



## Didáctica de la matemática educativa

---

**DOI** Estrategia didáctica para el desarrollo conceptual-procedimental en estudiantes de Cálculo Diferencial para las carreras de Ingeniería, República Dominicana



INSTITUTO SUPERIOR  
DE FORMACIÓN DOCENTE  
SALOMÉ UREÑA  
ISFODOSU

**RECIE**  
REVISTA CARIBEÑA DE  
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

ISSN (versión digital): 2960-771X  
ISSN (versión impresa): 2960-7701

Este trabajo tiene licencia CC BY 4.0.

**5<sup>o</sup>** CONGRESO CARIBEÑO DE  
**INVESTIGACIÓN  
EDUCATIVA**

# Estrategia didáctica para el desarrollo conceptual-procedimental en estudiantes de Cálculo Diferencial para las carreras de Ingeniería, República Dominicana

Didactic Strategy for Conceptual-Procedural Development in Differential Calculus Students for Engineering Programs, Dominican Republic

Ana Mercedes Báez<sup>1</sup>

Heidy María Gómez<sup>2</sup>

## Resumen

El propósito de esta investigación fue analizar el efecto de una estrategia didáctica orientada al desarrollo conceptual y procedimental en un grupo de 200 estudiantes de Cálculo Diferencial pertenecientes a carreras de Ingeniería en universidades tanto públicas como privadas de la República Dominicana. Dicha estrategia se fundamenta en un modelo didáctico que incorpora los procesos variacionales, elementos clave para optimizar la formación de futuros ingenieros. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental que incluyó un grupo experimental y uno de control, un alcance correlacional, y un muestreo de tipo no probabilístico. Los resultados, obtenidos a través de pruebas de hipótesis,

## Abstract

The purpose of this research was to analyze the effect of a didactic strategy aimed at developing conceptual and procedural skills in a group of 200 differential calculus students enrolled in engineering programs at both public and private universities in the Dominican Republic. This strategy is based on a didactic model that incorporates variational processes, which are key elements for optimizing the education of future engineers. The methodology employed followed a quantitative approach, with a pure experimental design that included an experimental group and a control group, a correlational scope, and a non-probabilistic sampling method. The results, obtained through hypothesis testing, showed significant

<sup>1</sup> Universidad ISA. República Dominicana, abaez@isa.edu.do, 0000-0001-7472-0471

<sup>2</sup> Universidad ISA. República Dominicana, heidygomez@isa.edu.do, 0000-0002-3104-6234

indicaron avances significativos en las competencias conceptuales y procedimentales de los participantes tras la implementación de la intervención. En conclusión, la estrategia didáctica aplicada fortaleció notablemente las capacidades de los estudiantes para solucionar problemas contextualizados en el ámbito de la ingeniería.

**Palabras clave:** Cálculo Diferencial, competencias académicas, desarrollo conceptual-procedimental, educación en ingeniería, estrategia didáctica, variación y cambio.

improvements in the participants' conceptual and procedural competencies after the intervention. In conclusion, the applied didactic strategy significantly strengthened students' abilities to solve contextualized problems in the field of engineering.

**Keywords:** academic skills, conceptual-procedural development, differential calculus, engineering education, instructional strategy, variation and change.

## 1. Introducción

A nivel mundial, se ha evidenciado una creciente inquietud por promover altos estándares educativos, como se manifiesta en la Agenda 2030, característicamente en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, el cual establece como prioridad el impulso de una educación accesible, justa y de excelencia. En República Dominicana, la educación superior también enfrenta este desafío, y busca formar graduados éticamente comprometidos y capaces de contribuir al desarrollo sostenible. Además, los cambios tecnológicos y sociales actuales requieren una transformación de los enfoques del proceso educativo en el área de Matemáticas en la formación superior (Pico et al., 2017).

El Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT) de la República Dominicana reconoce avances de la preparación académica profesional, pero los reportes muestran que el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) del Cálculo Diferencial (CD) no cumple con las expectativas. Los estudiantes enfrentan dificultades para resolver problemas y argumentar ideas con precisión (González, 2014). Diversos estudios destacan que el enfoque didáctico del CD se centra en soluciones algorítmicas y habilidades algebraicas, y descuida los aspectos conceptuales esenciales para la comprensión y resolución de problemas aplicados (Camacho-Ríos, 2011; González et al., 2016; Nieves, 2011). Esto se refleja en el tratamiento del cálculo de límites mediante algoritmos rutinarios en relación con los conceptos básicos del CD (Davis & Vinner, 1986; Sierpiska, 1987).

En objeción a las deficiencias en la enseñanza del CD, ha surgido un enfoque centrado en el desarrollo del pensamiento variacional desde la década de los ochenta. Este enfoque busca promover un aprendizaje significativo y contextualizado, alineado con las necesidades profesionales de los estudiantes. Aunque algunos estudios han demostrado su efectividad (Córdoba et al., 2014; Villa-Ochoa, 2012), persisten limitaciones en su implementación, ya que la enseñanza del CD sigue centrada en prácticas algorítmicas que impiden un dominio exhaustivo de los conceptos y enfoques del pensamiento variacional, según Artigue (1998).

Considerando estas deficiencias de la enseñanza de esta disciplina y las limitaciones de la implementación del enfoque del pensamiento variacional, surge el proyecto titulado «Estrategia Didáctica para el Desarrollo Conceptual Procedimental en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje del Cálculo Diferencial y su Efecto en el Desempeño Autónomo de Estudiantes Dominicanos en la Solución de Problemas Matemáticos», el cual está estructurado en cinco fases: 1) Análisis epistemológico del desarrollo educativo en Cálculo Diferencial; 2) Evaluación del estado actual de la enseñanza del Cálculo Diferencial en República Dominicana; 3) Desarrollo de los fundamentos teóricos y diseño del modelo de estrategia didáctica; 4) Capacitación y acompañamiento a los maestros de CD para implementar la estrategia; y 5) Ejecución de un experimento pedagógico para evaluar el efecto en el desempeño autónomo de los alumnos.

En relación con estas etapas, este artículo muestra los resultados de un estudio ejecutado con 200 estudiantes de Cálculo Diferencial de carreras de Ingeniería en universidades de la República Dominicana. Mediante un diseño cuantitativo experimental con grupo de control y grupo experimental, se evidenció que la intervención mejoró significativamente

las habilidades conceptuales y procedimentales de los alumnos, y fortaleció su capacidad de resolución de problemas matemáticos.

## 2. Metodología

La investigación fue de tipo cuantitativo, con diseño experimental que incluyó un grupo de control y un grupo experimental, un alcance correlacional y un muestreo no probabilístico. Su objetivo fue evaluar el efecto de una estrategia didáctica centrada en el desarrollo conceptual y procedimental de los estudiantes de Cálculo Diferencial en carreras de Ingeniería. La intervención se basó en un modelo didáctico que integró cuatro subsistemas interrelacionados, diseñados para fortalecer la comprensión de los procesos variacionales en contextos ingenieriles (Báez et al., 2017a; Báez et al., 2017b). Este modelo promovió el pensamiento variacional mediante: 1) el reconocimiento y representación matemática de patrones de variación, 2) la orientación procedimental para la conversión de registros semióticos, 3) la orientación conceptual en los contextos geométrico, numérico y métrico, y 4) la integración de los saberes matemáticos en prácticas sociales y contextos ingenieriles.

Para garantizar su validez, el modelo fue revisado y validado por 20 expertos internacionales. Se seleccionaron 200 estudiantes de centros de educación superior públicos y privados de la República Dominicana, asignándolos aleatoriamente a los grupos experimental (100 estudiantes) y de control (100 estudiantes). La intervención se llevó a cabo durante un ciclo académico, utilizando pruebas de entrada (pre-test) y salida (post-test) para valorar el desempeño de los alumnos en las dimensiones de reconocimiento, relación y deducción formal de los conceptos matemáticos. El cuestionario constó de 18 preguntas distribuidas en tres bloques de 6 preguntas cada uno.

El grupo experimental recibió la estrategia didáctica, mientras que el grupo de control siguió el método tradicional. Se realizó una prueba de confiabilidad utilizando el Alfa de Cronbach, y se obtuvieron valores entre 0.60 y 0.65, lo que reflejó una buena confiabilidad. Los resultados fueron examinados mediante el programa SPSS, aplicando pruebas estadísticas adecuadas para evaluar las diferencias significativas entre las muestras.

## 3. Resultados

Se presentan las reflexiones derivadas del análisis comparativo entre los grupos experimental y de control, evaluando las diferencias de las mediciones pre y post-test para medir el efecto de la estrategia didáctica.

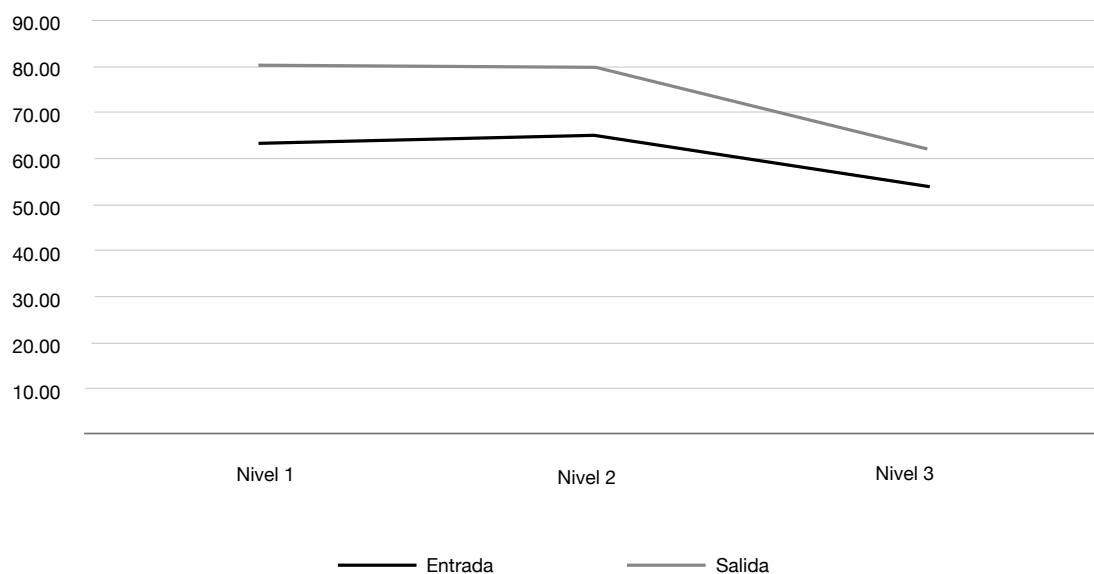
**Tabla 1**  
Comparación del grupo experimental

Nivel	Entrada (%)	Salida (%)
Nivel 1	63.05	80.23
Nivel 2	64.66	80.08
Nivel 3	53.92	62.03

**Nota:** Elaboración propia.

Los resultados del grupo experimental muestran mejoras significativas en los tres niveles evaluados: en el Nivel 1 (Reconocimiento), la media aumentó 17.18 puntos; en el Nivel 2 (Relación), subió 15.42 puntos; y en el Nivel 3 (Deducción Formal), aumentó 8.11 puntos. Estos resultados indican un efecto positivo de la estrategia didáctica, especialmente en los niveles de reconocimiento y relación.

**Figura 1**  
Comparación del grupo experimental



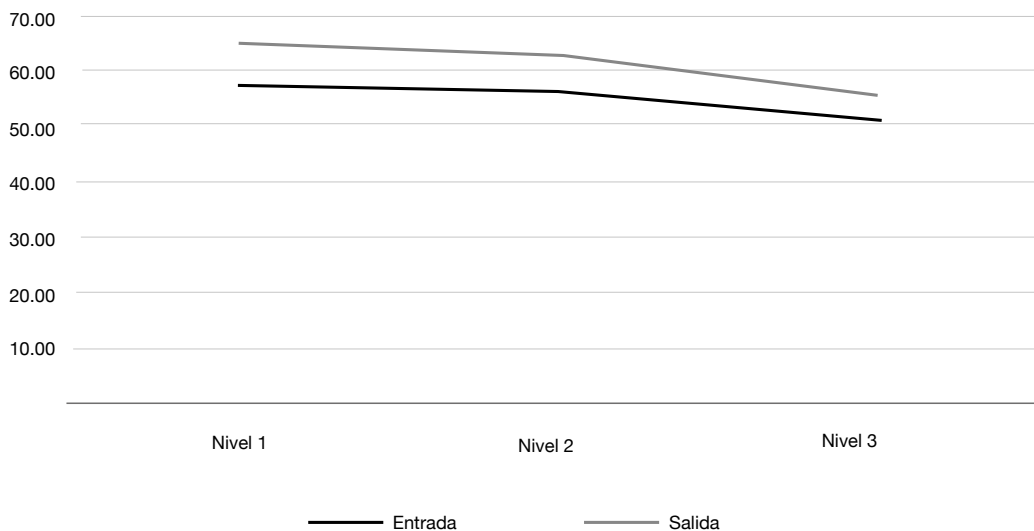
**Tabla 2**  
Comparación del grupo de control

Nivel	Entrada (%)	Salida (%)
Nivel 1	56.76	64.40
Nivel 2	56.16	62.83
Nivel 3	50.72	54.93

**Nota:** Elaboración propia.

Los resultados del grupo de control muestran mejoras entre las mediciones pre y post-test, aunque menores que en el grupo experimental. En el Nivel 1 (Reconocimiento), la media aumentó 7.64 puntos; en el Nivel 2 (Relación) subió 6.67 puntos; y en el Nivel 3 (Deducción Formal) aumentó 4.21 puntos. Estos avances fueron más limitados en comparación con el grupo experimental.

**Figura 2**  
Comparación del grupo de control



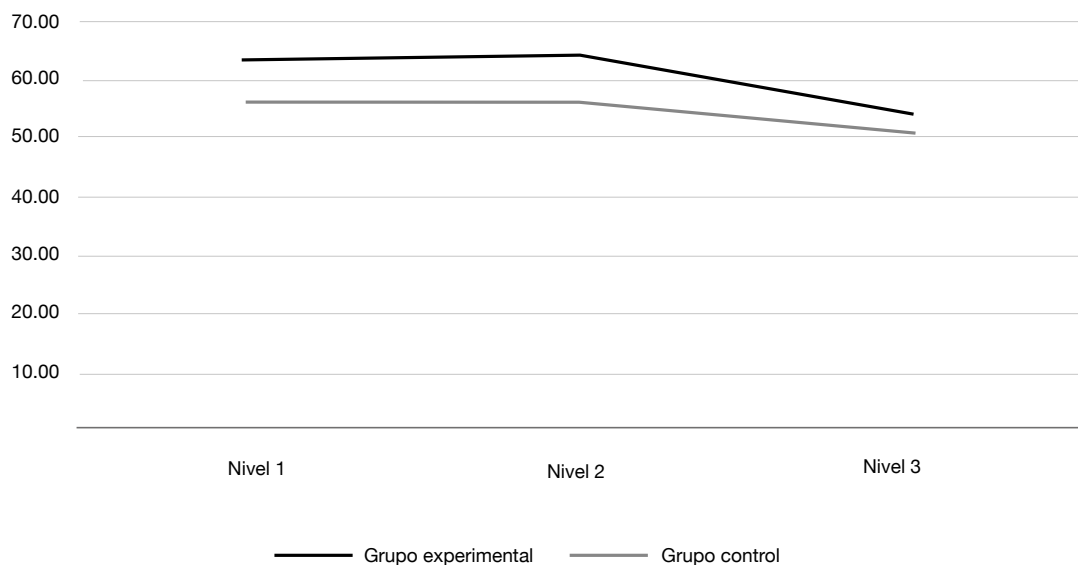
**Tabla 3**  
Comparación de la prueba de entrada

Entrada	G. Experimental (%)	G. Control (%)
Nivel 1	63.05	56.76
Nivel 2	64.66	56.16
Nivel 3	53.92	50.72

**Nota:** Elaboración propia.

Al comparar los resultados de entrada, el grupo experimental superó al grupo de control en los tres niveles evaluados. En el Nivel 1, la diferencia fue de 6.29 puntos; en el Nivel 2, de 8.5 puntos; y en el Nivel 3, de 3.2 puntos. Estos resultados sugieren que el grupo experimental tenía una base de conocimiento previa ligeramente más sólida que el grupo de control.

**Figura 3**  
Comparación de la prueba de entrada



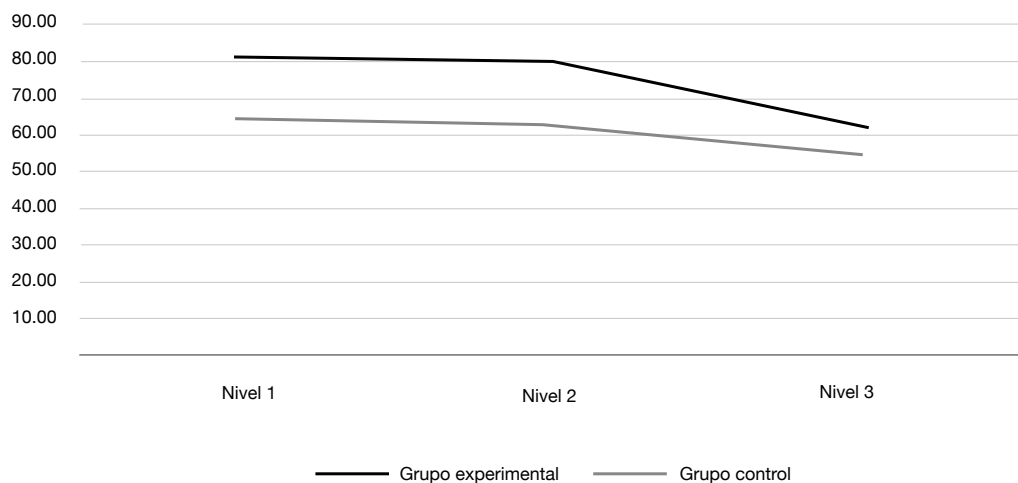
**Tabla 4**  
Comparación de la prueba de salida

Salida	G. Experimental (%)	G. de Control (%)
Nivel 1	80.23	64.40
Nivel 2	80.08	62.83
Nivel 3	62.03	54.93

**Nota:** Elaboración propia.

Al comparar los resultados de salida, el grupo experimental superó significativamente al grupo de control en todos los niveles. En el Nivel 1, la diferencia fue de 15.83 puntos; en el Nivel 2, de 17.25 puntos; y en el Nivel 3, de 7.1 puntos. Estos resultados indican que la estrategia didáctica aplicada tuvo un efecto positivo en el grupo experimental.

**Figura 4.**  
Comparación de la prueba de salida



Los hallazgos muestran que la estrategia didáctica mejoró significativamente el desempeño del grupo experimental en comparación con el de control. El análisis estadístico con SPSS y las pruebas de normalidad indicaron que los datos no seguían una distribución normal, lo que justificó el uso del test de Mann-Whitney, y se encontraron diferencias significativas. Además, la prueba de Wilcoxon en el grupo experimental mostró una mejora estadísticamente significativa entre las mediciones iniciales y finales, lo que confirma el efecto positivo de la intervención.

#### 4. Discusión y conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran que la estrategia didáctica enfocada en el desarrollo conceptual y procedimental del Cálculo Diferencial tuvo un efecto positivo en el grupo experimental. Los estudiantes que participaron en la intervención mejoraron significativamente en comparación con el grupo de control, especialmente en el reconocimiento, la relación y la deducción formal de conceptos matemáticos. Estos hallazgos confirman que un modelo pedagógico sistemático, orientado al pensamiento variacional, es una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de los procesos de variación y cambio en la formación ingenieril.

El análisis de los datos, respaldado por pruebas estadísticas, revela que la intervención tuvo un efecto considerable sobre el rendimiento de los estudiantes, y superó las expectativas de las mediciones de la prueba de salida en relación con la entrada. La diferencia significativa en el grupo experimental resalta la efectividad de la estrategia aplicada.

En conclusión, esta investigación valida la eficacia de un modelo didáctico centrado en la variación y el cambio para la enseñanza del Cálculo Diferencial en carreras de Ingeniería. La implementación de este enfoque mejora notablemente el rendimiento de los estudiantes y tiene el potencial de ser reproducido en otros contextos educativos para mejorar el aprendizaje en áreas similares.

#### 5. Agradecimientos y reconocimientos

Se agradece al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT) de la República Dominicana por su apoyo a través del FONDOCYT, que financió el proyecto FONDOCYT 2020-2021-2B4-182 titulado «Estrategia Didáctica para el Desarrollo Conceptual Procedimental en el Cálculo Diferencial». También se reconoce el respaldo de la Universidad ISA por su apoyo institucional en el proyecto.

#### 6. Referencias bibliográficas

- Artigue, M. (1998). L'évolution des problématiques en didactique de l'analyse. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(2), 231-262. <https://r.issu.edu.do/LI>
- Báez, A., Martínez-López, Y., Pérez, O., & Pérez, R. (2017a). Propuesta de tareas para el desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de ingeniería. *Formación Universitaria*, 10(3), 93-106. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300010>
- Báez, A. M., Pérez-González, O. L., & Triana-Hernández, B. (2017b). Propuesta didáctica basada en múltiples formas de representación semiótica de los objetos matemáticos para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial. *Academia y Virtualidad*, 10(2), 20-30. <https://doi.org/10.18359/ravi.2743>
- Camacho-Ríos, A. (2011). Socioepistemología y prácticas sociales: Hacia una enseñanza dinámica del cálculo diferencial. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 2(3), 152-171. <https://r.issu.edu.do/pd1>

- Córdoba, C. A., Gómez, V., & Zuñiga, L. A. (2014). *Propuesta para la integración de TIC a las prácticas de enseñanza de los docentes de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández que favorezca el desarrollo del pensamiento variacional de los estudiantes sordos en el área de matemáticas*. Universidad Pontificia Bolivariana. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1473>
- Davis, R. B., & Vinner, S. (1986). The notion of limit: Some seemingly unavoidable misconception stages. *The Journal of Mathematical Behavior*, 5, 281-303. <https://r.issu.edu.do/DV>
- González, J. L., Chávez, O. R., Ochoa, E. L., López, J. B., & Álvarez, M. S. (2016). Comprensión del concepto de la derivada como razón de cambio. *CULCyT*, (51), 4-14. <https://r.issu.edu.do/Y3Y>
- González, S. (2014). Aportes a la educación matemática en República Dominicana y Latinoamérica. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 8(16), 16-22. <https://doi.org/10.29197/cpu.v8i16.154>
- Mateus Nieves, E. (2011). Epistemología de la derivada como fundamento del cálculo diferencial. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 2(especial), 3-21. <https://doi.org/10.18175/vys2.especial.2011.01>
- Pico, R., Díaz, F., & Escalona, M. (2017). Enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial aplicando el asistente matemático Derive. *Tecnología Educativa*, 2(1), 24-31. <https://r.issu.edu.do/CrB>
- Sierpinska, A. (1987). Estudiantes de humanidades y obstáculos epistemológicos relacionados con los límites. *Estudios Educativos en Matemáticas*, 18, 371-397. <https://doi.org/10.1007/BF00240986>
- Villa-Ochoa, J. A. (2012). Razonamiento covariacional en el estudio de funciones cuadráticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (31). <https://doi.org/10.17227/ted.num31-1646>