

Tesis de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias Mención Matemática/Física,  
Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN. Argentina.

## Indicadores referenciales asociados a la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral en una variable para el desarrollo de competencias en Ingeniería Electrónica.

**Autor:** Dr. D'Andrea Leonardo Javier  
**Directora:** Dr. Pochulu Marcel David  
**Codirector:** Dra. Distéfano María Laura

### Jurado

Dr. Espinoza Fabián, Dr. di Blasi Regner Mario, Dra. Salgado Diana Patricia

Fecha defensa: 04 de septiembre de 2023

### RESUMEN

A nivel nacional e internacional se están estableciendo nuevos estándares para la enseñanza en carreras de ingeniería, direccionándose hacia una propuesta basada en la formación por competencias (Díaz Barriga, 2006; Coll, 2007; Rodríguez Zambrano, 2007; Gimeno Sacristán, 2008; Camarena Gallardo, 2010; López Ruiz, 2011; Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2011; Alsina, 2016, 2018; Tobón, 2013). Esto conlleva a que resulte *imprescindible* actualizar los modelos de instrucción de las diferentes disciplinas que conforman la trayectoria educativa universitaria en esas carreras (Tobón, 2006), diseñando e implementando *procesos de cambio* bajo este nuevo paradigma (Perrenoud, 2001, 2008, 2009). En particular, se advierte la emergencia de muchos *desafíos y debates educativos*. Estos abarcan desde la planificación, los recursos (herramientas e instrumentos), la dinámica de las clases y los estilos de enseñanza y de aprendizaje, hasta *cuestionar* la cultura institucional generalmente presente en las universidades, muy asentada en tradiciones y rutinas establecidas durante muchos años (Zabalza Beraza, 2007).

En términos de la instrucción de la Matemática, desde el Cálculo Diferencial e Integral en las carreras de Ingeniería Electrónica, se reconoce la necesidad de cuestionarse cómo podría alguien advertir que una clase efectivamente está centrada en competencias. Para ello se considera que de poder establecerse un referencial sobre prácticas matemáticas que son irrenunciables en la formación de un ingeniero electrónico, se facilitará y fortalecerá la enseñanza desde los distintos descriptores de conocimientos acorde a lo que plantea el CONFEDI (2014, 2018).

En la investigación, a través de constructos teóricos del Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos -EOS- (Godino, 2003; Godino, Batanero y Font, 2009; Godino, 2018) y la inclusión de aportes desde la Teoría Histórico-Cultural (Vigotsky, 1995, 2005) y la Teoría de la Objetivación (Radford, 2013, 2014, 2018), se llevaron adelante diferentes etapas con el *objetivo general* de inferir indicadores referenciales para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo en una variable desde el Enfoque por Competencias en carreras de Ingeniería.

La *metodología* de la investigación fue de tipo cualitativo e interpretativo, debido a que se pretendió analizar los significados institucionales (Godino *et al.*, 2009) atribuidos al Cálculo Diferencial e Integral en una variable en la carrera de Ingeniería Electrónica, mediante la exploración “desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto (...) profundizando en sus puntos vista, interpretaciones y significados” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014, p. 358).

Para tal fin, inicialmente, se reconoció la emergencia de las *configuraciones de objetos matemáticos* asociados al Cálculo en una variable en trabajos finales de la Práctica Profesional Supervisada del último año de la carrera y en las prácticas profesionales en la labor de ingenieros electrónicos mediante entrevistas semiestructuradas bajo la técnica de saturación de la Teoría Fundamentada (Glaser & Strauss, 1967). Luego, se inquirieron los significados institucionales referenciales, pretendidos, implementados y evaluados en la cátedra Análisis Matemático 1 -AMI- desde 2015 hasta la actualidad, a través de un análisis epistémico de la instrucción de esta materia en la carrera de Ingeniería Electrónica en la Facultad Regional Avellaneda de la

Universidad Tecnológica Nacional -FRA-UTN- de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

De estas primeras fases de investigación, se reconocieron un conjunto de conflictos semióticos epistémicos e interaccionales que se describen en D'Andrea, Pochulu y Distéfano (2023), y que formaron parte de las fuentes desde donde se generó el dispositivo implementado durante los años 2020 y 2021 en la mencionada cátedra de la UTN-FRA. Este dispositivo consistió en un nuevo Plan Anual de Actividades Académicas en la cátedra de Análisis Matemático 1 de esa facultad enmarcado en la Formación por Competencias, el Aprendizaje Basado en Problemas desde una perspectiva vygotskyana y una aproximación al estilo de enseñanza matemática contextualizado/realista (Pochulu, D'Andrea y Ferreyro, 2019).

En el diseño de la nueva planificación de la materia, los contenidos se dividieron entre prioritarios y secundarios (o emergentes de los prioritarios) de acuerdo a los resultados preliminares obtenidos de las primeras fases; así, como también, las guías de actividades se generaron centrándose en los saberes que resultan más importantes para favorecer el desarrollo de las siete competencias específicas de la Ingeniería Electrónica (CONFEDI, 2018).

Por último, del *análisis epistémico, didáctico y pedagógico* de los resultados obtenidos de la ejecución de ese dispositivo, se logró la concreción del objetivo general de la investigación mencionado anteriormente. Para tal fin, se consideró la tipología de significados institucionales propuesta por el EOS, detallando en cada caso indicadores que den cuenta de estar trabajando desde el Enfoque por Competencias desde la instrucción del Cálculo Diferencial e Integral, explicitando potenciales conflictos semióticos y alternativas de superación para cada uno de estos últimos.

Asimismo, se incluyó el reconocimiento de *perspectivas de aportes* que la presente investigación puede dar la instrucción de descriptores de conocimiento en la formación de ingenieros desde el Enfoque por Competencias. Por ejemplo, no sólo se trató de inferir indicadores para valorar una planificación de enseñanza, sino también, iniciar el proceso de reflexión de lo que habitualmente se hace en las clases y los cambios que se tendrían que incorporar para darle coherencia y una relación armónica a la propuesta de enseñanza. Por otra parte, el recorrido realizado a lo largo de la investigación permitió delimitar diferentes niveles de concreción para la instrucción del Cálculo Diferencial e Integral en una variable como descriptor de conocimiento de las Ciencias Básicas de la Ingeniería desde el Enfoque por Competencias. Sin embargo, el mismo proceso se puede adaptar al resto de los descriptores de conocimiento de las carreras de Ingeniería adecuando los estilos de instrucción de acuerdo a cada disciplina y considerando la necesidad de cambios actitudinales, rupturas en creencias arraigadas y moverse de lugares de conformismo que permitan posicionarse en un modelo de enseñanza y de aprendizaje diferente.

## REFERENCIAS

Alsina, A. (2016). Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula.

*Épsilon Revista de Educación Matemática*, 33(92), pp. 7-29.

Alsina, A. (2018). La evaluación de la competencia matemática: ideas clave y recursos para el aula. *Épsilon Revista de Educación Matemática*, 33(98), pp. 7-23.

Camarena Gallardo, P. (2010). Aportaciones de Investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en Ingeniería. *Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica. IPN*.

Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*, 161, pp. 34-39.

CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería*. Buenos Aires, Argentina: Universidad FASTA.

CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "libro rojo de CONFEDI". Argentina. Disponible en: <https://confedi.org.ar/librorojo/>

D'Andrea, L. J.; Pochulu, M. y Distéfano, M. L. (2023). Tensión entre competencias profesionales y conocimientos matemáticos: el caso del Cálculo Diferencial e Integral en Carreras de Ingeniería. *PARADIGMA*, 44(4), pp. 84-111. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p84-111.id1383>

Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque por competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles educativos*, 28(111), pp. 7-36.

Gimeno Sacristán, J. (2008). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid, España: Morata.

Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New York, EE.UU.: Aldine Publishing Company.

Godino, J. D. (2003). *Teoría de las funciones semióticas. Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Trabajo de investigación presentado para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en: [http://www.fceia.unr.edu.ar/~sreyes/funciones\\_semioticas.pdf](http://www.fceia.unr.edu.ar/~sreyes/funciones_semioticas.pdf). Recuperado: 24/04/13.

Godino, J. D. (2018). Bases epistemológicas e instruccionales del Enfoque Ontosemiótico en Educación Matemática. Disponible en, [http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/JDGodino\\_bases\\_epins\\_EOS.pdf](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/JDGodino_bases_epins_EOS.pdf) (Versión ampliada y revisada de la segunda parte del trabajo titulado, *Marcos teóricos sobre el conocimiento y el aprendizaje matemático*).

Godino, J. D.; Batanero, C. y Font, V. (2009). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Acta Scientiae. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10, pp. 7-37.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. [6ª Ed.]. D.F., México: Mc Graw Hill.

Irigoyen, J. J.; Jiménez, M. y Acuña, K. (2011). Competencias y educación superior, *RMIE*, 16(48), pp. 243-266.

López Ruiz, J. I. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por

- competencias. *Revista de educación*, 356, pp. 279-301.
- Perrenoud, P. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa*, 14 (3), pp. 503-523.
- Perrenoud, P. (2008). Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes? *Red U. Revista de Docencia Universitaria* (número monográfico II, Formación centrada en competencias), pp. 1-8.
- Perrenoud, P. (2009). Enfoque por competencias ¿una respuesta al fracaso escolar? *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 16, pp. 45-64.
- Pochulu, M. D.; D'Andrea, L. J. y Ferreyro, M. (2019). "Indicadores referenciales para valorar planificaciones de matemática de ingeniería centradas en enseñanza por competencias", *Revista Electrónica de divulgación de STEM*, 1(1), pp. 66-83. ISSN 2683-8648.
- Radford, L. (2013). Sumisión, alineación y (un poco de) esperanza: hacia una visión cultural, histórica, ética y política de la enseñanza de las matemáticas. *Actas del primer CEMACYC, República Dominicana*, pp. 1-16.
- Radford, L. (2014). De la Teoría de la Objetivación. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), pp. 132-150.
- Radford, L. (2018). Algunos desafíos encontrados en la elaboración de la Teoría de la Objetivación. *PNA*, 12(2), pp. 61-80.
- Rodríguez Zambrano, H. (2007). El paradigma de las competencias hacia la educación superior. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 15(1), pp. 145-165.
- Tobón, S. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Talca, Chile: Proyecto Mesesup.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá, Colombia: ECOE.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós.
- Vygotsky, L. S. (2005). *Psicología Pedagógica*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Zabalza Beraza, M. (2007). El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria. En *Cátedra de didáctica y Orientación Escolar, Ediciones online de Universidad de Santiago de Compostela*, pp. 1-55. Material online disponible: [CONFERÈNCIA \(uab.cat\)](http://www.uab.cat)