



## Las prácticas pedagógicas en la enseñanza del cálculo diferencial

Luisa Fernanda **Martínez** Rojas

Escuela de Ciencias Básicas, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
Colombia

[lfmartinezz@poligran.edu.co](mailto:lfmartinezz@poligran.edu.co)

Dora Solange **Roa** Fuentes

Escuela de Matemáticas, Universidad Industrial de Santander  
Colombia

[doraroaf@uis.edu.co](mailto:doraroaf@uis.edu.co)

### Resumen

El contexto global actual, exige que los profesionales estén capacitados para hacer frente a los diferentes retos que plantea la sociedad; de esta manera, las Instituciones de Educación Superior (IES) cobran un papel trascendental en el cumplimiento de este objetivo, puesto que deben formar y capacitar a las próximas generaciones de profesionales para responder a los retos sociales. En el presente documento se muestra la necesidad de indagar sobre la formación del estudiante de ingeniería y de si esta responde a las necesidades del mundo laboral, con el fin de re significar los aspectos que dificultan la eficacia de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, este artículo resalta la necesidad de reflexionar sobre las prácticas pedagógicas de los docentes de matemáticas a nivel universitario como motor del proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que contribuyan a la mejora de la calidad de la educación y a la formación de los ingenieros que la sociedad necesita.

*Palabras clave:* pedagogía, práctica pedagógica, saber pedagógico, cálculo diferencial, ingeniero, enseñanza, educación superior.

### Introducción

La integración tecnológica en las ingenierías, ha orientado a la Unión Europea (EU por sus siglas en inglés) a formular la cuarta revolución industrial también denominada “Industry 4.0”, la cual busca la aplicación de las nuevas tecnologías a los procesos de producción y la sostenibilidad

(Carvajal, 2017). Esta iniciativa propende impactar sobre los sistemas productivos, modos de producción y finalmente en la educación superior en los programas de ingeniería.

De esta manera, los estudiantes demandan cada vez más una formación afín a los avances del siglo XXI, por cuanto las instituciones educativas y en particular las de educación superior, tienen el desafío de responder a esa demanda, mediante la aplicación de pedagogías novedosas orientadas al aprovechamiento de las tecnologías que hacen parte del entorno de vida de los estudiantes (Mariño, 2013, p. 47).

### **Una mirada a las prácticas pedagógicas en las matemáticas**

A continuación, se expone un panorama sobre las prácticas pedagógicas actuales en la enseñanza de las matemáticas en la educación superior a nivel internacional y nacional en una ventana de tiempo del año 2003 al 2017; con el fin de presentar las diferentes problemáticas encontradas y que contribuyan a la reflexión sobre el rol docente y la importancia del diseño de prácticas pedagógicas innovadoras que motiven el interés y aprendizaje del estudiante hacia el cálculo diferencial en la ingeniería.

A nivel internacional, en España, Moreno y Azcarate (2003) indaga acerca de las concepciones y creencias de los profesores de cálculo diferencial a nivel universitario y su efecto sobre la enseñanza de las ecuaciones diferenciales, donde muestran la práctica pedagógica como un componente subjetivo, que parte de la reflexión, percepción y creencias de los docentes. Así mismo, Irazoqui (2015) define la problemática de la enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial, entorno a la carencia de conocimientos de los estudiantes y la aplicación de prácticas pedagógicas rutinarias y deficientes por parte de los docentes, señalando factores como: la formación inicial de maestros y la baja capacitación de los profesores.

En Estados Unidos, Kim (2007) establece un paralelo entre las prácticas pedagógicas llevadas a cabo por docentes de pre-cálculo internacionales y locales, destacando diferencias en cuanto enfoques y factores como: la enseñanza de nuevos conceptos, definiciones y resolución de problemas para la comprensión conceptual de los estudiantes y la interacción con los mismos, evidenciando que factores como la cultura, la percepción acerca del cálculo y el rol docente influyen en la forma en la que el docente decide llevar a cabo su práctica pedagógica, sin embargo a pesar de tales diferencias este estudio permite observar que las prácticas de estos docentes tienen en común un enfoque tradicional centrado en la transmisión de conceptos, repetición de procedimientos, trabajos extra clase, el uso de libro de textos y preparar al estudiante para aprobar y pasar al siguiente curso.

A nivel Nacional, Jiménez (2015) a través de la observación participante, describe importancia de planear, organizar, preparar y desarrollar las clases con el fin de llevar a cabo la práctica docente.

Por otra parte, en cuanto a los avances registrados en la innovación de prácticas pedagógicas se destaca el estudio de caso de Vajravelu y Muhs (2016), el cual describe la aplicación de un método innovador integrado en la práctica de los docentes donde se incorpora el uso de nuevas tecnologías en el aula, evidenciado así, la participación de los estudiantes, la interacción docente-estudiante y el desarrollo de habilidades.

En esta revisión se encontraron problemas relacionados con: tendencias didácticas, aplicación de conceptos, procedimientos matemáticos, tiempo para el análisis de contenidos, actitud de los estudiantes, el currículo y la tecnología. Resaltando la falta de tiempo para el análisis y estudio de contenidos, centrándose así en métodos algorítmicos; la enseñanza del cálculo no se da en relación con la ingeniería, por tanto, es notable la descontextualización de los conceptos y su falta de conexión con su aplicación interdisciplinar; existe una brecha notable “entre la integración de la tecnología y las prácticas pedagógicas y finalmente, existe una dicotomía entre los contenidos establecidos en el currículo y los conocimientos específicos que los estudiantes requieren para su formación profesional.

### **Las matemáticas en la formación del ingeniero**

Las matemáticas, particularmente el cálculo diferencial en el nivel superior, constituye una herramienta de apoyo en la formación de ingenieros (Camarena, 2013), dado que durante este proceso como en su vida profesional han de resolver problemas en donde de forma recurrente es común que apliquen las matemáticas en este nivel se conciben como una herramienta fundamental en la resolución de problemas científicos (Remanth, 2010) (como se citó en Trejo, Camarena, y Trejo, 2013).

En este sentido, en el International Commission on Mathematical Instruction ICMI 3, editado por Howson, Kahane, Laugine y Turckheim, (como se citó en Romo-Vazquez, 2014) se presenta el paradigma de las matemáticas como disciplina de servicio. Se reconoce que la formación profesional, que no forma futuros matemáticos, no puede basar la enseñanza de las matemáticas en el rigor y la estructura propia de las matemáticas sino en su potencialidad como herramienta para resolver, de manera eficaz problemas prácticos.

Sin embargo, actualmente existe una enorme brecha entre las habilidades matemáticas que requiere un ingeniero y las habilidades que fomentan los cursos matemáticos en las Instituciones de Educación Superior, puesto que:

Los estudiantes pasan por la ciencia, enseñada de forma fragmentada, sin lógica, donde lo más importante es la memoria y los procedimientos mecanizados que no permiten entender el porqué de las cosas, quedan con fobia a las ciencias presentadas de esta manera. (Ulloa, 2008, p. 3)

Por tanto, toma mayor valor una enseñanza que permita a los estudiantes percibir la ingeniería como una profesión cuyo fin es mejorar la calidad de vida de las personas, solucionar problemas, promover el desarrollo, y así poder posicionar a Colombia entre los países que lideren en estos campos; al respecto Ulloa afirma: “Si los ingenieros son la clave del desarrollo económico, necesitamos innovar, reformar la educación en ingeniería, para responder mejor a los desafíos globales. (Ulloa, 2008, p. 4) y alcanzar así un perfil profesional pertinente.

### **Práctica pedagógica y saber pedagógico**

Para abordar los conceptos de prácticas pedagógicas y saber pedagógico se hace necesario aclarar que la pedagogía según Zuluaga “se entiende como la disciplina que conceptualiza, aplica y experimenta los conocimientos referentes a la enseñanza de los saberes específicos en las diferentes culturas” (1999, p. 11) la cual integra cuatro características:

1. Es una herramienta crítica, cuya intención es criticar la apropiación que reduce la Pedagogía a una concepción instrumental del método de enseñanza.
2. Busca responder, inicialmente, a las acertadas demandas que la historia de las ciencias le hace hoy a la Pedagogía para plantear pluralidad de métodos de enseñanza de acuerdo con las particularidades históricas de formación de cada saber. Está impregnada de un deber ser más que una realidad actual.
3. Se ha formulado con base en la historicidad de la Pedagogía: en la permanente presencia práctica o conceptual de la enseñanza en las diferentes opciones de Pedagogía o de Educación.
4. Reconoce la adecuación social de los saberes en las diferentes culturas.

Además, Zuluaga afirma que:

El maestro como sujeto de saber, se relaciona con el conocimiento a través de la práctica pedagógica. La pedagogía es historiada como un discurso acerca de la enseñanza y a la vez, como una práctica cuyo campo de aplicación es el discurso (2005, p. 22).

En consecuencia, la pedagogía se considera como saber y como práctica; así mismo otro concepto que se aborda en esta investigación es el de práctica pedagógica, o práctica educativa, la cual algunos autores también llaman práctica docente. En esta investigación se toma como referente el concepto ofrecido por Zuluaga, quien describe la práctica pedagógica como una noción que designa:

1. Los modelos pedagógicos, tanto teóricos como prácticos, utilizados en los diferentes niveles de enseñanza.

2. Una pluralidad de conceptos pertenecientes a campos heterogéneos de conocimiento, retomados y aplicados por la pedagogía.
3. Las formas de funcionamiento de los discursos en las instituciones educativas donde se realizan prácticas pedagógicas.
4. Las características sociales adquiridas por la práctica pedagógica en las instituciones educativas de una sociedad dada que asigna unas funciones a los sujetos (maestro y alumno) de esa práctica.
5. Las prácticas de enseñanza en diferentes espacios sociales mediante elementos del saber pedagógico. (1987, p. 196)

Segura (1999) afirma que la práctica pedagógica consiste en “desarrollar un ejercicio de reflexión sobre la práctica, acompañado necesariamente de una construcción de referentes conceptuales de orden pedagógico, disciplinar, epistemológico, axiológico y sociológico, se constituye en un proceso de cualificación de maestros” (1999, p. 8). También es importante destacar los aportes de Carr, quien plantea acerca de la práctica educativa:

- Se trata de una actividad intencional, desarrollada de forma consciente, que sólo puede hacerse inteligible en relación con los esquemas de pensamiento, a menudo tácitos, que dan sentido a las experiencias profesionales.
- Los profesionales sólo pueden llevar a cabo prácticas educativas en virtud de su capacidad para caracterizar su propia práctica y para hacerse ideas de las prácticas de otros partiendo de la base, de un conjunto de creencias relativas a lo que hacen, de la situación en que actúan y de lo que tratan de conseguir.
- Realizar una práctica educativa presupone siempre un esquema teórico que, al mismo tiempo, es constitutivo de esa práctica y el medio para comprender las prácticas educativas de otros.
- La práctica educativa es también práctica social, en consecuencia, el esquema teórico de un profesional de la educación no se adquiere de forma aislada. Se trata de una forma de pensar que se aprende de otros y se comparte con ellos, que se conserva a través de las tradiciones de pensamiento educativo y de las prácticas educativas en cuyo marco se ha desarrollado y evoluciona. (1996, p. 64)

Ahora bien, en cuanto al saber pedagógico Zuluaga afirma que es: “el conjunto de conocimientos con estatuto teórico o práctico que conforman un dominio de saber institucionalizado en el cual figura la práctica de la enseñanza y la adecuación de la educación en una sociedad. Circula por los más variados registros del poder y del saber” (1987, p. 41). Según tal saber se definen los sujetos de la práctica pedagógica como los que soportan un método distintivo de su oficio y de su relación con el saber, y quienes enseñan por su relación con un saber, no por su relación con el método.

En consecuencia, la práctica pedagógica y el saber pedagógico reconocen al maestro como sujeto de saber y hacen énfasis en el proceso reflexivo de este en torno a su práctica pedagógica. En este sentido, Martínez piensa al maestro “como un intelectual, como un trabajador de la cultura, que tiene un saber que le es propio, el saber pedagógico” (2002, p. 65).

### **Prácticas pedagógicas actuales e innovadoras en la enseñanza de las matemáticas**

En este apartado se pretende relacionar las prácticas pedagógicas y la enseñanza del cálculo a nivel universitario; puesto que la enseñanza del cálculo representa un desafío para los docentes, ya que en su mayoría se enfocan en la enseñanza mecánica de procedimientos y problemas estándar, o bien, en realizar algunas derivadas o integrales, acciones que se alejan de la verdadera comprensión de los conceptos y métodos de pensamiento que busca las matemáticas (Moreno, 2005). Esta forma de enseñanza limita al estudiante a resolver ejercicios y problemas rutinarios, pero no le capacita para enfrentarse a contextos y situaciones que exigen mayor nivel cognitivo y conceptual.

Respecto a esto, se destacan los siguientes enfoques que abordan la didáctica sobre la enseñanza y aprendizaje de las nociones del cálculo a nivel universitario:

El primer enfoque hace referencia al “Proyecto de cálculo en Contexto” (1987); de este enfoque hay varios representantes, entre estos Camarena en México (2013). La idea principal es que el cálculo es un lenguaje (el lenguaje de la ciencia), una red de conceptos y un conjunto de técnicas útiles. El objetivo es que los estudiantes construyan las matemáticas a través de sus aplicaciones y comprendan las relaciones entre todos los elementos que configuran el cálculo.

Otro enfoque se está dando es la enseñanza por “Proyecto de Debate Científico” (Legrand, 1992) (citado en Moreno, 2005, p. 84). Su objetivo principal es conseguir que los estudiantes trabajen como si fueran matemáticos mediante la introducción de diferentes conceptos del cálculo en el contexto de problemas científicos. Los estudiantes formulan preguntas, proponen conjeturas, dibujan sus propias conclusiones de acuerdo a la relevancia y validez de las conjeturas, y discuten y argumentan sus puntos de vista con los compañeros de clase. El mayor obstáculo didáctico de este proyecto fue el conflicto existente entre el enfoque científico y los hábitos de aprendizaje establecido por las instituciones educativas.

El tercer enfoque, hace referencia al modelo teórico y de enseñanza llamado “ingeniería didáctica”, donde uno de los representantes es Artigue (1995); este enfoque plantea una investigación en tres fases: análisis e interpretación de la enseñanza; análisis de las restricciones en la enseñanza y diseño de una ingeniería didáctica. Las experiencias realizadas con este enfoque han mostrado su viabilidad “teórica” de tal tipo de enseñanza, al igual que genera interés en los estudiantes pese al aumento de dificultad.

Como se puede apreciar en las investigaciones mencionadas anteriormente, la enseñanza de las matemáticas en los primeros cursos de educación superior, están dejando de lado el formalismo y rigor de la enseñanza tradicional e invita a adquirir ideas y conceptos de forma más significativa y profunda; sin embargo, existen docentes y estudiantes a favor y en contra de las nuevas metodologías de enseñanza; pero es relevante conocer la experiencia de los docentes que hacen estos cambios; puesto que se debe enseñar cálculo a una población que no serán matemáticos sino que tendrán que aplicar las matemáticas en su profesión.

### Conclusiones

En consecuencia, la práctica pedagógica que predomina es la clase tradicional que tiende a realizarse con un alto nivel de descontextualización y desarticulación con respecto a los otros cursos de las carreras, donde generalmente se usa como recurso didáctico el tablero y la técnica expositiva por parte del docente, donde el estudiante es un receptor pasivo de conocimiento acabado.

Por lo tanto, se hace necesario que los docentes reflexionen sobre sus prácticas pedagógicas, así como de los factores que inciden sobre ellas, con el fin problematizar y reorientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia el desarrollo de competencias, que permita integrar sus conocimientos para la aplicación del cálculo en el mundo real.

### Referencias y bibliografía

- Camarena, P. (2011). La Matemática en el Contexto de las Ciencias y la modelación. *XIII CIAEM*.
- Camarena, P. (2013). Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. *Acta del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas*.
- Carr, W. (1996). Una teoría para la educación. Hacia una investigación educativa crítica. Ediciones Morata.
- Carvajal, J. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. *15 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology "Global Partne"*. Boca Raton FL.
- Hong, D., Choi, K., Hwang, J., y Runnalls, C. (2017). Integral Students' Experiences: Measuring Instructional Quality and Instructors' Challenges in Calculus 1 Lessons. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, DOI: 10.21890/ijres.327901, 3(2), 424-437.
- Irazoqui B.,(2015). *El aprendizaje del cálculo diferencial; una propuesta basada en la Modularización*. Universidad Nacional a Distancia (UNED). Tesis para optar al título de doctor. España.
- Jiménez, A., Limas, L. Y Alarcón J. (2015). Prácticas pedagógicas matemáticas de profesorado de una institución educativa de enseñanza básica y media. *Praxisysaberes*,127-151.

- Khakbaz, A. (2014). Conceptualization of pedagogical content knowledge (pck) for teaching mathematics in University level. *The Eurasia Proceedings of Educational y Social Sciences* , 100 (1), 523-527.
- Kim, M. (2007). A Comparison of Pedagogical Practices and Beliefs in International and Domestic Mathematics. *journal of international students*, 4(1),74-78.
- Mariño, O. (2013). Fortalecimiento de la enseñanza de la ingeniería con las tecnologías de información y comunicaciones. *Revista de Ingeniería*(39), 46-49.
- Martínez, A., Unda, M. y Mejía, M. (2002). El itinerario del maestro: de portador a productor de saber pedagógico Realidades. En Suárez, Hernán (compilador). Veinte años del Movimiento Pedagógico 1982-2002. Entre Mitos. Bogotá. Editorial Magisterio.
- Martínez, A. (2004). *De la escuela expansiva a la escuela competitiva: Dos modos de modernización en América Latina*. Bogotá: Anthropos.
- Moreno, M. (2005). El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. *IX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*, 81-96.
- Moreno, M., y Azcaráte, C. (2003). Conceptos y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las ciencias*, 21(2), 265-280.
- Romo-Vazquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. *Educación Matemática*, 314-338.
- Segura, Dino. (1999). La construcción de la confianza. Una experiencia en proyectos de aula. Bogotá D.C. – Colombia: Corporación Escuela Pedagógica Experimental.
- Trejo, E., Camarena, P. , y Trejo, N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria*, 11, 397-424.
- Ulloa, G. (2008). ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia? *EduTEKA*.
- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (1990). Declaración mundial sobre educación para todos y marco de acción para satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje. *Declaración mundial sobre educación para todos y marco de acción para satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje*. Jomtien.
- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (1998). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. °*La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción*. París.
- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2009). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior -2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. París.
- Vajravelu, K., y Muhs, T. (2016). Integration of Digital Technology and Innovative Strategies for Learning and Teaching Large Classes: A Calculus Case Study. *International Journal of Research In Education and Science (IJRES)*, 2(2), 379-395.
- Zuluaga, O. (1987). *Pedagogía e Historia*. Bogotá D.C., Foro Nacional por Colombia.
- Zuluaga, O. (1999). *pedagogía e historia*. Medellín, Colombia: Anthropos Editorial.
- Zuluaga, O., Quiceno, H., Saldarriaga, O., Martínez, A., Caruso, M., Saez, J. M., y Caruso, M. (2005). Foucault: una lectura desde la práctica pedagógica. En *Foucault, la pedagogía y la educación. Pensar de otro modo*. Bogotá: Magisterio.