

ARTÍCULO

ÁREA TEMÁTICA: FORMACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

Experiencia pedagógica: del error al desarrollo de competencias en ingeniería

Pedagogical experience: from error to the development of engineering competencies

Maria Carmen Quercia | Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería.

 <https://orcid.org/0009-0008-7555-0898>.

Maria Andrea Aznar | Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería.

Contacto: maznar@fi.mdp.edu.ar

 <https://orcid.org/0000-0002-1948-9315>.

Maria Laura Distefano | Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería.

 <https://orcid.org/0000-0002-0122-7317>

RESUMEN

Este trabajo describe una experiencia pedagógica implementada en un curso de Álgebra de primer año de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina). Bajo la metodología de aula invertida, se diseñó e implementó una actividad de análisis de errores sobre números complejos en la que los estudiantes debían detectar, justificar y orientar la corrección de resoluciones erróneas realizadas por alumnos anónimos de cohortes anteriores. El objetivo fue propiciar un rol activo del estudiante y favorecer el desarrollo inicial de competencias genéricas de ingeniería. Tras la actividad, los estudiantes respondieron a una consigna metacognitiva sobre su propio aprendizaje. El análisis cualitativo de las respuestas revela una valoración positiva de la experiencia por parte de los estudiantes; la mayoría reconoció que la tarea permitió profundizar conceptos, identificar fallas propias y mejorar la autorregulación. Se concluye que, aunque represente

Recibido: 01/04/2026 | Aceptado: 12/08/2026 | Publicado: 20/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.64876/radi.v28.3>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



un desafío docente, es factible integrar el desarrollo de competencias desde las ciencias básicas mediante metodologías activas.

ABSTRACT

This work describes a pedagogical experience implemented in a first-year Algebra course for engineering careers at the National University of Mar del Plata (Argentina). Within the framework of the flipped classroom methodology, an error analysis activity on complex numbers was designed and carried out, in which students were required to detect, justify, and guide the correction of erroneous solutions produced by anonymous students from previous cohorts. The objective was to promote an active student role and support the initial development of generic engineering competencies. After the activity, students responded to a metacognitive prompt regarding their own learning. Qualitative analysis of the responses reveals a positive assessment of the experience by the students; most acknowledged that the task allowed them to deepen their understanding of concepts, identify their own mistakes, and improve self-regulation. It is concluded that, although it poses a challenge for instructors, it is feasible to integrate competency development into basic sciences through active methodologies.

Resumen gráfico



Palabras clave: análisis de errores, aula invertida, álgebra, competencias en ingeniería, reflexión metacognitiva

Keywords: error analysis, flipped classroom, algebra, engineering competencies, metacognitive reflection

INTRODUCCIÓN

Las facultades de ingeniería de Argentina están inmersas en un proceso de transformación de la educación de los futuros ingenieros, buscando lograr e implementar un diseño curricular basado en competencias. En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina se han actualizado los planes de estudio, adaptándolos a las competencias genéricas y específicas definidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Se aspira a que las mismas perfilen la formación del ingeniero "buscando un graduado que sepa hacer y sepa ser, con competencias tecnológicas, políticas, sociales y actitudinales" (CONFEDI, 2018, p. 13). En este contexto, cada asignatura de estas carreras debe hacer su aporte para contribuir a la construcción de esas competencias en los estudiantes. En el caso de las materias de ciencias básicas, particularmente del área Matemática, en general esos aportes son relativos a competencias genéricas tales como las vinculadas a resolver problemas de ingeniería, comunicarse con efectividad y aprender de forma continua y autónoma. Esto supone trabajar con procesos de instrucción que deben estar orientados por un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante (ACE) que, entre otras condiciones, requiere la implementación de metodologías donde el estudiante ejerza un rol activo y que promuevan el aprendizaje autorregulado (Kowalski et al., 2019). Estos objetivos representan un gran desafío en el escenario de asignaturas cuyos alumnos son recién ingresantes a la facultad ya que, en su mayoría, deben resignificar sus estrategias de estudio. Particularmente en el primer año de la carrera es necesario plantear estrategias de enseñanza que ayuden al estudiante recién ingresado a adquirir habilidades para estudiar matemática. En estas circunstancias pareciera muy lejano el objetivo de contribuir al desarrollo de competencias de ingeniería. Sin embargo, se pueden hacer unos primeros pasos en los cuales, si bien las competencias no se plantean como objeto de enseñanza, se puede proponer al alumno actividades que lo sitúen en contextos que lo acerquen a poner en juego alguna de las habilidades o capacidades vinculadas a esas competencias.

A partir de esas consideraciones, y con el objetivo de propiciar un rol más activo en el estudiante, en la cátedra de Álgebra de las carreras de Ingeniería de la UNMDP, se seleccionó el aula invertida como una de las formas principales de mediación pedagógica. Este modo de mediación se sustenta en una pedagogía de aprendizaje semipresencial activo, que se basa en la preparación previa no presencial de los alumnos para las clases presenciales interactivas. El docente proporciona primero la información a los alumnos para que procuren estudiarla y comprenderla por sí mismos. Los alumnos estudian individualmente para estar preparados para participar en las actividades de clase. Posteriormente, el tiempo de clase se dedica a profundizar en su comprensión y a construir sobre lo aprendido incorporando ejercicios de aprendizaje activo y en equipo (Prieto et al., 2021). Estudios sistemáticos de revisión de bibliografía respecto de la aplicación de esta modalidad en asignaturas de Matemática de nivel universitario señalan su valoración positiva (Fernández-Martín et al., 2020), Reyes Contreras et al. 2025).

La modalidad de aula invertida ofrece una oportunidad de reservar el tiempo presencial del trabajo en aula para actividades significativas protagonizadas por el estudiante, en la que se pongan en juego habilidades de comunicación oral y escrita, de trabajo en equipo, pensamiento crítico, señaladas como fundamentales en este contexto educativo (Felder, 2022). Una de las actividades alineada con ese propósito es la de análisis de errores. La misma consiste, en líneas generales, en presentar a los estudiantes una resolución de una tarea para que detecten errores, argumenten y hagan sugerencias de mejora.

Se pueden encontrar trabajos acerca del análisis de errores como estrategia de enseñanza que refieren a la aplicación de esta estrategia en materias de Matemática de nivel universitario.

Tal es el caso de Molina y Llaguno (2025), quienes aplicaron diferentes estrategias de análisis de errores por parte de los estudiantes y evaluaron mediante encuestas distintas dimensiones de la experiencia; concluyen que "genera un impacto positivo en la formación integral del estudiante" (p. 700) y señalan que su aplicación por parte de los docentes aún no es sistemática ni frecuente" (p. 700).

Por su parte, Ryals et al. (2025) analizan este tipo de tarea en un grupo de estudiantes de álgebra de carreras de fuerte contenido matemático, discriminando cómo planean ajustar su enfoque de estudio según la clasificación de sus errores como simples o no. Concluyen que los estudiantes creen que los errores simples se pueden prevenir mediante la práctica repetitiva o la memorización, mientras que los errores no simples requieren búsqueda de ayuda; al respecto subrayan que es necesario que los docentes investiguen estos significados antes de brindar orientación a los estudiantes para la resolución de sus obstáculos.

El propósito de este artículo es exponer una experiencia que contribuye a potenciar, en un nivel inicial, el desarrollo de competencias genéricas de ingeniería. Para ello, se describen la planificación e implementación de un tipo particular de tarea de análisis de errores realizada por la cátedra mencionada, en el marco del aula invertida. Se interpretan las vinculaciones de las acciones realizadas por los estudiantes con habilidades relacionadas a competencias. También se categorizan las manifestaciones de los estudiantes con relación al aporte de esta experiencia sobre su aprendizaje.

METODOLOGÍA

En esta sección se presentarán el contexto de la experiencia, la descripción de la planificación de la actividad y su implementación.

Contexto de la experiencia

La experiencia que se describe tuvo lugar en una de las comisiones de un curso de Álgebra de primer año de la facultad de Ingeniería de la UNMdP. Las clases son de carácter teórico-prácticas y se desarrollan siguiendo el modelo de aula invertida. Los dos encuentros presenciales semanales tienen dos horas de duración y adoptan el formato

taller. Los mismos están a cargo de un profesor adjunto, un jefe de trabajos prácticos y dos ayudantes graduados. Antes del encuentro presencial, los estudiantes deben visio-
nar videos y leer comprensivamente documentos, disponibles en el aula virtual de la pla-
taforma institucional, del tema programado en el cronograma. El tiempo del encuentro
presencial no es fragmentado en un momento de rescate de contenidos teóricos y otro
de ejercicios prácticos. Se presentan actividades integradas donde todos los docentes
tienen un rol orientador, interactuando de manera tal de propiciar la interacción dialógi-
ca y la construcción en el estudiante de la convergencia entre el saber y el hacer.

La experiencia didáctica que se expone tuvo lugar en la última semana de desarrollo
de la unidad Números Complejos, previa a la evaluación parcial. Participaron 66 alumnos.

Planificación de la actividad

En la metodología de aula invertida pueden distinguirse tres momentos en relación a la
clase presencial: *antes*, *durante* y *después* de la misma. Con esta organización se busca
no solo aprovechar el tiempo de la clase sino también posibilitar interacciones más en-
riquecedoras entre profesor y estudiante como así también entre los alumnos entre sí
(Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2014). El propósito de favore-
cer que el estudiante asuma un rol activo en su aprendizaje modifica el rol del docente.
La explicitación de actividades de los estudiantes y de los docentes en relación a esta
estructura temporal en tres momentos, se sintetiza en la Tabla 1.

Tabla 1: Actividades del estudiante y del docente en los tres momentos del aula invertida.

	Antes	Durante	Después
Actividades del docente	Planifica la tarea y la gestión de la clase presencial.	Coordina y organiza la clase acorde a lo planificado abordando los conflictos no previstos.	De acuerdo a lo sucedido en la clase presencial realiza los ajustes necesarios en el proceso de enseñanza.
Actividades del estudiante	Estudia siguiendo las orienta- ciones que el docente ofreció anteriormente.	Realiza la tarea propuesta por los docentes.	Reflexiona sobre su propio proceso de aprendizaje de lo tratado en la clase.

Nota. Elaboración propia

Antes de la clase presencial, el profesor planifica la tarea que permitirá a los alumnos
reutilizar lo estudiado a partir de los materiales disponibles en el aula virtual. Las *planifi-
caciones de clases* contienen colecciones de tareas diseñadas o seleccionadas con ciertos
criterios de secuenciación, de acuerdo con decisiones del docente, a lo que conviene
sumar anticipaciones de posibles errores y formas de intervenir en el aula, evaluación,
etcétera (Rodríguez, 2025).

Para la planificación de la clase se tuvieron en cuenta varias cuestiones: las capacida-
des involucradas en relación a competencias para realizar la tarea, el tipo de actividad
que contribuye a desarrollar esas capacidades, el problema matemático adecuado para

esa actividad, la gestión de la clase contemplando los recursos materiales, temporales e interacciones implicados. También se contempló el diseño de una tarea para promover la reflexión de los estudiantes sobre su propio aprendizaje que, al mismo tiempo, diera a los docentes la mirada de los protagonistas sobre lo desarrollado.

Las capacidades involucradas en relación a competencias

Bajo la idea de proponer a los estudiantes actividades que contribuyan al inicio de construcción de competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino, se contemplaron algunas de las detalladas en el documento de CONFEDI (2014). En dicho documento las competencias se presentan desagregadas en capacidades y éstas a su vez disgregadas en capacidades que aquí llamaremos desempeños. Algunos de esos desempeños que se procura trabajar se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Competencias, capacidades y desempeños contemplados en el diseño de la tarea

Competencia	Capacidad	Desempeños
Competencia para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.	Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.	Desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.
	Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.	Elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.
	Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.	Monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.
Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.	Escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista. Expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
Competencia para comunicarse con efectividad	Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas	Expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. Producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes. Analizar la validez y la coherencia de la información.
Competencia para aprender en forma continua y autónoma	Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje	Evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

Nota. Elaboración propia a partir de CONFEDI (2014)

La actividad y el problema matemático que aborda

En esta oportunidad, tal como se ha señalado, se eligió el análisis de errores como

actividad para ser desarrollada durante el encuentro presencial. Se seleccionó un problema en el cual estudiantes de años anteriores evidenciaron mayores dificultades para su resolución, con condiciones que permitieran poner en juego habilidades matemáticas vinculadas a alguna de las competencias genéricas señaladas. En este sentido, la toma de decisiones resulta una capacidad que debe desarrollar un ingeniero en formación. Así, respecto del contenido Números Complejos, la habilidad de elegir la forma de representación más adecuada para resolver un problema fue considerado un aspecto pertinente para diseñar la actividad. En la misma se presenta a los estudiantes resoluciones de un ejercicio –que contienen errores– realizadas por dos estudiantes anónimos de una cohorte anterior, a los que se denominará de aquí en más como ER1 y ER2 (estudiante resolutor 1 y estudiante resolutor 2). Se les pide a los alumnos que participaron de la experiencia (a los que se identificará en este trabajo como estudiantes correctores) que los detecten y que formulen orientaciones para que los estudiantes ER1 y ER2 comprendan en qué se equivocaron y porqué. En la Figura 1 se presenta su consigna.

Nombre y Apellido: _____

Alias: _____

Actividad

Analizá las resoluciones que dos estudiantes hicieron del siguiente problema: **Determinar analíticamente todos los $z \in \mathbb{C}$ tales que $z^5 + i\bar{z} = 0$**

Escribí todas las indicaciones que consideres necesarias para que estos estudiantes comprendan sus errores u omisiones, y logren una resolución correcta.

Resolución del Estudiante 1

$$\begin{aligned} \text{sea } z &= a + bi \\ (a+bi)^5 + i \cdot (a-bi) &= 0 \\ (a+bi)^2 \cdot (a+bi)^3 + i \cdot (a-bi) &= 0 \\ (a^2 + 2abi - b^2) \cdot (a^2 + 2abi - b^2) \cdot (a+bi) + i \cdot (a-bi) &= 0 \\ (a^4 + 2a^3bi - a^2b^2 + 2a^3bi + 4a^2b^2i^2 - 2ab^3i - b^2a^2 - 2ab^3i + b^4) \cdot (a+bi) + i(a-bi) &= 0 \end{aligned}$$

Resolución del Estudiante 2

$$\begin{aligned} z^5 + i\bar{z} &= 0 \\ z^5 &= -i\bar{z} \\ |z|^5 &= |-i\bar{z}| \\ |z|^5 &= |\bar{z}| \\ |z|^5 &= |z| \\ \frac{|z|^5}{|z|} &= \frac{|z|}{|z|} \\ |z|^4 &= 1 \\ |z| &= \pm 1 \\ |z| &= 1 \quad |z| = -1 \\ S &= \left\{ 1, e^{i\frac{15}{8}\pi}, -1, e^{i\frac{15}{8}\pi} \right\} \end{aligned}$$

Figura 1: Consigna de la actividad de análisis de errores. Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que, en el caso de la resolución del ER1, la estrategia de usar la representación en forma binómica en una potencia de exponente 5 no es la más adecuada. La misma conlleva un alto nivel de dificultad en los cálculos de potencias y, aún sin cometer errores en los mismos, estos estudiantes no cuentan con herramientas para resolver el sistema de dos ecuaciones no lineales de 2 variables que surge de la igualación a 0+0i.

En el caso del ER2, plantea la resolución utilizando la representación polar, cometiendo

errores conceptuales (como plantear argumento al complejo nulo, o asignarle un valor negativo al módulo) y procedimentales en la aplicación de propiedades del argumento.

Los recursos materiales, temporales e interacciones de la clase

Planificar una gestión de la clase acorde a la actividad comprende contemplar la administración de recursos temporales y materiales y las posibles *intervenciones docentes* considerando diferentes momentos:

- Presentación de la tarea. Se entrega a cada estudiante la consigna de la actividad impresa en papel por duplicado. En una de esas copias, los alumnos proceden a realizar la tarea, disponiendo para ello de cuarenta y cinco minutos.
- Resolución efectiva por parte de los alumnos. En esta instancia, las intervenciones de los docentes se centran en alentar la resolución sin intervenir de modo directo. Los profesores evitan las correcciones parciales ya que pueden ocasionar que las concepciones erradas no aparezcan para ser explicitadas y/o discutidas. Respecto de las intervenciones docentes en esta instancia, Rodríguez (2025) sugiere algunos criterios a fin de centrar el proceso en el estudiante. Uno de ellos consiste en, ante una pregunta, evitar decirles si está bien o no una resolución o responderle cómo se resuelve el problema planteado. Se trata de intervenir, con preguntas y orientaciones, para que puedan desarrollar su propio procedimiento. Esto requiere necesariamente tratar de entender qué pensó el estudiante antes de intervenir. Terminada esta instancia, los estudiantes entregan a los profesores sus producciones para posteriores análisis de carácter didáctico.
- Puesta en común para confrontar procedimientos y resultados. En este momento, los alumnos utilizan la otra copia de la actividad para hacer los registros que consideren importantes. Esta instancia demanda unos cincuenta minutos. La misma está coordinada por la profesora adjunta quien invita a los estudiantes a compartir sus procedimientos y argumentos para, a su vez, analizar los resultados obtenidos.
- Vinculación entre las producciones de los alumnos y el saber al que se apunta con la actividad. Esta tarea es realizada por el docente en los 25 minutos restantes de la clase.

La reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje

Con el propósito de favorecer el aprendizaje autónomo en el estudiante se elaboró una consigna *metacognitiva personal* (Rodríguez, 2025), en forma de pregunta, a la que los alumnos accedían mediante un código QR presente en la segunda copia de la actividad. El mismo conducía a un formulario de Google, con el siguiente interrogante para responder en forma anónima después de la clase presencial:

Esta actividad, ¿te ayudó a profundizar en el estudio de los números complejos? Explicá porqué

Implementación de la actividad

La implementación de la actividad tuvo lugar en el segundo momento del aula invertida. Al inicio de la clase presencial se propuso a los estudiantes la resolución individual de la actividad de análisis de errores tal como se la detalló anteriormente. En general, los estudiantes, en su calidad de correctores, desarrollaron –en diferente grado– acciones como:

- Realizar su propia resolución (podría ser en forma escrita o no).
- Compararla con las de los estudiantes resolutores (ER1 y ER2).
- Decidir si la información planteada por cada resolutor es suficiente para hacer el seguimiento o para entender lo desarrollado.
- Detectar diferencias entre su resolución y la de cada estudiante resolutor y, si las hubiera, decidir si son expresiones equivalentes o si alguno cometió un error (él mismo o el estudiante resolutor). En tal caso, determinar quién y para ello validar las resoluciones.
- Si detectó error en la resolución del estudiante resolutor, escribir una argumentación para darle una orientación.

Las dos primeras acciones corresponden, respectivamente, a ejecutar su propia resolución del ejercicio y a cotejarla con las de ER1 y ER2. Cada una de las restantes implica la manifestación de algunas de las habilidades necesarias para ciertos desempeños, los cuales están asociados a las competencias genéricas a las que se pretende contribuir. En la Tabla 3 se vinculan las acciones del estudiante corrector con algunos de los desempeños enunciados.

Tabla 3: Acciones que la tarea procura movilizar y desempeños relacionados

Acción	Desempeños relacionados
Decidir si la información planteada por cada resolutor es suficiente para hacer el seguimiento o para entender lo desarrollado.	Analizar la validez y la coherencia de la información.
Detectar diferencias entre su resolución y la de cada estudiante resolutor y, si las hubiera, decidir si son expresiones equivalentes o si alguno cometió un error (él mismo o el estudiante resolutor). En tal caso, determinar quién y para ello validar las resoluciones.	Analizar la validez y la coherencia de la información. Monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.
Si detectó error en la resolución del estudiante resolutor, escribir una argumentación para darle una orientación.	Elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones. Expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. Producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.

Fuente: Elaboración propia

Terminada esta actividad, los estudiantes entregaron a los profesores sus producciones.

Posteriormente, disponiendo los alumnos de la otra copia de la actividad, se realizó la puesta en común. La misma estuvo coordinada por la profesora adjunta quien invitó a los estudiantes a compartir sus procedimientos y argumentos para, a su vez, confrontar los resultados obtenidos. La acción desarrollada por los estudiantes se vincula con los desempeños detallados en la Tabla 4.

Tabla 4: Puesta en común y desempeños con los que se relaciona

Acción	Desempeños relacionados
Participación en la puesta en común.	Escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista. Expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo. Expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.

Fuente: Elaboración propia

A partir de las expresiones de los estudiantes, y con la colaboración de los docentes participantes, la profesora organizó la reflexión sobre los aportes realizados y, tomándolos como punto de apoyo, realizó una síntesis de los conocimientos a los que llegó el grupo.

Finalizada la actividad, la docente sugirió a los estudiantes acceder al código QR para responder a la pregunta destinada a que reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje. La ejecución de esta tarea por parte del estudiantado, después de la clase presencial, está vinculada a uno de los desempeños involucrados con la capacidad de aprender de forma continua y autónoma: *evaluar su propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo*.

Las producciones escritas elaboradas por los estudiantes en su función de correctores no serán analizadas en este artículo, dado que el interés principal se centra en la reflexión que realizan sobre su propio proceso de aprendizaje a partir de esta experiencia. Sin embargo, enunciaremos algunas características observadas sobre las producciones de los estudiantes correctores (EC):

Se constató dificultad en la elección del registro de representación más adecuado para el abordaje del problema. Como se describió al presentar la actividad en la Figura 1, el ER1 representó el número complejo en forma binómica sin llegar a concluir la tarea ya que tal forma de representación resulta ineficaz. A este respecto, se observó que solo un 35% de los estudiantes correctores (EC) sugirió explícitamente el uso de la forma polar. Esto evidencia que muchos aún tienden a privilegiar la representación binómica, incluso cuando no es la más adecuada para el problema planteado. Un ejemplo de ello puede observarse en la Figura 2, en la cual, un estudiante corrector mantiene la estrategia del ER1, intentando continuar el desarrollo y justificando ciertas obtenciones con alusión a definiciones y propiedades como " $i^2=-1$ " o "propiedad distributiva" pero sin arribar a la solución del ejercicio.

Resolución del Estudiante 1

Sea $z = a + bi$

$$(a+bi)^5 + i \cdot (a-bi) = 0$$

$$(a+bi)^2 \cdot (a+bi)^2 \cdot (a+bi) + i \cdot (a-bi) = 0$$

$$(a^2 + 2abi - b^2) \cdot (a^2 + 2abi - b^2) \cdot (a+bi) + i \cdot (a-bi) = 0$$

$$(a^4 + 2a^3bi - a^2b^2 + 2a^3bi + 4a^2b^2i^2 - 2ab^3i - b^4) \cdot (a+bi) + i(a-bi) = 0$$

Seguir resolviendo

$$a^4 + 4a^3bi - 4a^2b^2 - 4ab^3i + b^4 + (a+bi)(-a^2 + b^2) + i(a-bi) = 0$$

$$(a^5 + 4a^4bi - 4a^3b^2 - 4a^2b^3i + ab^4 + a^2b^2 - b^4 + i(a^2 - b^2) - i(a^2 - b^2)) = 0$$

Propiedad conmutativa

Factor común

distribuir

Figura 2: Ejemplo de la elección poco adecuada del registro.

En general, los EC prefirieron el lenguaje natural por sobre el simbólico al registrar sus orientaciones y sugerencias. En algunos casos evidenciaron sus propias inconsistencias o sin arribar a una resolución correcta. Así, por ejemplo, en la producción del estudiante corrector que se expone en la Figura 3, se observa su explicación en forma de relato. Sobre el escrito del ER2, señala -con una enfatizada afirmación- que el cero no tiene argumento, pero no reinicia otro desarrollo de la igualdad de argumentos; también explicita que el módulo de un número complejo no puede tener valor -1 y señala errores en forma de pregunta: "¿qué pasó con el 4?". En este caso señala errores, pero no ofrece orientaciones hacia la resolución.

Resolución del Estudiante 2

$$z^5 + i\bar{z} = 0$$

$z \neq 0$

$z^5 = -i\bar{z}$

$|z^5| = |-i\bar{z}|$

$|z|^5 = |\bar{z}|$

$|z|^5 = |z|$

$|z|^4 = 1$

$|z| = \pm 1$

$|z| = 1$

$|z| = -1$ NO

$S = \{1, e^{15/8\pi}; -1, e^{15/8\pi}\}$

$\arg(z^5 + i\bar{z}) = \arg(0)$

$\arg(z^5) + \arg(i\bar{z}) = 0$

$5\arg(z) + \arg(i\bar{z}) = 0$

$5\arg(z) + \frac{\pi}{2} - \arg(z) = 0$

$4\arg(z) = -\pi/2$

$\arg(z) = -\frac{\pi}{8} \equiv \frac{15\pi}{8}$

0 no tiene argumento

no se suma, se multiplica

Falta desarrollo, ¿qué pasó con el 4?

Al poner $\arg(0)$, el alumno da a entender que 0 tiene argumento, y no es así.

Al separar una multiplicación del argumento, se mantiene la multiplicación.

Por el otro lado puso módulo de $-i\bar{z}$ con lo cual no tendría en claro las propiedades o bases. No señala que pasó con el 4, donde se o quedar, y el módulo no puede quedar -1.

Figura 3: Ejemplo de señalamiento de errores sin orientaciones..

Respecto del uso del lenguaje simbólico, en general, estuvo restringido al señalamiento de errores con operaciones algebraicas y al desarrollo de una resolución considerada correcta por parte del EC. En la Figura 4 puede observarse un ejemplo de esta situación.

Resolución del Estudiante 2

$$z^5 + i\bar{z} = 0$$

$$z^5 = -i\bar{z}$$

$$|z^5| = |-i\bar{z}|$$

$$|z|^5 = |\bar{z}|$$

$$|z|^5 = |z|$$

$$\frac{|z|^5}{|z|} = \frac{|z|}{|z|}$$

$$|z|^4 = 1$$

$$|z| = \pm 1$$

$$|z| = 1 \quad |z| = -1 \quad |z| \geq 0$$

$$S = \left\{ 1 \mid \frac{15}{8}\pi ; -1 \mid \frac{15}{8}\pi \right\}$$

$$S = \left\{ 1 \mid \frac{3\pi}{2} + \frac{2k\pi}{4} \mid \right\} \text{ con } k=0,1,2,3 \wedge k \in \mathbb{Z}$$

$$\arg(z^5) = -\arg(i - z)$$

$$5 \arg(z) = -\arg i - \arg \bar{z}$$

$$5 \arg(z) = -\frac{3\pi}{2} + \arg z$$

$$4 \arg(z) = -\frac{3\pi}{2} + 2k\pi$$

$$\arg(z) = -\frac{3\pi}{8} + \frac{2k\pi}{4}$$

Figura 4: Ejemplo de uso del lenguaje simbólico.

En cuanto a la consigna de la actividad, se la planteó intencionalmente abierta para que los estudiantes decidieran en forma autónoma el procedimiento para realizarla. En este sentido, podían resolver en primera instancia el ejercicio, o no, para proceder a la corrección del mismo.

En el siguiente apartado se presenta una categorización de las respuestas proporcionadas por los estudiantes a la pregunta planteada en la consigna metacognitiva personal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las *consignas metacognitivas* son aquellas que invitan al estudiante a realizar una reflexión sobre el propio hacer cognitivo implicado en la resolución de uno o varios ejercicios o problemas u otro tipo de consigna (Rodríguez, 2025). A partir de esta caracteri-

zación se considera que es posible diferenciar dos tipos de consignas: las referidas a lo *metacognitivo personal*, que apuntan a generar un conocimiento metacognitivo referido a las características individuales con relación al aprendizaje y a su interacción con el conocimiento sobre las tareas o situaciones y las estrategias; y las vinculadas a lo *metacognitivo matemático*, cuyo foco es el conocimiento metacognitivo referido a las estrategias, a las tareas o situaciones y a la interacción entre ambas, en este dominio de conocimiento.

La pregunta planteada a los estudiantes es: *Esta actividad, ¿te ayudó a profundizar en el estudio de los números complejos? Explicá porqué*

Dicho interrogante es una consigna metacognitiva personal que también da cuenta de su mirada sobre la experiencia. Se obtuvieron 66 respuestas. En 60 de ellas los alumnos respondieron que esta actividad había aportado, en algún sentido, al estudio del tema en cuestión (respuestas favorables). En las 6 respuestas restantes expresaron que no (respuestas no favorables).

En el gráfico de la Figura 5 se muestran distintas categorías de respuestas, discriminando favorables y no favorables, con su frecuencia de aparición:

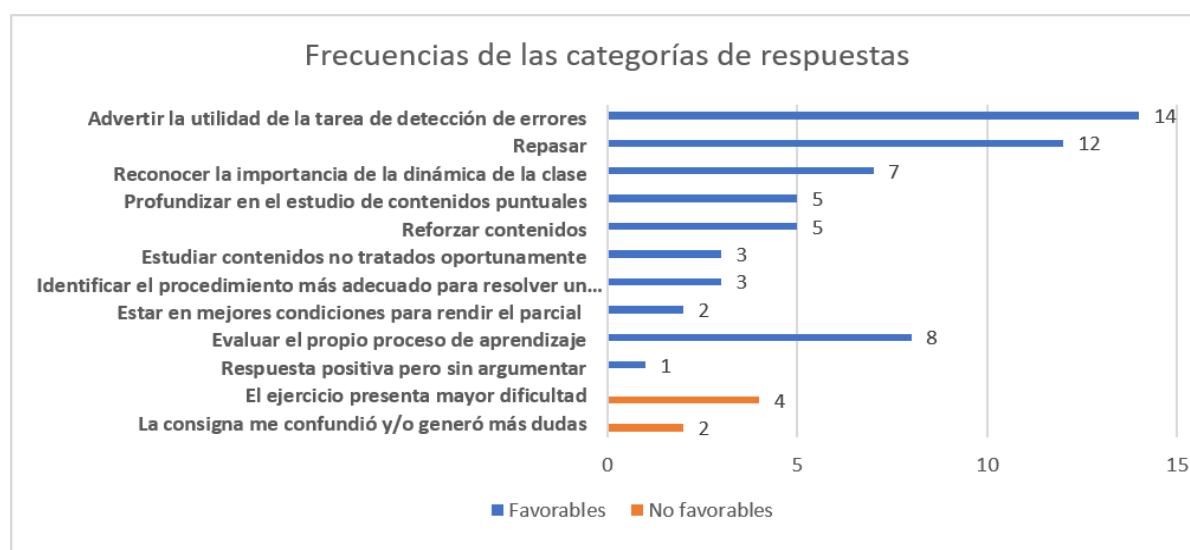


Figura 5: Frecuencias de categorías de respuestas. Fuente: Elaboración propia

Al analizar las respuestas favorables se pudieron identificar las siguientes categorías, no excluyentes entre sí, respecto de la manifestación que hacen los estudiantes acerca de lo que la actividad les aportó:

- **Advertir la utilidad de la tarea de detección de errores: (14 respuestas)**

En estas respuestas puede observarse cómo el análisis de errores en resoluciones matemáticas permite a los alumnos profundizar en el estudio de determinados conceptos, fortaleciendo su comprensión:

"...pude ver errores que yo también cometo y darme cuenta cómo no tengo que hacer los

ejercicios.”

La actividad de detección y corrección de errores invita a los estudiantes a reflexionar sobre los propios procesos mentales, integrando componentes cognitivos y metacognitivos. En el plano cognitivo, permite comprender conceptos y procedimientos matemáticos al identificar qué se hizo mal y por qué. En lo metacognitivo, favorece la reflexión sobre el propio pensamiento y fomenta la autorregulación del aprendizaje:

“... (esta actividad) me ayuda a entender los posibles errores que podría cometer a la hora de realizar el parcial y hasta los errores que cometo realizando la práctica. Creo que es una buena práctica para entender por qué está mal lo que hago o hace otro y, de esta forma, no volver a cometer esos errores.”

También se integra con la comunicación matemática, ya que la tarea realizada en la clase presencial requiere argumentar y explicar con claridad tanto procedimientos como resultados. Permite convertir los errores en una oportunidad valiosa para aprender al compartirlos y debatirlos con otros:

“...no solo debemos analizar las respuestas para encontrar errores, sino que también pensar cómo señalar y explicar dichos errores para que sea comprensible por otros. Nos hace pensar cómo lo resolveríamos nosotros, qué diferencias notamos, etc. Me surgieron dudas para seguir estudiando antes del examen.”

Para este estudiante pareciera que la actividad abre nuevos interrogantes, una actitud necesaria para quien se está formando como ingeniero. También destaca la necesidad de expresarse con claridad, lo cual está vinculado a algunos desempeños correspondientes a la competencia de comunicarse con efectividad.

- **Repasar: (12 respuestas)**

Repasar, revisar las ideas una y otra vez, es una actividad inseparable del proyecto de aprender y varios alumnos lo reconocen en sus respuestas:

“... repasamos muchos temas y situaciones que se pueden presentar.”

“... me di cuenta que me falta repasar algunas cosas.”

En la actualidad, los alumnos, aún en los inicios del nivel superior, estudian de manera independiente en muy escasos momentos. En general, lo hacen solamente antes de una evaluación y sus actividades se restringen a la tarea que se realiza en clase, lo cual produce una fuerte dependencia hacia el profesor. Por ello es importante plantear a los alumnos actividades como la que se desarrolló en la clase presencial descripta.

- **Reconocer la importancia de la dinámica de la clase: (7 respuestas)**

En estas respuestas, los estudiantes valoran positivamente que los docentes generen un ambiente fértil para las reflexiones de los alumnos sobre su propio aprendizaje:

“Fue una buena dinámica para analizar los posibles errores que nosotros mismos podemos desarrollar en el parcial.”

“Me parece que es una dinámica muy interesante siendo que hay que analizar los desarrollos de otros estudiantes a un mismo enunciado. En mi caso, que no estaba tan al día con la teoría puedo decir que me ayudó en la forma de resolver este tipo de enunciados en el que se debe determinar por extensión compresión valores posibles para un Z tal que cumpla la

condición, sumado a que intervienen operaciones con exponentes.”

“Si porque me resultaba complicado hacer este tipo de ejercicios y corregirlo en una puesta en común facilita el entendimiento.”

- **Profundizar en el estudio de contenidos puntuales: (5 respuestas)**

Esta categoría comprende expresiones tales como:

“... esta actividad me ayudó a profundizar en el estudio de los números complejos ya que logré darme cuenta que estaba confundiendo el concepto de raíz enésima con la determinación analítica de los todos los z que cumplan determinada condición.”

“... (esta tarea) me ayudó a recordar más en profundidad las propiedades, a poner mejor en práctica los ejercicios que las requieren y la forma polar.”

“... (esta actividad) me ayuda a darme cuenta qué temas puntuales de complejos tengo que rever, repasar o preguntar, y abre nuevas dudas que me pueden ayudar para resoluciones de ejercicios.”

En estas respuestas los docentes pueden obtener datos relevantes acerca de qué es lo que los alumnos piensan que es importante y debe ser repasado. Y, a partir de esta información, los profesores estarán en mejores condiciones para planificar un cierre del tema.

- **“Reforzar” contenidos: (5 respuestas)**

En algunas producciones, los alumnos parecen estar posicionados en un enfoque tradicional de lo que significa estudiar Matemática, en el cual la repetición permitiría aprender de mejor manera una noción o un concepto:

“... pude reforzar situaciones puntuales que suelo omitir por accidente al no haberlo practicado lo suficiente.”

En otras, la idea de “reforzar” contenidos aparece unida a la de “entender” algunas cuestiones que al momento no eran claras, analizando un poco más en lo que significa estudiar Matemática:

“... esta actividad me ayudó a profundizar en el estudio de los números complejos debido a que me permite reforzar e incluso descubrir conceptos, propiedades y estrategias correspondientes al tema estudiado. Además, posibilita la identificación de puntos débiles personales a reforzar para un mayor entendimiento de la materia.”

Si bien resolver ejercicios es una actividad inherente al estudio, las acciones involucradas en la actividad implementada implican tareas de diferente tipo.

Estudiar un concepto involucra, entre otras cosas, relacionarlo con otros, identificar qué tipos de problemas se pueden resolver y cuáles no con ese conocimiento, saber cuáles son los errores que se pueden cometer al resolverlos y porqué. En este sentido, la planificación de la clase debe contemplar actividades que posibiliten el aprendizaje de estas acciones.

- **Estudiar contenidos no tratados oportunamente: (3 respuestas)**

En determinadas respuestas, los alumnos reconocen que la actividad desarrollada en la clase presencial les permitió identificar los conceptos no comprendidos o no estudiados hasta ese momento, valorándola positivamente:

"... (esta actividad) me ayudó a realizar ejercicios que no había tratado antes, lo cual me dio una mejor visión del tema."

"... (esta actividad) me ayudó a detectar varios aspectos en los que me falta estudiar. Estuvo bueno."

- **Identificar el procedimiento más adecuado para resolver un ejercicio: (3 respuestas)**

Algunos estudiantes consideran que la actividad desarrollada en la clase presencial les permitió reutilizar ciertos conceptos. Así, esta tarea va más allá de la memorización, ya que promueve la reflexión a la vez que posibilita la identificación de fortalezas y debilidades:

"... (esta actividad) me ayudó a ver las distintas formas de resolver un ejercicio y por qué conviene usar cada una." En el caso de la actividad planteada se trató de analizar cuál forma de representación era la más adecuada para la resolución. Esto se puede vincular a la posibilidad de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.

"... tuve que pensar en cada camino para saber si lo que estaba viendo llegaba a faltar algo para poder estar perfecto." Esto puede pensarse como una expresión asociada a la capacidad de controlar el propio desempeño y saber cómo encontrar los recursos necesarios para superar dificultades.

En las reflexiones de estos estudiantes puede observarse que la tarea realizada ha contribuido, en algún sentido, al desarrollo de un proceso cognitivo que facilita la resolución de problemas más complejos en el futuro.

- **Estar en mejores condiciones para rendir el parcial: (2 respuestas)**

En las respuestas de algunos estudiantes puede detectarse que solamente valoran la actividad realizada en la medida que aporta cierta información para aprobar la evaluación parcial:

"... (esta actividad) me ayuda a orientarme acerca del tipo de ejercicios que pueden llegar a ser evaluados en el parcial."

"... (la actividad) me ayudó a estar más ágil y atento a la hora del parcial."

- **Evaluar el propio proceso de aprendizaje: (8 respuestas).**

En esta categoría se encuentran expresiones de reconocimiento no sólo respecto del tema matemático sino de las habilidades que demanda la actividad:

"Me sirvió la actividad ya que pude comprobar que mis conocimientos acerca del tema están bien. Además, pude comprender como se ve la perspectiva del profesor a la hora de corregir, y lo importante que es la prolijidad."

"La verdad que sí, porque me di cuenta de donde estoy parado dentro de la materia, y también me ayudó en el sentido de pensar los ejercicios de otra manera, ¡muchas gracias por la actividad!"

"... Me ayuda a comprender no solo mis formas de resolución sino también las del otro, entender las demás formas de resolver un mismo ejercicio, y la complejidad de saber entender a cada individuo y sus formas de expresar un resultado y/o procedimiento. No es lo mismo resolver un ejercicio que ver como otro lo resolvió y corregirlo."

“... me parece una manera distinta de poder trabajar la resolución de problemas y analizar la coherencia de los resultados. Invita a repensar si lo desarrollado tiene sentido, algo muy importante a mi parecer en la materia.”

Otro alumno señala la dificultad que se le plantea al realizar la actividad, pues debe poner en juego estrategias de carácter metacognitivo que lo alejan de la tarea habitual de resolver ejercicios (aunque la involucra):

“... me ayudó bastante, aunque se me hizo más fácil resolver el ejercicio por mi cuenta, que detallar todos los errores y me mareó.”

En estas producciones se puede reconocer que la actividad aportó a la capacidad de los estudiantes para lograr una mayor autonomía en el proceso de estudio.

Solo un alumno respondió “sí” sin ningún tipo de explicación.

Al considerar las respuestas no favorables se pudieron reconocer las siguientes categorías:

- El ejercicio propuesto en esta actividad presenta mayor dificultad que los que se encuentran en el Trabajo Práctico: (4 respuestas)

“No, sentí que presentó una dificultad mayor a los que fueron propuestos en la guía o los explicados en clase.”

“No considero que me haya sido de ayuda. Su dificultad era mucho mayor a la de los ejercicios propuestos durante el cuatrimestre. Si bien pude aplicar lo estudiado, no logré resolver por completo la actividad.”

Es de destacar que el enunciado del ejercicio propuesto en la actividad desarrollada en la clase presencial es casi una copia exacta de uno que se encuentra en la guía de trabajos prácticos correspondiente al tema que se está tratando. La diferencia esencial es que en la guía debe resolverlo por sí mismo, mientras que en esta ocasión debía analizar la adecuación de las resoluciones dadas.

- La consigna me confundió y/o generó más dudas: (2 respuestas)

“No, porque la consigna en vez de reforzar el tema me confundió más y me generó más dudas.”

“No pude resolverlo, y tampoco me ayudó, me confundió más.”

En estas respuestas los estudiantes no señalan concretamente qué aspecto de la actividad los confundió o cuál les impidió resolverlo. Tampoco expresan qué dudas les surgieron, lo cual hubiese sido interesante para tratarlas convenientemente en la puesta en común.

En el caso de los estudiantes cuya valoración fue no favorable, es probable que no estuviesen al día con el cronograma de actividades de la asignatura lo cual indicaría que aún no habían resuelto ejercicios de la Guía de Trabajos Prácticos similares al propuesto. Esto pudo provocar en ellos la impresión de ser más difícil o la confusión al momento de realizar la actividad. Es decir, resulta necesario haber pasado por la etapa de resolutor y

haber fortalecido esa experiencia para poder asumir el rol de corrector.

Hasta aquí fueron expuestas las categorías de las respuestas que expresan lo que los estudiantes consideran que les aportó la actividad. A continuación, se identifican vinculaciones entre esas categorías y competencias.

Sobre las competencias potenciadas por la actividad

Las categorías identificadas sugieren que la actividad contribuyó a fomentar algunas capacidades ligadas a las siguientes competencias:

- **Competencia para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.**

Las respuestas en la categoría “Identificar el procedimiento más adecuado para resolver un ejercicio” destacan la importancia de analizar las distintas formas de resolverlo. Esto contribuye a que los estudiantes puedan ajustar y ampliar sus estrategias en el proceso de resolución de un problema.

Además, en expresiones categorizadas como “Advertir la utilidad de la tarea de detección de errores” los estudiantes señalan que este tipo de tarea les permite reflexionar sobre los propios procedimientos. Un estudiante mencionó que esta actividad le ayudó a “darse cuenta cómo no tengo que hacer los ejercicios”, mientras que otro reconoció que le ayuda a entender los “posibles errores que podría cometer”. En este sentido, los alumnos pueden integrar componentes cognitivos y metacognitivos, lo cual favorece también la autorregulación del aprendizaje.

- **Competencia para comunicarse con efectividad.**

En este caso, se busca que los estudiantes elaboren un discurso convincente de carácter argumentativo.

En algunas respuestas incluidas en la categoría “Advertir la utilidad de la tarea de detección de errores” los estudiantes señalan la necesidad de pensar cómo explicar, de manera comprensible para otros, los errores detectados. Esta exigencia se alinea con la capacidad de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos).

En la categoría “Evaluar el propio proceso de aprendizaje” aparece una respuesta en la que un alumno señaló la importancia de “repensar si lo desarrollado tiene sentido”. Esta reflexión está directamente relacionada con la capacidad de analizar la validez y la coherencia de la información.

- **Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.**

En la tarea planteada, el análisis de las conclusiones y la corrección se realizan en una puesta en común. Esto implica exponer las propias ideas frente a otros, defenderlas en caso de ser necesario, escuchar propuestas de otros pares y tratar de comprenderlas para analizar la coincidencia o disidencia con las propias.

En las respuestas dadas en la categoría “Reconocer la importancia de la dinámica de la clase”, los estudiantes valoraron positivamente la forma en que se desarrolló el encuentro presencial y señalan que el proceso de corregir en una puesta en común facilita la comprensión.

Es de destacar que en una de las respuestas de la categoría “Evaluar el propio proceso de aprendizaje” un estudiante señaló que la actividad ayuda a entender cómo resuelven otros el problema y la complejidad que esta situación encierra.

Estas reflexiones que los estudiantes manifiestan se relacionan con la capacidad de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista y la necesidad de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.

- **Competencia para aprender en forma continua y autónoma**

La capacidad para lograr independencia en el aprendizaje se relaciona directamente con la capacidad de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

La categoría “Advertir la utilidad de la tarea de detección de errores” es la más claramente vinculada con la metacognición. Los estudiantes señalan que el análisis de errores les permite reflexionar sobre los propios procesos de aprendizaje.

Las respuestas de los estudiantes en las categorías “Profundizar en el estudio de contenidos puntuales” y “Estudiar contenidos no tratados oportunamente” indican que la actividad les permitió autodiagnosticarse, lo cual favorece la evaluación y búsqueda de recursos para intensificar su aprendizaje.

En las categorías “Reforzar contenidos” y “Repasar” los alumnos explicitaron, en algún sentido, que la actividad les permitió, además de identificar puntos débiles, realizar una revisión de lo estudiado al momento. Esta información es vital para que cada alumno planifique su mejora en el estudio.

CONCLUSIONES

El propósito de promover el desarrollo de competencias genéricas en la formación de futuros ingenieros dentro de un curso de Matemática de primer año representa un desafío significativo. En este trabajo se describió una experiencia en la que, aunque las competencias no se abordan explícitamente como contenidos de enseñanza, se plantean actividades que ubican a los estudiantes en situaciones que favorecen la puesta en práctica de habilidades y capacidades asociadas con dichas competencias. Se utilizó el modelo de aula invertida junto con la estrategia de análisis de errores con la intención de promover competencias genéricas de ingeniería, como la resolución de problemas, la comunicación efectiva y el aprendizaje autónomo.

A partir del análisis de esta experiencia pedagógica, se pueden obtener varias conclusiones. En primer lugar, que la actividad fue valorada positivamente por el estudiantado. Detectar errores recurrentes, repasar conceptos y comprender mejor la perspectiva del docente al corregir fueron señaladas por los alumnos como factores que contribuyeron a profundizar en su proceso de estudio.

La combinación del aula invertida y el análisis de errores resulta ser una estrategia posible para transitar hacia un modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) en las carreras de ingeniería. El análisis de resoluciones con errores requiere que los

estudiantes realicen procesos cognitivos complejos, como validar información y argumentar, comunicándolo con claridad. En esta experiencia específica, relativa a números complejos, también debían seleccionar la representación matemática más adecuada. Estas acciones superan la mera repetición mecánica de ejercicios. El cambio de rol en el estudiante (de “ejecutor” a “corrector/analista”) demanda un esfuerzo cognitivo adicional que puede generar cierta confusión inicial en algunos de ellos, lo cual representa un desafío a contemplar para la implementación de este tipo de tareas.

Pueden distinguirse distintos niveles de contribución a la construcción de competencias. En los niveles más altos, las mismas son tomadas como objetos de enseñanza y evaluadas como tales. En un nivel inicial pueden generarse escenarios que las potencien. En este sentido, esta experiencia muestra que, aunque se trate de materias de ciencias básicas en el primer año, es factible realizar actividades que pongan en juego acciones vinculadas a competencias genéricas de ingeniería, tales como la resolución de problemas, la comunicación efectiva (oral y escrita) y el trabajo en equipo.

La reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje, por lo general, no surge de manera espontánea y requiere ser promovida. Por ello, las consignas metacognitivas resultan fundamentales para que los estudiantes puedan evaluar su aprendizaje y reconocer sus “puntos débiles”. De este modo, se favorece el desarrollo de la competencia de aprender de forma continua y autónoma.

Para que estrategias como las descriptas sean efectivas, es necesario que el docente desarrolle acciones de planificación y ejecución que abarquen mucho más que los contenidos matemáticos y contemplen las dinámicas de interacciones. El profesor debe convertirse en un coordinador y orientador, capaz de anticipar errores y diseñar intervenciones que promuevan la interacción dialógica en el aula.

Estas consideraciones interpelan la práctica de los docentes de ciencias básicas. Desde esta perspectiva, resulta un verdadero desafío incluir en su proyecto de enseñanza el tratamiento de ciertas capacidades vinculadas con las competencias señaladas en esta comunicación. Sin embargo, esta experiencia muestra que es posible desarrollar actividades que articulen el aprendizaje de la Matemática con desempeños asociados al desarrollo de dichas capacidades.

REFERENCIAS

- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). (2014). Cuadernillo de Competencias. [PDF] <https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf>
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina Libro rojo de CONFEDI*. Universidad Fasta Ediciones. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf
- Felder, R. (2022). Educación STEM: Historia de dos paradigmas. *Revista Argentina de Ingeniería*, 20, 10-20. <https://www.radi.org.ar/index.php/radi/article/view/108>

- Fernández-Martín, F.D., Romero Rodriguez, J.M., Gómez García, G. y Navas Parejo, M.R. (2020). Impact of the Flipped Classroom Method in the Mathematical Area: A Systematic Review. *Mathematics*, 8, 12, diciembre de 2020, p. 2162. <https://doi.org/10.3390/math8122162>
- Kowalski, V., Morano, D., Erck, I., Enríquez, D. y Cirimelo, S. *Programa de Formación Docente para orientar su práctica hacia la Formación por Competencias. Módulo 2: Mediación Pedagógica para la Formación de Competencias. Segundo Documento ¿A Quién Enseño Yo, Entonces?* (2019).
- Molina, K. P. R., & Llaguno, L. S. V. (2025). Creación y análisis de errores como estrategia para el aprendizaje matemático. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual" ALCON"*, 5(4), 695-702. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i4.799>
- Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación. (2014). *Aprendizaje invertido* (EduTrends). Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edutrends-aprendizaje-invertido>
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S. y Almuzara, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, 149-177. <https://doi.org/10.4438/1988-592x-re-2021-391-476>
- Reyes, K., Trujillo, B. P. S., Litardo, A. C. C. y de los Ríos, T. C. (2025). El aula invertida en el aprendizaje de matemática en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *Revista científica en ciencias sociales*, 7, 01-17.
- Rodríguez, M. A. (2025). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática* (4ta. edición, revisada y ampliada). <http://repositorio.ungs.edu.ar:8080/xmlui/handle/UNGS/2535>
- Ryals, M., Hill-Lindsay, S., Pilgrim, M. E., y Burks, L. C. (2025). 'Simple Mistakes' in College Algebra: an Analysis of Students' Perceptions of Their Errors Using Attribution Theory. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s40753-025-00269-3>