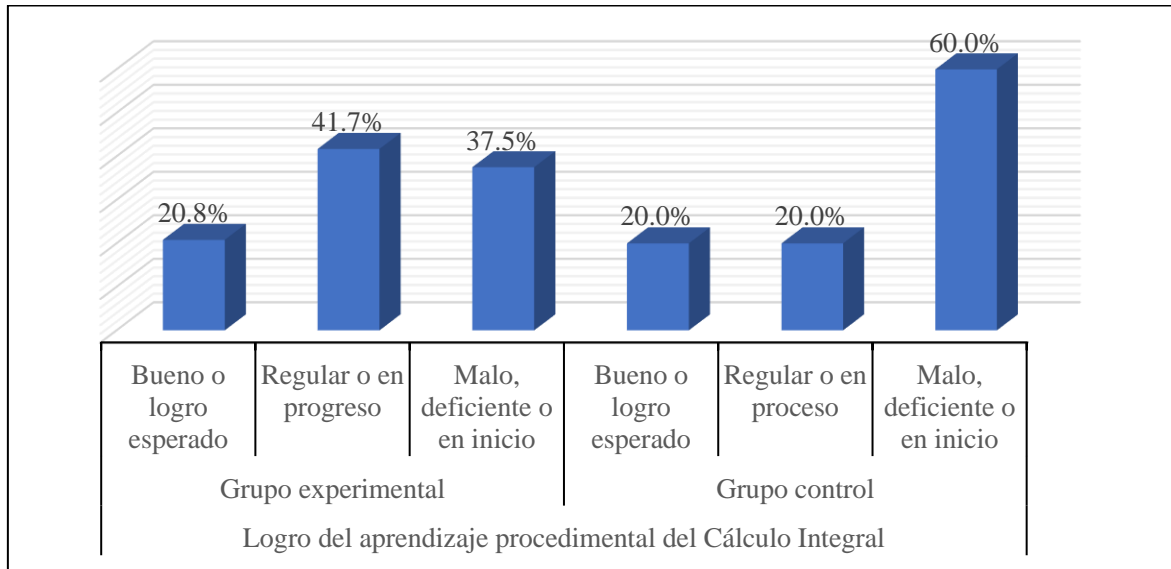
Efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje procedimental del cálculo integral en estudiantes FISI - UNAP

		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 FISI - 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: $P = 0,046$

De los resultados mostrados en la tabla y gráfico 2 sobre el efecto del diagrama de flujo en el logro del aprendizaje procedimental del Cálculo Integral en estudiantes FISI UNAP, se dice lo siguiente, en el grupo experimental: del 100%, de los 24 estudiantes; 20,8%, 05 estudiantes, tuvieron el logro esperado; 41,7%, 10 estudiantes, en progreso y 37,5%, 09 estudiantes, fueron deficientes. La evaluación mínima y máxima fueron 07 y 15 respectivamente; 50% de las evaluaciones son inferiores a 12 y el otro 50% superior a esta evaluación, y estas puntuaciones no tienen distribución normal; en contraste, en el grupo de control: del 100%, de los 25 estudiantes; tanto en la categoría con logro esperado y en progreso hubo 20%, 05 estudiantes, en cada caso; y 60%, 15 estudiantes, fueron deficientes. La evaluación mínima y máxima fueron 07 y 14 respectivamente; 50% de las evaluaciones son inferiores o iguales a 07 y el otro 50% superior a esta evaluación, y estas puntuaciones no tienen distribución normal. Si al menos uno de los grupos no tiene distribución normal, para determinar la diferencia o no entre los grupos independientes, se aplica U Mann – Whitney. Comparando los índices de dispersión, son las evaluaciones del grupo experimental que presenta mayor concentración respecto a la mediana. La aplicación de la prueba estadística U Mann – Whitney, con un nivel de significancia del 5%, indica que existe diferencia en el aprendizaje procedimental entre los grupos.

Tabla 3.

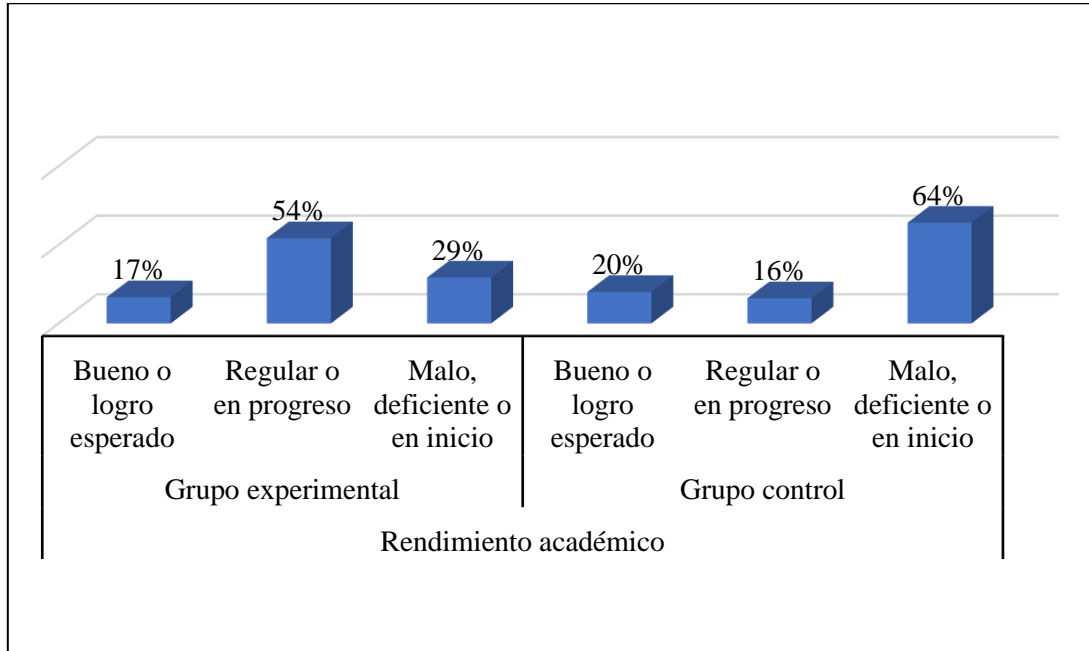
Rendimiento académico en estudiantes de cálculo integral FISI - UNAP

		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 FISI - 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 mostrados en la tabla y gráfico 3, y las respectivas medidas descriptivas, sobre el rendimiento académico del grupo experimental y control, del Cálculo Integral en estudiantes FISI - UNAP, permiten afirmar, en el grupo experimental: del 100%, 24 estudiantes; 17%, 04 estudiantes mostraron el logro esperado; 54%, 13 estudiantes fueron regular y el 29%, 07 estudiantes fueron deficientes. El rendimiento mínimo y máximo fueron de 9,10 y 14,95 respectivamente; el 50% del rendimiento es inferior a 12,125 y el otro 50% superior a este valor. La prueba de Shapiro – Wilk muestra, con un nivel de significancia del 5%, que los valores del rendimiento académico del grupo experimental tienen distribución normal; en contraste, en el grupo control: del 100%, 25 estudiantes; 20%, 05 estudiantes mostraron el logro esperado; 16%, 04 estudiantes fueron regulares y 64%, 16 estudiantes fueron deficientes. El rendimiento mínimo y máximo fueron 8,25 y 13,70 respectivamente. 50% del rendimiento es inferior a 8,4 y el otro 50% superior a este valor. La prueba de Shapiro – Wilk muestra, con un nivel de significancia del 5%, que los valores del rendimiento académico del grupo control no tiene distribución normal. Dado a que uno de los grupos no tiene distribución normal, en este caso el grupo control; para determinar si existe diferencia se aplicó la prueba U Mann – Whitney. Comparando los índices de dispersión, son las evaluaciones del grupo experimental que presenta mayor concentración respecto a su mediana. La aplicación de la prueba estadística U Mann - Whitney, con un nivel de significancia del 5%, indica que existe diferencia en el rendimiento académico, entre el grupo experimental y control.

Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten afirmar que el uso del diagrama de flujo como estrategia didáctica influyó de manera significativa en el rendimiento académico del Cálculo Integral en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAP durante el semestre 2024-II. Este efecto se evidencia tanto en el aprendizaje conceptual como en el aprendizaje procedimental, así como en el rendimiento académico global, confirmándose las hipótesis general y específicas planteadas.

En relación con el **aprendizaje conceptual del Cálculo Integral**, los resultados de la Tabla 1 muestran que el grupo experimental alcanzó mejores niveles de desempeño que el grupo control. Aunque persiste un porcentaje considerable de estudiantes en el nivel deficiente, se observa que únicamente el grupo experimental logró alcanzar la categoría de “logro esperado” (8,3%), mientras que en el grupo control no se registraron estudiantes en dicho nivel. Asimismo, la mediana del grupo experimental (10,50) fue superior a la del grupo control (7,00), evidenciando una mejora en la comprensión de los conceptos fundamentales del cálculo. La prueba U de Mann–Whitney ($p = 0,024$) confirma que estas diferencias son estadísticamente significativas.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Traverero y Roble (2022), quienes sostienen que la comprensión conceptual en Cálculo Integral mejora cuando los estudiantes cuentan con estrategias que refuercen la organización cognitiva y la claridad de los procesos. Desde la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, los diagramas de flujo actúan como organizadores avanzados que permiten vincular los nuevos conceptos con estructuras cognitivas previas, favoreciendo una comprensión más profunda y duradera. Asimismo, los resultados respaldan lo señalado por Chinofunga et al. (2024), quienes evidenciaron que la representación gráfica y secuencial de los procesos matemáticos reduce la abstracción excesiva y fortalece la argumentación conceptual.

Respecto al **aprendizaje procedimental del Cálculo Integral**, los resultados de la Tabla 2 evidencian un desempeño superior del grupo experimental frente al grupo control. En el grupo experimental, el 20,8% de los estudiantes alcanzó el logro esperado, frente al 20,0% del grupo control; sin embargo, la diferencia más relevante se observa en la reducción del nivel deficiente (37,5% en el grupo experimental frente a 60,0% en el grupo control). Además, la mediana del grupo experimental (12,00) superó ampliamente a la del grupo control (7,00), y el índice de dispersión fue menor, lo que indica una mayor homogeneidad en los resultados.

La prueba U de Mann–Whitney ($p = 0,046$) confirma que la diferencia entre ambos grupos es estadísticamente significativa. Estos resultados concuerdan con los estudios de Ballón et al. (2024), quienes señalan que los estudiantes universitarios suelen presentar mayores dificultades en la transferencia procedimental, y que la estructuración de algoritmos mediante recursos gráficos contribuye a reducir errores y mejorar la

coherencia en la resolución de problemas. Desde el enfoque del aprendizaje cognitivo y del andamiaje instruccional, el uso de diagramas de flujo permite modelar los procesos paso a paso, facilitando la práctica guiada y la posterior autonomía del estudiante (Bruner; van Nooijen et al., 2024).

En cuanto al **rendimiento académico global**, los resultados de la Tabla 3 muestran que el grupo experimental presentó un desempeño significativamente superior al grupo control. Aunque ambos grupos registraron estudiantes en el nivel de logro esperado, el grupo experimental concentró un mayor porcentaje en la categoría “regular” (54,0%) y redujo notablemente el porcentaje de estudiantes en nivel deficiente (29,0%), en comparación con el grupo control (64,0%). La mediana del rendimiento académico del grupo experimental (12,125) fue considerablemente mayor que la del grupo control (8,40), y la prueba U de Mann–Whitney ($p = 0,025$) confirma la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

Estos resultados se alinean con lo señalado por Cuásquer y Moreno (2021) y Chinofunga et al. (2022), quienes demostraron que los diagramas de flujo potencian la resolución de problemas matemáticos al integrar las dimensiones conceptual y procedimental en un mismo recurso pedagógico. Desde el constructivismo cognitivo, este efecto se explica porque los estudiantes participan activamente en la construcción de su conocimiento, reorganizando sus esquemas mentales y logrando aprendizajes más profundos y transferibles.

En síntesis, los resultados confirman que el programa educativo basado en diagramas de flujo constituye una estrategia didáctica pertinente y eficaz para enfrentar las dificultades persistentes en la enseñanza del Cálculo Integral en educación superior, contribuyendo a mejorar de manera significativa el rendimiento académico de los estudiantes.

Conclusiones

1. Con una probabilidad de error de **0,024**, se concluye que el uso del diagrama de flujo influye de manera positiva y significativa en el **logro del aprendizaje conceptual del Cálculo Integral**, favoreciendo la comprensión de los conceptos fundamentales y su interrelación lógica.

2. Con una probabilidad de error de **0,046**, se concluye que el uso del diagrama de flujo influye significativamente en el **logro del aprendizaje procedimental del Cálculo Integral**, mejorando la ejecución secuencial de los algoritmos, la coherencia de los procedimientos y la argumentación matemática.
3. Finalmente, con una probabilidad de error de **0,025**, se concluye que el uso del diagrama de flujo influye de manera significativa en el **rendimiento académico global del Cálculo Integral**, consolidándose como una estrategia didáctica eficaz para mejorar el desempeño académico de los estudiantes de la FISI–UNAP.

Recomendaciones

1. Incorporar de manera sistemática el uso de diagramas de flujo en la enseñanza del Cálculo Integral, con el propósito de fortalecer tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental, especialmente en temas de integral indefinida, sumatorias e integral definida.
2. Capacitar a los docentes universitarios en el diseño y aplicación pedagógica de diagramas de flujo, de modo que puedan emplearlos como herramientas de innovación didáctica orientadas a la mejora del rendimiento académico.
3. Promover el uso de estrategias visuales y organizadores gráficos en otras asignaturas de matemáticas y de ingeniería, con el fin de potenciar la comprensión de procesos complejos y reducir las dificultades de aprendizaje.
4. Desarrollar investigaciones futuras con muestras más amplias y en diferentes contextos académicos, a fin de generalizar los resultados y fortalecer la evidencia empírica sobre la efectividad de los diagramas de flujo como recurso didáctico en educación superior.

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=wfckBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ausubel,+D.+P.+\(2021\).+The+acquisition+and+retention+of+knowledge:+A+cognitive+view.+Springer&ots=mb0ykqV-BR&sig=owtIcCTAMeVaRw9t5i6c_Eyh.nzY#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=wfckBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ausubel,+D.+P.+(2021).+The+acquisition+and+retention+of+knowledge:+A+cognitive+view.+Springer&ots=mb0ykqV-BR&sig=owtIcCTAMeVaRw9t5i6c_Eyh.nzY#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

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

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

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

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

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

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

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

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

[6](#)

- 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
- 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
- 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/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

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

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

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%20definir%20una&text=Este%20%C3%ADndice%20mide%20el%20n%C3%BAmero,menor%20representatividad%20de%20la%20mediana.>

Supo, J. (2014). *Seminarios de Investigación Científica* (2 ed.). Paucarpata, Arequipa, Perú: BIOESTADISTICO EIRL. Retrieved 30 de junio de 2024, from 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

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

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>

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Declaración de intereses

Declaro no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derechos de uso

Copyright© 2025 por **Ing. Jorge Augusto Bartens López, Mtro., Ing. Antonio Noronha Gómez, Ing. Rony Torres Monzón, Lic. Manuel Tuesta Moreno, Ing. Emanuel Jhire Tuesta Vega**



[Este texto está protegido por la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.