

PEM

REVISTA DE DIDÁCTICA
EVALUACIÓN E INNOVACIÓN



Universidad
Andrés Bello®

ISSN: 2735-7414



NÚMERO
OCHO
DICIEMBRE
2 0 2 5

PUBLICACIÓN BIANUAL DEL PROGRAMA DE PEDAGOGÍA MEDIA UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO ISSN: 2735-7414
RECIBIDO: OCTUBRE 2025 / EVALUADO: NOVIEMBRE 2025 / ACEPTADO: DICIEMBRE 2025.

PROGRAMA DE PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN MEDIA
MAGÍSTER GESTIÓN PEDAGÓGICA-CURRICULAR
Y PROYECTOS EDUCATIVOS
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS SOCIALES
UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
[HTTPS://REVISTAPEM.UNAB.CL/INDEX.PHP/PEM](https://REVISTAPEM.UNAB.CL/INDEX.PHP/PEM)

ENTREVISTA A PAMELA LORCA ÁLVAREZ
DIRECTORA DE ESCUELA REPÚBLICA DE
MÉXICO, COMUNA DE SANTIAGO

EVOCACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO EN INGENIERÍA

RECALL AS A DIDACTIC STRATEGY TO STRENGTHEN THE LEARNING OF CALCULUS IN ENGINEERING

Dr. Waldo Oyarzún Fölsch¹

<https://orcid.org/0009-0007-9941-7541>
woyarzunf@docente.uss.cl

Dr. Guillermo Mieres Sepúlveda²

<https://orcid.org/0009-0002-3171-4607>
g.mieressepulveda@uandresbello.edu

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar el impacto de una estrategia didáctica basada en la habilidad de evocar para fortalecer el aprendizaje del Cálculo en estudiantes de Ingeniería de la Universidad San Sebastián. **Métodos:** Se desarrolló un diseño mixto con enfoque sociocrítico, y actividades guiadas basadas en evocación, evaluación formativa, entrevistas y encuestas. La muestra estuvo compuesta por 60 estudiantes distribuidos en grupo control y experimental. La intervención consistió en actividades de evocación mediante recuperación espaciada, contextualización de problemas y transferencia a nuevas situaciones. **Resultados:** El grupo experimental mostró mejoras significativas en rendimiento, aumento de la capacidad explicativa, mayor autonomía cognitiva y una comprensión más estable de los conceptos involucrados en el cambio de orden de integración en regiones generales de integrales dobles en coordenadas cartesianas. **Conclusiones:** La habilidad de evocar potencia el aprendizaje del Cálculo al activar conocimientos previos y transferirlos a problemas nuevos. La propuesta se alinea con fundamentos dialécticos sobre la práctica como instancia que transforma el conocimiento y con modelos educativos centrados en el "Sentir, Saber y Hacer" del desarrollo profesional.

PALABRAS CLAVE: Evocación, Cálculo, Aprendizaje Significativo.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate the impact of a didactic strategy based on the ability to evoke in order to strengthen the learning of Calculus among Engineering students at Universidad San Sebastián. **Methods:** A mixed-methods design with a sociocrirical approach was developed, incorporating guided evocation-based activities, formative assessment, interviews, and surveys. The sample consisted of 60 students distributed between a control group and an experimental group. The intervention involved evocation activities through spaced retrieval, contextualization of problems, and transfer to new situations. **Results:** The experimental group showed significant improvements in performance, increased explanatory capacity, greater cognitive autonomy, and a more stable understanding of the concepts involved in changing the order of integration in general regions of double integrals in Cartesian coordinates. **Conclusions:** The ability to evoke enhances Calculus learning by activating prior knowledge and transferring it to new, contextualized, and challenging problems. The proposal aligns with dialectical philosophical foundations that emphasize practice as the instance through which knowledge is transformed, and with educational models centered on "Feeling, Knowing, and Doing" for professional development.

KEYWORDS: Evocation, Calculus, Meaningful Learning.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza del cálculo constituye un desafío persistente en las carreras de ingeniería, particularmente en contextos latinoamericanos donde se observan brechas formativas en matemática escolar y dificultades en la transición al razonamiento matemático avanzado. Diversos estudios han mostrado que los estudiantes presentan obstáculos recurrentes en la comprensión de derivadas, tasas de cambio, límites e integrales, lo que afecta su rendimiento académico y su permanencia en la carrera.

En este escenario emerge la importancia de la evocación como habilidad cognitiva que permite recuperar, reorganizar y

¹ Universidad San Sebastián. Chile

² Universidad Andrés Bello, Chile

transferir conocimientos previos para resolver nuevas situaciones. En el marco de la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel), la metacognición (Flavell), la práctica de recuperación (Karpicke & Blunt) y los principios de instrucción de Merrill, la evocación se posiciona como un mecanismo privilegiado para promover aprendizajes duraderos y profundos.

El objetivo del estudio fue desarrollar y evaluar una estrategia didáctica basada en la evocación para mejorar el aprendizaje del cálculo en estudiantes de ingeniería.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio se enmarca en un paradigma sociocrítico, con un enfoque mixto de tipo cuantitativo-cualitativo.

Tipo de estudio

Investigación aplicada con diseño cuasiexperimental (grupo control y grupo experimental).

Objetivo del diseño empírico

El objetivo central del diseño empírico es comparar el rendimiento académico entre un grupo experimental y un grupo control, con el propósito de determinar si la implementación de actividades didácticas basadas en la 'habilidad de evocar' genera mejoras en la comprensión y aplicación de algunos conceptos fundamentales del cálculo multivariante. Se eligió la aplicación en un curso de cálculo multivariante (Cálculo III) debido a que los estudiantes ya cuentan con la experiencia de al menos tres semestres cursados, por lo tanto sus reflexiones metacognitivas, deducimos, debieran ser más profundas. Esta comparación permitirá evaluar el impacto de la estrategia de evocación como mediadora del aprendizaje más eficaz, así como su potencial para fortalecer los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas matemáticos complejos en estudiantes de ingeniería.

Aplicación empírica: evaluación e implementación de la estrategia didáctica

Para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica basada en la habilidad de evocar, se empleó un enfoque metodológico mixto de carácter complementario, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas con el fin de captar la complejidad del fenómeno educativo en estudio. Este enfoque permitió tanto la comprensión de las experiencias subjetivas de los estudiantes como la medición objetiva de su desempeño académico.

Los métodos empíricos utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- Observación no participativa, con el objetivo de registrar de manera sistemática las prácticas pedagógicas en el aula asociadas al uso de estrategias de evocación, sin intervenir en el desarrollo natural de la clase.
- Análisis de la producción académica, mediante la aplicación de una prueba pedagógica formativa que buscó identificar manifestaciones de evocación, tales como conexiones con conocimientos previos, razonamientos integradores y aplicación de conceptos fundamentales del cálculo.
- Diseño cuasiexperimental con prueba de conocimientos, que permitió comparar el desempeño académico entre un grupo experimental que trabajó con la estrategia didáctica evocativa y un grupo control que mantuvo su metodología tradicional.

La combinación de estas técnicas permitió ejecutar un proceso de triangulación con el propósito de aumentar la validez interna de los hallazgos y ofrecer una comprensión más robusta y a su vez holística del efecto de la estrategia didáctica en contextos reales de enseñanza-aprendizaje (Hernández Sampieri et al., (2022). La triangulación no solo refuerza la credibilidad del estudio, también permite contrastar resultados desde distintas perspectivas, enriqueciendo la interpretación de los datos obtenidos.

Diseño experimental de la intervención

La estrategia metodológica contempla la implementación de un diseño cuasiexperimental con grupos equivalentes, orientado a evaluar el impacto de una intervención de enseñanza basada en la evocación sobre el aprendizaje del cálculo multivariante. La investigación se llevó a cabo en la Universidad San Sebastián, sede Bellavista, Santiago de Chile y consideró la participación de la gran mayoría de los estudiantes de la asignatura (51/60) todos pertenecientes a carreras de ingeniería civil distribuidos en dos grupos comparables en cuanto a su perfil académico y trayectoria curricular, los cuales fueron seleccionados a partir de un curso ya constituido de cálculo multivariante que imparte el investigador.

- **Grupo Experimental:** Este grupo fue expuesto a una serie de actividades educativas, explícitamente diseñadas para potenciar la habilidad de evocar conocimientos e información relevante adquirida previamente. Entre dichas actividades se incluyen:

- Elaboración de mapas conceptuales para organizar y relacionar ideas claves.
- Uso de preguntas generadoras que promuevan la reflexión sobre conocimientos previos, para generar nuevas conexiones.
- Análisis de errores comunes, orientado a identificar y corregir concepciones erróneas persistentes.
- Aplicación de simulaciones y visualizaciones con herramientas digitales, como GeoGebra y Wolfram Alpha, para favorecer la comprensión dinámica de conceptos abstractos.
- Recuperación activa de definiciones, teoremas y fórmulas fundamentales mediante estrategias como el cuestionamiento frecuente y la autoevaluación guiada.
- Resolución de problemas acompañada de instancias de activación previa del conocimiento, con énfasis en el razonamiento conceptual.
- **Grupo Control:** Recibió la enseñanza tradicional basada principalmente en la exposición de contenidos por parte del docente, resolución de ejercicios tipo en clase, revisión secuencial de contenidos y práctica individual. Este grupo no fue expuesto a estrategias de activación previa del conocimiento, lo que permitió establecer comparaciones respecto al efecto de la estrategia evocativa.

Mayores detalles de las acciones realizadas se encuentran en el Anexo 1.

Población y muestra

60 estudiantes de Ingeniería en la Universidad San Sebastián, Chile

- 30 estudiantes grupo control (método tradicional)
- 30 estudiantes grupo experimental (estrategia de evocación)

La muestra fue intencional, basada en cursos paralelos con condiciones académicas equivalentes.

Procedimientos y técnicas

- Actividades de evocación: recuperación espaciada, predicción, resolución de problemas contextualizados, explicación verbal, mapas conceptuales y transferencia a nuevas situaciones.
- Encuestas Likert y tipo Likert para medir percepción, autoeficacia y comprensión.
- Análisis estadístico (medias, desviación estándar, t-student).
- Análisis cualitativo mediante codificación abierta y axial.

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los indicadores evaluados fueron: reconocimiento de los límites del dominio, justificación del cambio de orden de integración con base geométrica, desarrollo correcto del cálculo, la suma de las evaluaciones de cada criterio arroja un puntaje total entre uno y quince puntos.

Tabla 1: Grupo Control (T)

	Reconoce correctamente los límites del dominio	Justifica el cambio de orden con base geométrica	Desarrolla correctamente el cálculo de la integral
Media	1,6	1,0	1,6
Moda	2,0	1,0	2,0
Desviación estándar	0,5	0,0	0,0
Mínimo	1,0	1,0	1,0
Máximo	2,0	2,0	3,0

Fuente: Elaboración propia

Los estudiantes del grupo tradicional presentaron promedios relativamente bajos en todos los criterios evaluados. Evaluados con puntaje de 1 a 5 en los criterios, las medias del reconocimiento de dominio fueron de 1,6 puntos. La justificación del cambio de orden de integración alcanzó 1,0 punto, y el desarrollo del cálculo obtuvo en promedio 1,6 puntos. La calificación más repetida en el reconocimiento de los límites del dominio fue de 2,0 puntos, en cambio al justificar el cambio de orden con base geométrica la calificación que más se repitió fue la de 1,0 puntos, y en el desarrollo correcto de la integral doble obtuvieron 2,0 puntos. El puntaje mínimo obtenido en los tres criterios fue de 1,0 punto y el máximo que obtuvieron fue de 2,0 punto para el reconocimiento correcto de los límites de integración, 1,0 punto para justificar el cambio con base geométrica y 3,0 puntos para el desarrollo correcto del cálculo de la integral.

Tabla 2: Grupo experimental (E)

	Reconoce correctamente los límites del dominio	Justifica el cambio de orden con base geométrica	Desarrolla correctamente el cálculo de la integral
Media	2,9	3,0	2,1
Moda	2,0	2,0	2,0
Desviación estándar	1,2	1,5	0,8
Mínimo	1,0	1,0	1,0
Máximo	5,0	5,0	5,0

Fuente: Elaboración propia

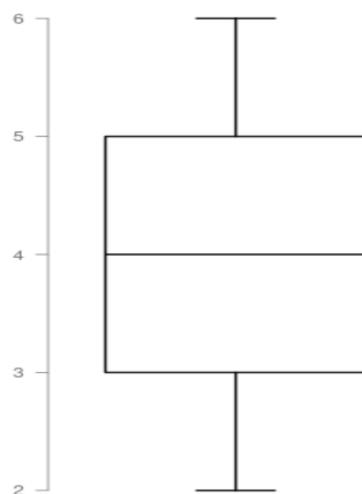
En contraste, los estudiantes del grupo experimental presentaron mejores promedios en los tres criterios: en el de reconocimiento de dominio fueron de 2,9 puntos, la justificación del cambio de orden de integración alcanzó los 3,0 puntos y el desarrollo del cálculo obtuvo en promedio de 2,1 puntos. La calificación más repetida en los tres criterios fue de 2,0 puntos, El puntaje mínimo obtenido en los tres criterios fue de 1,0 punto y el máximo también en los tres criterios fue de 5,0 puntos.

Análisis gráfico y distribución del rendimiento

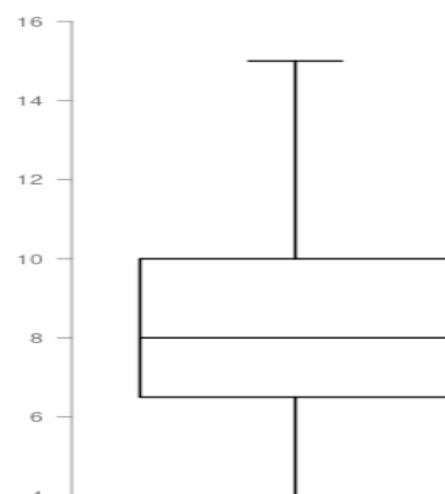
El análisis gráfico del rendimiento mediante diagramas de caja mostró una clara diferencia en la distribución de las notas entre ambos grupos. El grupo E presentó una mediana de notas superior (8,0 sobre 4,0), mayor dispersión en los resultados con distribución ligeramente asimétrica hacia la derecha, mayor cantidad de puntajes sobre la mediana. En cambio, el grupo T evidenció menor variabilidad, con una mayor cantidad de estudiantes en rangos bajos de calificación.

Gráfico 1: Distribución de notas

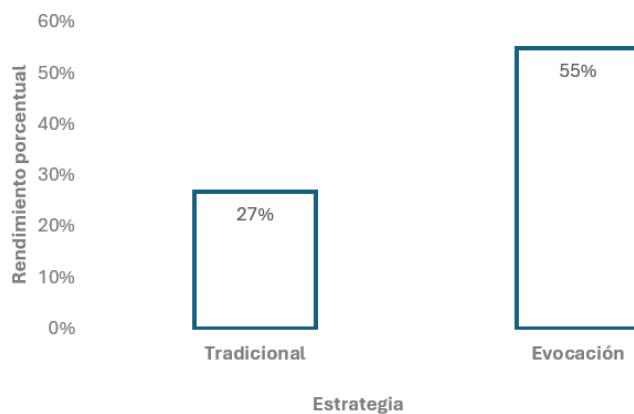
GRUPO T



GRUPO E

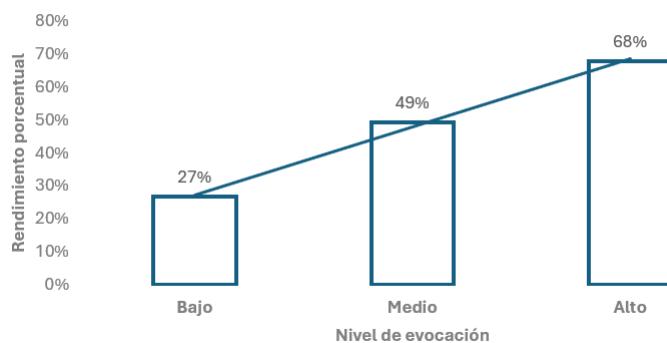


Fuente: elaboración propia

Gráfico 2: Estrategia vs Rendimiento

Fuente: elaboración propia

La gráfica del rendimiento porcentual alcanzado en promedio sobre un total de 15 puntos arroja un rendimiento doblemente superior del grupo experimental sobre el grupo control, lo que ya se aprecia en el diagrama de cajas comparando las medianas, sin embargo, se presenta en términos porcentuales. El grupo experimental obtuvo en promedio 8,2 puntos equivalentes a 55% y el grupo control obtuvo en promedio 4,0 puntos equivalentes a 27%.

Gráfico 3: Rendimiento vs Nivel de evocación

Fuente: elaboración propia

La gráfica del rendimiento porcentual alcanzado en promedio sobre un total de 15 puntos considerando solo al grupo experimental, arroja un rendimiento promedio de 4,0 puntos equivalentes a 27% en los estudiantes que en la actividad didáctica de evocación participaron con un bajo nivel de evocación. Aquellos estudiantes que en la actividad de evocación tuvieron una participación evaluada con un nivel medio de evocación, obtuvieron un puntaje de 7,4 puntos equivalentes a 49% y los estudiantes calificados con un alto nivel de evocación, obtuvieron en promedio 10,2 puntos equivalentes a 68%.

Este comportamiento sugiere que la estrategia basada en evocación no solo mejora el rendimiento promedio, sino que también contribuye a una mayor homogeneidad en los logros de aprendizaje, reduciendo la brecha entre estudiantes con distintos niveles de desempeño inicial.

Prueba t de Student

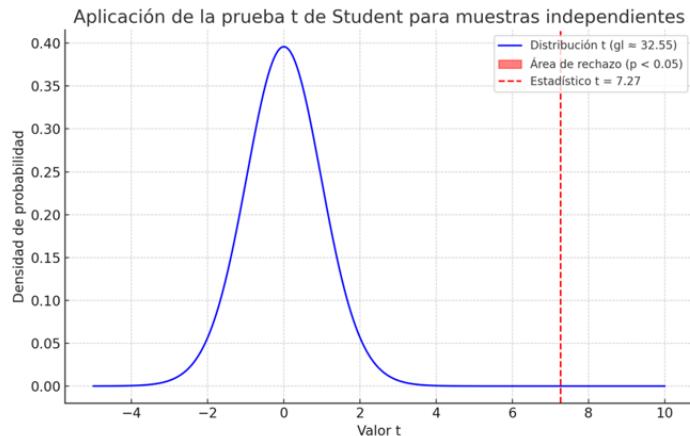
Los resultados de la presente investigación utilizaron un muestreo no probabilístico intencional, el uso de la prueba t de Student para muestras independientes se justifica plenamente debido a que el diseño cuasiexperimental contempló la comparación entre dos grupos equivalentes, en condiciones similares, salvo por la variable independiente de la intervención.

La prueba t permite determinar si la diferencia observada entre las medias de ambos grupos es estadísticamente significativa, es decir, si puede atribuirse razonablemente a la intervención y no al azar. Aunque el muestreo no haya sido aleatorio, la prueba t sigue siendo válida bajo el supuesto de independencia entre los grupos y distribución normal de los datos, lo que en este caso se cumple por tamaño muestral y homogeneidad de contexto académico en ambos grupos.

En este análisis se plantearon las hipótesis siguientes:

- H_0 : No existen diferencias significativas en los resultados académicos entre los estudiantes que participaron en la estrategia didáctica basada en evocación y aquellos que siguieron el método memorístico tradicional de aprendizaje.
- H_1 : Los estudiantes que participaron en la estrategia didáctica basada en evocación obtienen resultados significativamente superiores en comparación con aquellos del grupo control o tradicional.

Gráfico 4: Prueba t de Student



Fuente: elaboración propia

Se puede observar la representación gráfica de la distribución t de Student con los grados de libertad aproximados ($gl \approx 32.55$), correspondiente a la comparación entre los grupos experimental y control. El valor del estadístico t obtenido ($t = 7.27$) se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula, indicando una diferencia significativa entre ambos grupos. El resultado obtenido ($t = 7.27; p < 0.001$) permitió rechazar la hipótesis nula, lo que respalda la efectividad de la intervención. Efectivamente dado que el p-valor es significativamente menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que la diferencia de medias entre el grupo experimental (8,24) y el grupo control (4,00) es estadísticamente significativa.

Se puede concluir con un nivel de confianza alto que la intervención basada en la evocación tuvo un efecto positivo y significativo en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en el contenido de integrales dobles.

Discusiones

Los resultados coinciden con la literatura sobre práctica de recuperación (Karpicke & Blunt, 2011), aprendizaje significativo (Ausubel, 1968) y principios de activación y aplicación (Merrill, 2002). La evidencia confirma que evocar fortalece la memoria a largo plazo, potencia la memoria de trabajo (corto plazo), reduce la carga cognitiva y permite elaborar conceptos más profundos y teóricos de nivel elevado.

Asimismo, se observa coherencia con la perspectiva filosófica dialéctica en torno a la práctica como instancia que valida y transforma el conocimiento (Lenin, 1909). Los estudiantes no solo recuerdan: modifican activamente lo aprendido mediante la acción, lo que se alinea con la tríada educativa "Sentir, Saber y Hacer para Crecer".

La propuesta tiene implicancias directas para cursos iniciales de ingeniería, donde la comprensión conceptual es clave para la permanencia académica y la finalización de la carrera.

IV. CONCLUSIONES

La habilidad de evocar en modo enseñanza se confirma como una estrategia eficaz para fortalecer el aprendizaje del cálculo en estudiantes de ingeniería. La ejecución permitió mejorar el rendimiento, aumentar la comprensión conceptual y promover autonomía cognitiva. La integración de la evocación con actividades contextualizadas generó aprendizajes transferibles, significativos, profundos y proyectables en ingeniería.

Este trabajo aporta una mirada y un modelo didáctico con sólidos fundamentos empíricos, teóricos, culturales y pedagógicos, con impacto directo en los procesos formativos iniciales de ingeniería. Se sugiere su continuidad en asignaturas de Cálculo Integral, Cálculo Multivariante y Física, así como la evaluación longitudinal de sus efectos en trayectorias académicas.

V. REFERENCIAS

1. Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
2. Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772–775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>
3. Lenin, V. I. (1909). *Materialismo y empiriocriticismo*. Moscú: Editorial Progreso.
4. Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59.
5. Ruiz Martín, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Barcelona: Editorial Graó.
6. Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. *Crítica*.

ANEXO 1

La actividad didáctica junto a sus fases de aplicación y rúbricas de medición se muestran en el código QR siguiente:

