

# Tecnologías en trabajos de laboratorio de Análisis Matemático II como mediadoras en el desarrollo de competencias en la formación de ingenieros.

Technologies as mediators in the laboratory work of Mathematical Analysis II for the development of competences in engineering education.

Presentación: 20/10/2022

## **Maria E. Rodriguez**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, Argentina.  
[elvi2003@hotmail.com](mailto:elvi2003@hotmail.com)

## **Eva Casco**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, Argentina.  
[casco.eva@gmail.com](mailto:casco.eva@gmail.com)

## **Aldana Tibaldo**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, Argentina. Instituto de Desarrollo y Diseño – CONICET – UTN, Argentina  
[aldanatibaldo@hotmail.com](mailto:aldanatibaldo@hotmail.com)

## **Romina Durunda**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, Argentina.  
[rdurunda@frsf.utn.edu.ar](mailto:rdurunda@frsf.utn.edu.ar)

## **Resumen**

La necesidad de readaptar la formación a las nuevas exigencias económicas y sociales hace que los procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentren constantemente bajo estudio y en debate, tornando firmemente a estimular el desarrollo de competencias. En este trabajo se propone generar una herramienta, donde como docentes podamos diagnosticar y evaluar competencias genéricas tecnológicas adquiridas por el alumno en el ciclo básico. Para ello se pretende trabajar con un curso de Análisis Matemático II de segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial, en base al contenido “Integrales Dobles”, proponiendo la realización de un trabajo grupal mediado por el uso de las TICs. La evaluación de esta actividad estará enfocada en el aprendizaje significativo y será en forma escrita y oral. La metodología presentada revaloriza los procesos de aprendizaje y favorece el desarrollo de competencias.

**Palabras clave:** Competencias, TICs, Aprendizaje significativo

## **Abstract**

The need to readapt training to the new economic and social requirements means that teaching and learning processes are constantly being studied and debated, with the development of skills firmly under discussion. The aim of this paper is to generate a tool which, in the role of teachers, allows us to diagnose and evaluate the generic technological competences acquired by students in the basic cycle. For this purpose, it is proposed to carry out a group work mediated using ICTs in the content "Double Integrals" in a Mathematical Analysis II course in the second year of the Industrial Engineering degree course. The evaluation of this activity is focused on significant learning and will be in written and oral form. The methodology presented revalues the learning processes and favours the development of skills.

**Keywords:** Skill-based learning, ICTs, significant learning

## Introducción

Estimular el desarrollo de competencias es una de las máximas aspiraciones de la educación y también una de las más difíciles de lograr. La 63° Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (Rosario, 1 de junio de 2018) aprobó la propuesta “estándares de segunda generación” para la acreditación de carreras de ingeniería en el país, la cual constituye un avance sustantivo, que promueve un cambio paradigmático en la formación de ingenieros, ponen su foco en el estudiante y en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con la expectativa de desarrollar y fortalecer las competencias en el graduado. La propuesta, también conocida como “El libro rojo del CONFEDI”, establece que el egresado de una carrera de ingeniería debe poseer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística.

En la sección V del mencionado libro, “Condiciones curriculares comunes para las carreras de ingeniería”, se clasifican dos competencias que debe poseer el graduado, y se definen como:

**Genéricas:** cada entidad universitaria, en su marco institucional y dentro del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar en el perfil de egreso las competencias comunes y necesarias a todas las carreras de ingeniería.

**Específicas:** el plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar su cumplimiento, además de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero.

Según la Ordenanza N° 1853/2022 las competencias genéricas permiten cumplir con los ejes transversales de formación establecidos por el Ministerio de Educación. Estas competencias aportan para que, en el ejercicio de la profesión, no se comprometa el interés público ni el desarrollo sostenible, en tanto satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, y actúa considerando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social, abordando los contenidos y estrategias necesarias para ello. Las competencias consideradas son:

Competencias Tecnológicas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Competencias Sociales Políticas y Actitudinales:

- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7: Comunicarse con efectividad.
- CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.
- CG10: Actuar con espíritu emprendedor

La bibliografía científica disponible actual muestra un conjunto de investigaciones que aportan al conocimiento respecto de las competencias en la formación de ingenieros y otros, lo cual evidencia la importancia e interés en la temática tratada en este trabajo (Scagnetti et al., 2022, Roldán et al., 2022). Por ejemplo, internacionalmente se encuentra cómo, a partir del aprendizaje basado en problemas, son adquiridas competencias en la enseñanza universitaria (Gil Galván, 2018). Nacionalmente se puede destacar el estudio de competencias genéricas y específicas en la enseñanza de mecánica en experiencias utilizando el teléfono celular (Culzoni et al., 2021) y a su vez, en proyectos de investigación con los que se diseñan secuencias didácticas donde se evalúa el desarrollo de competencias en las carreras de ingeniería (Cura et al., 2021). Localmente, este equipo de trabajo ha realizado propuestas iniciales en base al uso de recursos digitales como herramientas didácticas donde se analizan las competencias: matemática, tecnológica y reflexiva, desarrolladas en alumnos de Análisis Matemático I (Ramírez et al., 2019) y, también se han creado miniunidades de aprendizaje para integrar competencias de Análisis Matemático I e Inglés (Casco et al., 2019).

Respecto al enfoque por competencias, por lo tanto, puede decirse que es una nueva forma de afrontar la enseñanza, es un planteamiento que refuerza la orientación hacia la práctica profesional, conforma una aproximación más pragmática al ejercicio profesional, pero que precisa de conocimientos especializados, por lo que se requiere de una adecuada combinación entre teoría y práctica. Las competencias pueden resumirse como todo conjunto de conocimientos y habilidades necesarios para desarrollar alguna actividad: la capacidad para actuar eficazmente en el logro de un objetivo. A su vez se destaca que las competencias orientan la enseñanza hacia la acción, integran diversos componentes del aprendizaje, implican procesos cognitivos distintos del aprendizaje asimilativo, implican actuaciones en situaciones complejas (Zabalza, 2007).

En cuanto a los objetivos establecidos en el Diseño Curricular vigente para la asignatura Análisis Matemático II se pueden destacar:

- Objetivo 1: Describir la trayectoria de un objeto a partir de funciones vectoriales de una variable real. Resolver situaciones problemáticas en contextos de Ingeniería utilizando recursos del cálculo diferencial e integral de funciones reales de varias variables.
- Objetivo 2: Modelizar fenómenos naturales o inducidos que evolucionan en el tiempo, mediante el empleo de Ecuaciones Diferenciales, reconociendo su importancia y aplicabilidad en Ingeniería.
- Objetivo 3: Argumentar en lenguaje coloquial y simbólico para explicar y justificar razonamientos, y fundamentar procedimientos empleados en la resolución de problemas relacionados con cálculo de gradiente, rotacional, divergencia y con los teoremas fundamentales del Cálculo Vectorial (de los campos conservativos, de Green, de Stokes y de Gauss-Strogradski).

- Objetivo 4: Resolver problemas de aplicación en los que se evidencie la utilización criteriosa de los tópicos de la asignatura, utilizando lenguaje disciplinar adecuado en producciones escritas u orales.
- Objetivo 5: Utilizar las TIC y software de aplicación en Matemática para la resolución de problemas y simulación de problemas matemáticos relacionados con superficies, curvas y campos vectoriales, favoreciendo la construcción de conocimiento.

La gran mayoría de estos objetivos pueden vincularse con las distintas competencias genéricas mencionadas, tal es el caso del objetivo 1 que se relaciona con la competencia genérica tecnológica número 1, y se establecen las bases para los objetivos 3 y 4. Las competencias Sociales Políticas y Actitudinales 6, 7 y 9 se asocian al objetivo 5 indicado.

Se tendrán presentes los resultados de aprendizaje propuestos en la planificación de la asignatura, considerándolos como enunciados acerca de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer, comprender y/o demostrar una vez terminado un proceso de aprendizaje, a saber:

- Recuperar y aplicar los conceptos del álgebra, geometría y cálculo adquiridos en el primer nivel para el desarrollo de los nuevos contenidos de Análisis Matemático II
  - Utilizar los nuevos tópicos en la resolución de ejercicios y problemas
  - Integrar los conceptos adquiridos en la asignatura con contenidos de otras áreas o disciplinas
  - Resolver situaciones problemáticas presentadas en las materias troncales
  - Analizar críticamente los resultados obtenidos en los problemas
  - Estimular el uso de softwares SAC (Sistemas Algebraicos de Cómputos) en la resolución de problemas de la asignatura
- Comunicar los resultados de la investigación en forma oral y por escrito en forma apropiada

Por otro lado, es primordial que el alumno logre el aprendizaje significativo, no cabe diseñar una actividad de evaluación para saber si el estudiante lo ha alcanzado o no, lo que procede es detectar el grado de efectividad de este, realizado a través de actividades y tareas susceptibles de ser abordadas o resueltas a partir de diferentes grados de significatividad de los contenidos implicados en su desarrollo o resolución (Coll, 2010).

El aprendizaje significativo es un proceso de aprender con sentido. En consecuencia, para formarse significativamente el nuevo conocimiento debe interactuar con la estructura de conocimiento existente, por lo que no es suficiente solamente que el alumno quiera aprender, es necesario que pueda aprender, para lo cual los contenidos han de tener un enfoque lógico y psicológico. (Soria et al., 2007).

En este sentido, el grupo de docentes e investigadores pretende propiciar y evaluar el desarrollo en el alumno de competencias genéricas tecnológicas como “identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en esta área, así como competencias sociales, políticas y actitudinales, el desempeñarse y comunicarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Bajo este marco, el objetivo del presente trabajo es proponer una actividad que permita valorar las competencias obtenidas por los alumnos en las asignaturas del ciclo básico, a partir de la utilización de TICs, para evaluar la contribución desde el aprendizaje significativo del alumno.

## Desarrollo

La actividad se focalizará en un contenido mínimo de la asignatura Análisis Matemático II (AMII), cuya evaluación podría contribuir a un portafolio de la asignatura, formado por distintos instrumentos de valoración

que proporcionen información válida y confiable acerca del mérito de las metas alcanzadas, con el fin de servir de guía para tomar decisiones, solucionar problemas y promover la comprensión de los fenómenos implicados.

Se considera a la evaluación y sus resultados como parte esencial del proceso de enseñanza, se la define como parte integral del aprendizaje y como un proceso dinámico que se desarrolla, se transforma según surge la necesidad y mejora la comprensión del proceso (Brown, 2003). El instrumento de evaluación que se propone se enmarca en una de las tendencias actuales, los portafolios consideran la recopilación y archivo de trabajos y producciones significativas como muestras documentadas de logros personales (Davini, 2008).

Para este trabajo se abordará el contenido mínimo Integrales Dobles. Los sujetos de evaluación serán los alumnos del segundo año de la carrera de ingeniería industrial U.T.N. Facultad Regional Santa Fe.

Con este trabajo se pretende analizar el aporte que contribuye la asignatura, desde el contenido, al desarrollo de las competencias considerando que las competencias se tienen que adquirir en todos los años de la carrera.

Las competencias que se analizarán serán las establecidas por el CONFEDI bajo el nombre “genéricas”. Ellas serán evaluadas atendiendo a los resultados del aprendizaje, considerando el aprendizaje significativo. Por ello, los aspectos específicos de las dimensiones se detallan a continuación:

- La motivación: se puede asegurar que el mayor o menor grado de significatividad del aprendizaje dependerá en gran parte de la fuerza de esa tendencia a aprender significativamente.
- La comprensión: se pretende la construcción de significados, para lo cual se requiere buscar la relación entre los conocimientos previos y los nuevos. Se trata de una concordancia muy especial a la que frecuentemente se le llama comprensión de los contenidos.
- La funcionalidad: también nombrado aprendizaje funcional, es aquel que nos permite utilizar los conocimientos adquiridos para resolver problemas en contextos diferentes. Por lo tanto, de activarse estos procesos de razonamiento, el estudiante podrá estar en condiciones de encontrar la funcionalidad de los conocimientos adquiridos.
- La participación activa: se empieza a dar cuando el estudiante asume un papel activo y trabaja sobre la información recibida. Se integra por diferentes momentos en los que el estudiante reflexiona sobre su propio proceso: analizar, valorar, actuar y detectar las dificultades y los medios para resolverlos, además de extraer conclusiones que le sirvan para afrontar otros retos de aprendizaje.
- La relación con la vida real: se refleja en la satisfacción de necesidades reales para los estudiantes y reflejan un grado de significatividad mayor.

Para ello, la metodología propuesta comienza cuando los docentes presentan el tema en clases. Una vez expuesto el contenido, los alumnos se organizarán en grupos de tres integrantes y trabajarán leyendo, con el objetivo de desarrollar competencias para identificar, formular y resolver problemas, así como desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Luego, cada grupo resolverá un problema de la guía práctica de la asignatura (basada en el libro recomendado por la cátedra (Stewart, 2008) desarrollando competencias de liderazgo y colaboración, propiciando el pensamiento crítico y la resolución de problemas, disponiendo de espacios de consultas presenciales de los profesores involucrados.

En una primera instancia se presentarán las resoluciones en forma escrita a fin de evacuar dudas y contar con una primera revisión por parte de los docentes. En la misma se presentan los procedimientos analíticos y

los resultados gráficos obtenidos con el software.

Una vez transcurridos 10 días, oralmente deberán demostrar la resolución del problema mediante la aplicación del concepto, explicando la resolución analítica y la ejecución de una animación (simulación), en el Software Geogebra. Dicho software es elegido por la cátedra ya que es un software libre, los alumnos están familiarizados con él porque lo han utilizado en la secundaria, tiene una interfaz clara y de fácil de manejar.

## Conclusiones

Se considera que la organización en grupos propiciará liderazgo, esfuerzos conjuntos entorno a objetivos, negociación de soluciones (mediación; esfuerzo de las personas por prevenir conflictos o resolverlos; realizar acuerdos; arbitrar; etc.) y conexión personal (empatía; reconocer y responder adecuadamente a los sentimientos y preocupaciones de la gente; trabajar en equipo; persuadir; ser asertivo), etc.

El tipo de valoración contribuye a una evaluación sumativa de la asignatura AMII, desde la valoración formativa de cada contenido, apostando en este caso, al aprendizaje colaborativo, pues se realizará la división del grupo amplio de la clase en pequeños equipos heterogéneos que sean representativos de la comisión en cuanto a los distintos niveles de rendimiento y se valorará el trabajo grupal que debe realizarse para conseguir los objetivos propuestos.

En lo que respecta a los contenidos a evaluar, estos incluyen el dominio cognitivo del concepto y su aplicación en otros contextos, el afectivo relacionado a actitudes personales y grupales, y procedimental en el desarrollo de habilidades, destrezas, organización del tiempo, etc. para la solución del problema planteado.

Las técnicas de evaluación usadas serán la observación, entrevista y de desempeño. El sistema de evaluación será tanto cualitativo como cuantitativo. Los criterios adoptados para evaluar a los alumnos se basarán en la realización de los trabajos y la presentación oral de los mismos.

Para ello, se considerará la exposición individual, la presentación de la resolución del problema y las respuestas a las preguntas realizadas por los docentes. Luego se evaluará la exposición y presentación de la solución grupal. En última instancia, luego de valorar el desempeño de cada alumno y del grupo, los docentes realizarán los aportes que contribuyan a la mejora académica y al desempeño en la vida real.

El nivel de tributación del contenido analizado en las competencias involucradas puede definirse como tendiente a “medio” ya que representa una parte de una unidad, siendo un total de cinco unidades en la asignatura, con una carga horaria de 35 horas sobre las 160 horas totales. Más allá de esto, el tópico tratado es fundamental para el desarrollo de integrales triples y para las aplicaciones de integrales triples y cálculo vectorial. Además, para haber podido abordar este tema el alumno tuvo que haber aprendido los conceptos fundamentales de funciones de varias variables.

Como docentes se recurre a las didácticas activas, con la intención de resultar mediadores, adaptando los recursos didácticos, mediante las tecnologías emergentes, para lograr potenciar los procesos de aprendizaje. El uso de software es una exigencia curricular, esta actividad propiciará su revalorización, no sólo como herramienta para resolver cálculos sino como motivador del aprendizaje y favorecedor en el desarrollo de competencias.

Esta propuesta, con un enfoque basado en competencias, fomenta el aprendizaje significativo, priorizando la propia experiencia del alumno como eje central, cuya evaluación se basa en una retroalimentación que

permite un desarrollo y aprendizaje continuo, logrando que el alumno alcance independencia, mejore su autonomía y la cooperación con otros, y le permita estar mejor preparado para afrontar futuros problemas profesionales.

Mediante este trabajo se pretende contribuir a la calidad educativa en nuestra institución y a la mejora continua de nuestras prácticas docentes.

## Referencias

Brown, S; Glasner, A. Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques. Buckingham: Open University

Press. <http://cuaderno.pucmm.edu.do/index.php/cuadernodepedagogia/article/view/17/16> (2003).

Casco, Eva; B. de Gamarci, Mirta; Tibaldo, Aldana; Rodriguez, Elvira. (2019). "Creación de un objeto a partir de una mini unidad de aprendizaje para integrar competencias de análisis matemático e inglés". Jornadas de Ciencias Básicas 2019. Santa Fe, Argentina.

Coll, C. Enseñar y aprender en el mundo actual: desafíos y encrucijadas. Pensamiento Iberoamericano, 7, 47-66. [http://www.educacionysociedad.org/images/img\\_noticias/docu4e92a454ee178\\_10102011\\_452am.pdf](http://www.educacionysociedad.org/images/img_noticias/docu4e92a454ee178_10102011_452am.pdf). (2010).

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería -CONFEDI. Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina - Libro rojo de CONFEDI, Roberto Giordano Lerena, Sandra Cirimelo, (2018).

Culzoni, Cecilia; Alegre, Laura; Farías, Marisol; Cinat, Paula. (2021). "Competencias en experiencias de mecánica utilizando un teléfono celular". VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería. Santa Fe, Argentina.

Cura, Rafael Omar; Girón, Pablo; Krumrick, Ezequiel; Marinsalta, Ma. Mercedes; Sacco, Lucía. (2021). "Evaluación del desarrollo de competencias en carreras de Ingeniería (UTN FRBB-FRN-FRSN)". VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería. Santa Fe, Argentina.

Davini, M. C. Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores. Buenos Aires. Santillana. (2008).

Stewart, J., Romo, J. H. Cálculo de varias variables: Trascendentes tempranas (6a. ed.). México. (2008).

Gil Galván, Rosario. (2018). "El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria." Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE. 23, 76, PP. 73-93. México.

Ordenanza N° 1853/2022. Diseño Curricular de la Carrera Ingeniería Civil - Plan 2023

Ramirez, Sandra; Casco, Eva; Scagnetti, Olga; Rodriguez; Elvira. (2019). "Propuesta de valoración de herramienta digital como recurso didáctico en Análisis Matemático I". Jornadas de Ciencias Básicas 2019. Santa Fe, Argentina.

Roldán, S., Suárez, C. La lecto-escritura en el primer nivel de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Santa Fe. VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería-JEIN

2021. (2022) DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.893.2021>

Scagnetti, O.; Casco, E.; Ramírez, S. Una experiencia para desarrollar las competencias en la formación de ingenieros. VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería-JEIN 2021. (2022) DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.893.2021>

Soria Aznar, M.; Giménez, I.; Fanlo, A. J.; Escanero Marcen, J. F. El mapa conceptual: una nueva herramienta de trabajo. Diseño de una práctica para fisiología. [http://www.unizar.es/ees/innovacion06/COMUNIC\\_PUBLI/BLOQUE\\_IV/CAP\\_IV\\_5.pdf](http://www.unizar.es/ees/innovacion06/COMUNIC_PUBLI/BLOQUE_IV/CAP_IV_5.pdf) (2007).

Zabalza Beraza, M. A. El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria. (2007).