

## Los Números Complejos en las Carreras de Ingeniería: Enfoque por Competencias y Nuevas Tecnologías en el diseño de Tareas Académicas

**Arce Andrea, Beherens Nadia, Kanobel M. Cristina**

Fecha de recepción: 02-03-2024

Fecha de aceptación: 15-10-2024

<b>Resumen</b>	<p>Este trabajo describe una propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de los Números Complejos en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de primer año de las carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Para ello, nos apoyamos en la Modalidad Flipped Learning, ya que nos permite el diseño de actividades virtuales y presenciales que posibilitan tareas académicas promisorias atendiendo la riqueza semiótica del tema desarrollado en los registros algebraico y geométrico, motivando a nuestros alumnos a través del trabajo colaborativo. El abordaje del tema se inserta en el enfoque ontosemiótico contemplando actividades de resolución de problemas, utilización del lenguaje simbólico específico en un juego de registros, validación y generalización a otros contextos, como así también tareas para iniciar el desarrollo de algunas competencias. Se utilizan instrumentos variados acordes al enfoque y la modalidad para evaluar el impacto en el aprendizaje de nuestros alumnos.</p> <p><b>Palabras clave:</b> Números Complejos, Flipped Learning, Enfoque Ontosemiótico, Nuevas Tecnologías. Competencias.</p>
<b>Abstract</b>	<p>This paper describes a didactic proposal for teaching and learning Complex Numbers in the Algebra and Analytic Geometry course for first-year engineering programs at the National Technological University, Avellaneda Regional Faculty. To this end, we rely on the Flipped Learning methodology, as it allows us to design virtual and in-person activities that enable promising academic tasks by addressing the semiotic richness of the topic through algebraic and geometric representations. This approach motivates students through collaborative work. The topic is approached within the ontosemiotic framework, including problem-solving activities, the use of specific symbolic language in a system of representations,</p>

	<p>validation and generalization to other contexts, as well as tasks aimed at developing certain competencies. Various instruments aligned with the methodology and framework are employed to evaluate the impact on students' learning.</p> <p><b>Keywords:</b> Complex Numbers, Flipped Learning, Ontosemiotic Approach, New Technologies, Competencies.</p>
<p><b>Resumo</b></p>	<p>Este trabalho descreve uma proposta didática para o ensino e aprendizagem dos Números Complexos na disciplina de Álgebra e Geometria Analítica do primeiro ano dos cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Nacional, Faculdade Regional Avellaneda. Para isso, apoiamo-nos na modalidade Flipped Learning, pois ela nos permite projetar atividades virtuais e presenciais que possibilitam tarefas acadêmicas promissoras, considerando a riqueza semiótica do tema desenvolvido nos registros algébrico e geométrico, motivando nossos alunos por meio do trabalho colaborativo. A abordagem do tema se insere no enfoque ontossemiótico, contemplando atividades de resolução de problemas, utilização da linguagem simbólica específica em um jogo de registros, validação e generalização para outros contextos, bem como tarefas para iniciar o desenvolvimento de algumas competências. São utilizados instrumentos variados, alinhados ao enfoque e à modalidade, para avaliar o impacto na aprendizagem dos nossos alunos.</p> <p><b>Palavras-chave:</b> Números Complexos, Flipped Learning, Enfoque Ontossemiótico, Novas Tecnologias, Competências.</p>

## 1. Introducción

En el marco del Proyecto de investigación “Gestión y transferencia del Conocimiento en las ciencias básicas mediado por tecnología”, diseñamos una secuencia didáctica con el fin de proponer a nuestros alumnos el estudio de la Unidad de Números Complejos con un mayor tiempo de asimilación e interrelación de los conceptos de Álgebra y Geometría Analítica en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, que además resulte motivadora y permita generar tareas académicas de alto alcance con aplicaciones ingenieriles en los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). Nuestra propuesta es realizar una experiencia en tres cursos de la materia durante el presente año promoviendo el trabajo colaborativo y autorregulado de nuestros estudiantes. A su vez, pensamos que atender con igual rigor al marco algebraico y al marco geométrico y los respectivos pasajes, del registro algebraico al geométrico como así también del geométrico al algebraico, permitirá a nuestros estudiantes una mayor comprensión del tema. Al igual que algunos autores (Aznar et. Al 2019), sostenemos que el pasaje del registro geométrico al algebraico, requiere del alumno un esfuerzo cognitivo superior, pues debe descubrir cuáles son los rasgos del gráfico que caracterizan la representación y traducir esto a una ecuación o inecuación. Por este motivo nuestra propuesta introduce la Unidad de

Números Complejos después del Bloque temático Álgebra Vectorial, otorgando gran importancia a su representación gráfica, abordando sistemáticamente la tarea de conversión en miras a mejorar la coordinación entre diferentes registros y la conceptualización del conjunto numérico.

Para el estudio de la Unidad utilizaremos la Modalidad Flipped Learning ampliando las fronteras del aula como espacio de aprendizaje. Se dispone de un Blog común a todos los cursos para facilitar la interacción entre los estudiantes como así también entre los estudiantes y profesores a cargo de los cursos. En dicho espacio se puede acceder a diversos materiales para el estudio del tema, facilitando luego en la clase presencial las consultas sobre los documentos, videos y diversos links, realizando luego diversas tareas virtuales y presenciales de evaluación.

## 2. Fundamentos teórico

### 2.1 Números Complejos

El conjunto de los Números Complejos se presenta en Álgebra y Geometría Analítica como Unidad temática. En esta experiencia didáctica se introduce después de la Unidad de Álgebra Vectorial (unidad 1). Nos interesa resaltar el estudio de los Números complejos en el marco Geométrico, en línea con algunos investigadores que indican que la enseñanza tradicional de la matemática ha otorgado un gran predominio al registro algebraico mientras que al registro gráfico se le ha dado un estatus menor provocando un obstáculo en su aprendizaje.

En un principio, dado que los complejos son susceptibles de interpretación geométrica, la interrelación de conceptos se esboza a través de la representación gráfica de un complejo como conector entre la Unidad en cuestión y el Álgebra vectorial, y retomando luego en la Unidad Temática Secciones Cónicas definiéndolas como conjunto de puntos del plano que cumplen con determinadas condiciones entre números imaginarios, para luego aproximarnos a la idea de Isomorfismo, formalizando luego en la Unidad de Transformaciones Lineales. Esto nos permite una primera mirada sobre el Espacio Vectorial  $(\mathbb{C}, +, \mathbb{R}, \cdot)$ , y su isomorfismo con  $(\mathbb{R}^2, +, \mathbb{R}, \cdot)$ . Sostenemos que esta primera ligazón a partir de los vectores permitirá incorporar al conjunto a los conocimientos previos enriqueciendo los conceptos y facilitando su asimilación a la red conceptual de las subsiguientes unidades: Espacios vectoriales, Transformaciones lineales, Autovalores y Autovectores y su aplicación a las cónicas.

### 2.2 Enfoque Ontosemiótico

Este enfoque reflexiona sobre la matemática en tres aspectos: como actividad de resolución de problemas socialmente compartida, como lenguaje simbólico y como sistema conceptual lógicamente organizado. En esta teoría, cualquier acción, expresión o manifestación (lingüística o de otro tipo) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar la solución obtenida a otras personas, validar y generalizar esa solución a otros contextos es una práctica matemática

(Godino, Batanero y Font, 2009). De aquí surge la noción de significado, definido como el sistema de prácticas operativas y discursivas para resolver un cierto tipo de problemas. En los casos en que el significado se atribuye a un individuo, se considera un significado personal, mientras que, si el significado es compartido por un grupo de individuos en una institución, se lo considera un significado institucional. En este contexto, el aprendizaje supone la apropiación de los significados institucionales por parte del estudiante, mediante su participación en las comunidades de prácticas (Godino, Batanero y Font, 2007). Se establece una tipología de objetos formada por:

- Situaciones-problemas: aplicaciones extra-matemáticas, ejercicios.
- Elementos lingüísticos: términos, expresiones, notaciones, gráficos, en diversos registros (escrito, oral, gestual, etc.)
- Conceptos- definiciones: introducidos mediante definiciones o descripciones (recta, punto, número, media, función)
- Proposiciones: enunciados sobre conceptos.
- Procedimientos: algoritmos, operaciones, técnicas de cálculo.
- Argumentos: enunciados usados para validar o explicar las proposiciones y procedimientos.

### 2.3 Entornos Virtuales de Aprendizaje

Un entorno de enseñanza y aprendizaje es el escenario físico donde un alumno o comunidad de alumnos desarrollan su trabajo, incluyendo todas las herramientas, documentos y otros artefactos que pueden ser encontrados en dichos escenarios, es decir, el escenario físico, pero también las características socio/culturales para tal trabajo. Así, un entorno de formación presencial, a distancia o de cualquiera de los modelos mixtos, basado en las tecnologías de la información y la comunicación, se apoya en decisiones relacionadas con el diseño de la enseñanza –desde el punto de vista de la institución, del docente y del propio alumno– y en decisiones que tienen que ver con la tecnología en sí misma y la selección del sistema o herramientas de comunicación más adecuadas (Salinas, 2014).

Para Elena Barberá (2004) “un aula virtual tiene un nivel de concreción e individualización que le dan vida y entidad propias; no es un contexto virtual de enseñanza y aprendizaje porque es sólo una parte de él y tampoco la más importante, pero está claro que puede ser un gran facilitador o inhibidor del aprendizaje”. Una vez que se selecciona el entorno virtual de aprendizaje, los docentes deciden qué herramientas utilizarán en su propuesta de enseñanza, en qué orden las presentarán y a qué fines las pondrán en marcha. implica la elaboración de materiales educativos (virtuales o no) que guían y propician el aprendizaje de los alumnos y que se confeccionan para una propuesta particular. La comunicación entre profesor y alumno se presenta de manera sincrónica y asincrónica.

Educadores alrededor del mundo están tratando de cambiar el modelo tradicional –enfocado en el avance a partir de un plan de estudios– por uno guiado por las necesidades de aprendizaje de los alumnos. El modelo que ha despertado interés por su potencial es el Flipped Learning (o Aprendizaje Invertido), un modelo centrado en

el estudiante que deliberadamente consiste en trasladar una parte o la mayoría de la Instrucción directa al exterior del aula, para aprovechar el tiempo en clase maximizando las interacciones uno a uno entre profesor y estudiante. En el método tradicional el contenido educativo se presenta en el aula y las actividades de práctica se asignan para realizarse en casa. El Aprendizaje Invertido da un giro a dicho método, mejorando la experiencia en el aula (Fulton, 2014) al impartir la Instrucción directa fuera del tiempo de clase generalmente a través de videos. Esto libera tiempo para realizar actividades de aprendizaje más significativas tales como: discusiones, ejercicios, laboratorios, proyectos, entre otras, y también, para propiciar la colaboración entre los propios estudiantes. Dentro de las características fundamentales, podemos destacar:

- **Ambiente flexible.** Los estudiantes pueden elegir cuándo y dónde aprenden; esto da mayor flexibilidad a sus expectativas en el ritmo de aprendizaje. Los profesores permiten y aceptan el caos que se puede generar durante la clase. Se establecen evaluaciones apropiadas que midan el entendimiento de una manera significativa para los estudiantes y profesores.
- **Cultura de aprendizaje** Se evidencia un cambio deliberado en la aproximación al aprendizaje de una clase centrada en el profesor a una en el estudiante. El tiempo en el aula es para profundizar en temas, crear oportunidades más enriquecedoras de aprendizaje y maximizar las interacciones cara a cara para asegurar el entendimiento y síntesis del material.
- **Contenido intencional** Para desarrollar un diseño instruccional apropiado hay que hacerse la pregunta: ¿qué contenido se puede enseñar en el aula y qué materiales se pondrán a disposición de los estudiantes para que los exploren por sí mismos? Responder esta pregunta es importante para integrar estrategias o métodos de aprendizaje de acuerdo al grado y la materia, como basado en problemas, mastery learning, socrático, entre otras.
- **Docente profesional** En este modelo, los docentes cualificados son más importantes que nunca. Deben definir qué y cómo cambiar la instrucción, así como identificar cómo maximizar el tiempo cara a cara. Durante la clase, deben de observar y proveer retroalimentación en el momento, así como continuamente evaluar el trabajo de los estudiantes.

## 2.4 Trabajo Colaborativo

Järvelä y Niemivirta (2001) definen al trabajo colaborativo como aquellas situaciones en las que los alumnos discuten, toman decisiones, e interactúan, poniendo en juego distintos puntos de vista y compartiendo conocimiento y estrategias de aprendizaje. Es un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a trabajar en conjunto. Maldonado (2007) señala más que una técnica, el trabajo colaborativo es considerado una filosofía de interacción y una forma personal de trabajo, que implica el manejo de aspectos tales como el respeto a las contribuciones individuales de los miembros del grupo. Los elementos que siempre están presentes en este tipo de aprendizaje son:

- **Cooperación.** Los estudiantes se apoyan mutuamente para cumplir con un doble objetivo: lograr ser expertos en el conocimiento del contenido, además de desarrollar habilidades de trabajo en equipo. Los estudiantes comparten metas, recursos, logros y entendimiento del rol de cada uno. Un estudiante no puede tener éxito a menos que todos en el equipo tengan éxito.
- **Responsabilidad.** Los estudiantes son responsables de manera individual de la parte de tarea que les corresponde. Al mismo tiempo, todos en el equipo deben comprender todas las tareas que les corresponden a los compañeros.
- **Comunicación.** Los miembros del equipo intercambian información importante y materiales, se ayudan mutuamente de forma eficiente y efectiva, ofrecen retroalimentación para mejorar su desempeño en el futuro y analizan las conclusiones y reflexiones de cada uno para lograr pensamientos y resultados de mayor calidad.
- **Trabajo en equipo** Los estudiantes aprenden a resolver juntos los problemas, desarrollando las habilidades de liderazgo, comunicación, confianza, toma de decisiones y solución de conflictos.
- **Autoevaluación.** Los equipos deben evaluar cuáles acciones han sido útiles y cuáles no. Los miembros de los equipos establecen las metas, evalúan periódicamente sus actividades e identifican los cambios que deben realizarse para mejorar su trabajo en el futuro.

## 2.5 Competencias

La formación basada en competencias supone situaciones de aprendizaje que presenten actividades particulares donde se combinan conocimientos, habilidades, actitudes y valores a fin de adquirir una capacidad de orden superior resolviendo situaciones problemáticas en contextos puntuales (Gruel, 2010).

El desarrollo de competencias en ingenierías en la República Argentina viene evolucionando desde hace más de una década. El Acuerdo de las 10 Competencias Genéricas terminales de CONFEDI fue un punto de consenso muy importante hacia 2006, que luego se trasladó hacia Iberoamérica cuando en Valparaíso ASIBEI en 2014 lo extendió a toda la región. En dicho documento se define que “competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”.

Allí, han quedado establecidas que las competencias genéricas de egreso de los estudiantes de ingeniería son:

### Competencias tecnológicas

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

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

#### Competencias sociales, políticas y actitudinales

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

En el año 2018, luego de un importante trabajo de todas las terminales de las carreras de Ingeniería de la República Argentina, CONFEDI incorporó estas competencias genéricas a la Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras de Ingeniería (Libro Rojo), incluyendo las competencias específicas (ACOFI-CONFEDI, 2018).

### 3. Desarrollo de la experiencia

Comenzamos la propuesta con una descripción de las tareas a realizar tanto en forma virtual como presencial como así también los instrumentos de evaluación. En la clase presencial les informamos a nuestros alumnos que la Unidad de Números Complejos será abordada en la modalidad Flipped Learning. Dicha Unidad incluye: Forma binómica. Operaciones y propiedades. Multiplicación y división. Módulo y argumento principal de un número complejo. Forma trigonométrica y Forma Exponencial. Operaciones. Potenciación (Teorema de De Moivre) y Radicación (Teorema Fundamental del Álgebra). A esta altura de la cursada los estudiantes ya están familiarizados con la Plataforma Moodle ingresando cada uno de ellos al espacio virtual según el curso al cual pertenecen. También están familiarizados con los cuestionarios virtuales de autoevaluación ya que disponen de uno por unidad.

Utilizaremos un blog común a todos los cursos que participarán en la experiencia. El mismo contará con diversos recursos para el abordaje del tema. La experiencia se iniciará con videos de producción propia vinculados con situaciones-problemas que resulten aplicaciones extra-matemáticas, exponiendo las principales aplicaciones de los números complejos en el campo ingenieril, a modo de disparador. Seguidamente, los alumnos se encontrarán con un documento teórico que contiene elementos lingüísticos, en diversos registros, conceptos- definiciones, proposiciones y procedimientos desarrollando la definición de número complejo, unidad imaginaria,

así como también la forma binómica, polar (o trigonométrica) y exponencial, para luego abordar las operaciones. Consideramos oportuno comenzar con las diferentes formas de expresión, ya que aquí subyace la riqueza semiótica del tema de estudio, para luego encarar las operaciones aprovechando las ventajas que tienen determinadas expresiones sobre otras. Por ejemplo, para explicar el producto en forma polar consideramos que la previa explicación en forma exponencial guiará a los alumnos de manera más efectiva a la deducción o interpretación de la suma de los argumentos. En este documento, los alumnos contarán también con ejemplos que muestren la forma de resolución de los ejercicios, algunos de ellos con el software matemático GeoGebra. A continuación, se encontrarán por un lado con la práctica de ejercicios propuestos por la cátedra; y por otro, con un link que los conducirá a un cuestionario virtual con actividades, el cual posee corrección automática y retroalimentación. Este último apunta al pase del marco geométrico al algebraico dadas las grandes posibilidades en cuanto al diseño de las preguntas incorporando gráficos e imágenes (Fig. 1). En una segunda instancia, durante la clase presencial, se destinará un momento de la misma para evacuar dudas con respecto al material trabajado virtualmente, así como también las actividades realizadas. Seguidamente, los alumnos deberán realizar dos actividades, en donde deberán plantear, analizar y resolver problemas intra-matemáticos relacionando conceptos con la argumentación, justificación y validación correspondiente. De esta manera, se pretende optimizar el tiempo de clase para en un comienzo aclarar las dudas que surjan del material compartido, y luego dedicarnos por completo a la resolución de actividades, brindando la posibilidad de compartir estrategias y procedimientos de resolución entre pares con la supervisión de los docentes. Como cierre de las actividades de la propuesta realizaremos un cuestionario en el aula en tiempo real utilizando el software interactivo Mentimeter (Fig. 2). Esta herramienta digital sencilla, pero de gran potencial permite gamificar la clase realizando juegos de preguntas y respuestas en tiempo real y exponiendo al instante los resultados obtenidos en las respuestas con organizaciones gráficas muy variadas. El objetivo específico del uso de la herramienta es realizar una evaluación diferente y cooperativa donde los estudiantes en un ambiente más relajado puedan reflexionar sobre los contenidos y las formas de relacionarse con ellos. Finalmente, proponemos cuatro problemas ingenieriles que impliquen un escenario propicio para la investigación de su resolución utilizando los conceptos aprendidos en la Unidad Temática. Se conformarán grupos de a lo sumo cinco estudiantes que deberán elegir un problema entre los cuatro propuestos. Se prevé una futura exposición de la resolución a través de PowerPoint o el recurso que elijan, de manera presencial

Campus Virtual FRA - UTN ESPAÑOL - INTERNACIONAL (ES)

El gráfico representa:

Options for the question:

- Elegir...
- Elegir...
- Raíces cúbicas de  $Z=27\text{cis}30^\circ$
- raíces cúbicas de 27i
- Raíces cúbicas de uno

Fig. 1. Pregunta perteneciente al cuestionario virtual.

Ve a [www.menti.com](http://www.menti.com) y utiliza el código 25 01 16

¿Qué es lo primero que viene a tu mente cuando escuchas "números complejos"?

- 1.º Vectores en el plano
- 2.º Números de la forma  $a + bi$
- 3.º Raíces cuadradas de números negativos

Fig. 2. Pregunta de Mentimeter que pretende reflejar el registro más utilizado, ya que todas las opciones son válidas.

### 3. Instrumento de evaluación

El instrumento de evaluación debe acompañar la metodología del trabajo. Pretendemos que los estudiantes tomen partido en la conformación de sus evaluaciones siendo capaces de autoevaluarse de manera crítica y consciente, para

sitarlo también en esta instancia, en el centro de atención (Concepción, Fernandez, 2020). Por lo tanto, en la evaluación utilizaremos en una primera parte, al finalizar la participación en el blog, un cuestionario virtual de la Plataforma Moodle que involucre los contenidos trabajados hasta el momento. Los mismos incluirán operaciones (sencillas), pasaje entre el registro algebraico y geométrico, y viceversa.

La clase presencial concluye con la resolución en tiempo real de un cuestionario en Metimeter. Las actividades presenciales serán corregidas por los docentes a cargo del curso, realizando la devolución en el siguiente encuentro.

Para la evaluación del problema ingenieril se propondrá un espacio virtual de retroalimentación, donde el docente guíe, gestione y socialice las dudas que les puedan surgir a los alumnos en el desarrollo de esta actividad y se utilizará CoRubrics, (Tabla 1) un complemento para hojas de cálculo de Google que permite realizar un proceso completo de evaluación con rúbricas. La aplicación permite crear un formulario con los contenidos de la Rúbrica y un enlace para los alumnos de cada grupo. Así la tarea se facilita dado que el complemento procesa la información y comunica a los alumnos el resultado, permitiendo el envío de comentarios personalizados para cada estudiante.

	RÚBRICA: TRABAJO DE EXPOSICIÓN			
	4	3	2	1
<b>Argumentación e interrelación de Conceptos</b>	Muestra un total conocimiento de los conceptos estudiados logrando argumentar en todas las instancias de la resolución	Muestra un sustancial conocimiento de los conceptos estudiados logrando argumentar en todas las instancias de la resolución	Muestra parcialmente conocimiento de los conceptos estudiados logrando argumentar en algunas de las instancias de la resolución	No muestra conocimiento del tema, ni logra argumentar en la resolución
<b>Organización</b>	Existe orden y secuencia durante la exposición	Existe orden y secuencia en casi todos los tramos de la exposición	Existe orden y secuencia en algunos tramos de la exposición	No existe orden y secuencia en la exposición
<b>Claridad</b>	Todos los razonamientos son mostrados con claridad	La mayoría de los razonamientos son mostrados con claridad	Algunos razonamientos son mostrados con claridad	No se muestran razonamientos o son mostrados en forma confusa
<b>Participación</b>	Participan todos los miembros del grupo en un ambiente de cordialidad.	La mayoría de los estudiantes participan en coordinación	Existen desacuerdos y se nota alguna brecha de trabajo entre estudiantes	Los estudiantes no muestran interés al desarrollar la actividad planteada
<b>Materiales de apoyo</b>	Se apoya en material didáctico impecable.	Se apoya en material adicional aceptable para la propuesta	Se apoya en material adicional pero este no está genera interés	No se apoya en material adicional para su presentación.

Tabla 1. Rúbrica completa (formato CoRubrics) a utilizar para evaluar el trabajo de exposición.

#### 4. Conclusiones y consideraciones finales

Pardo Salcedo y Bernardo Gómez (Pardo Salcedo y Gomez, 2005) en su estudio sobre la enseñanza- aprendizaje de los Números Complejos en el nivel Universitario sostienen que algunas dificultades e inconsistencias conceptuales y algorítmicas a las que tuvieron que hacer frente los matemáticos a lo largo de la historia, guardan relación a las que enfrentan los estudiantes al estudiar el tema, a saber: raíz cuadrada de números negativos, introducción de un eje imaginario y consideración de los números imaginarios como vectores del plano, formalización como par ordenado de números reales. Consideramos que los materiales diseñados para la experiencia didáctica contemplarán estas dificultades a través del trabajo de los objetos establecidos por el enfoque ontosemiótico, tales como: elementos lingüísticos (expresiones y notaciones en distintos registros), conceptos-definiciones, proposiciones, procedimientos, argumentos y situaciones-problemas (tanto intra como extra-matemáticos).

Para llevar a cabo la experiencia, además, nos basaremos en los entornos virtuales de aprendizaje puntualmente a través del aprendizaje invertido. Los alumnos contarán con una Instrucción directa fuera del tiempo de clase, permitiendo así, aprovechar el tiempo en el aula para la resolución de actividades de aprendizaje más significativas, como es el caso de: discusiones, ejercicios, situaciones-problemas, y también, para propiciar la colaboración entre los propios estudiantes. Consideramos también, que la incorporación de nuevas tecnologías en el desarrollo de la experiencia proporciona una serie de beneficios que ayudan a mejorar la eficiencia y la productividad en el aula, así como a aumentar el interés de los alumnos en las actividades académicas (Klopfer, Osterweil, Groff y Haas, 2009; Livingstone, 2012).

Finalmente, basados en que la experiencia se ubica en el primer año de carreras ingenieriles, consideramos pertinente nombrar las competencias que se pretenden poner en juego. De acuerdo con lo establecido por CONFEDI, dentro de las competencias tecnológicas, el presente trabajo apuntará a la formación de dos de ellas: 'Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería'; así como también 'Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería'. En cuanto a las competencias sociales, estamos convencidos que nuestra experiencia contribuirá a: 'Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo', 'Comunicarse con efectividad', y 'Aprender en forma continua y autónoma'. Si bien somos conscientes que la formación de competencias es un trabajo continuo durante toda la formación del futuro ingeniero, consideramos fundamental su trabajo desde los primeros años de la carrera. En conclusión, creemos que nuestra propuesta propiciará el desarrollo de un entramado de conocimientos, aptitudes y habilidades potenciando el saber hacer del futuro ingeniero.

Posteriormente a su implementación se prevé la construcción de instrumentos que posibiliten la medición del impacto tanto en la comprensión e integración de los contenidos, como grado de satisfacción, sentimientos positivos y negativos ante las actividades propuestas.

## Referencias bibliográficas

ACOFI - CONFEDI: "Aseguramiento De La Calidad Y Mejora De La Educación En Ingeniería". , 2018.

Aznar, M.A., M.L. Distéfano, S.M. Massa, S.M. Figueroa, y E. Moler: Transformación de representaciones de números complejos del registro gráfico al algebraico: un análisis desde la teoría de registros semióticos. *Rev. Educ. matemática*. (2009).

Barberá, E., A. Badía, y A.M.L.S. A: "Educar con aulas virtuales Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje". , Madrid , 2004.

Concepción, F., J. Felix, y C. Fernandez Medina: Una mirada a la evaluación por rúbricas a través de las tic. *Mendive. Rev. Educ.* vol. 18, no. 1, pp. 92–104, (2020).

Fulton, K.: "Time for learning: Top 10 reasons why flipping the classroom can change education". , California , 2014.

Godino, J.D., C. Batanero, y V. Font: Steiner godino, batanero y font sintesis\_eos\_10marzo08. vol. 39, pp. 127–135, (2009).

Godino, J.D., C. Batanero, y V. Font: The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM - Int. J. Math. Educ.* vol. 39, no. 1–2, pp. 127–135, (2007).

Gual, A.: Educación médica. In: Board, E. (ed.) ¿Por dónde innovar en la enseñanza de la medicina? pp. 39–52. Fundación Privada Educación Médica y Viguera Editores SL, Madrid (2010).

Järvelä, S. y M. Niemivirta: Motivation in context: challenges and possibilities in studying the role of motivation in new pedagogical cultures. In: S. Volet & S. Järvelä (ed.) *Advances in learning and instruction series. Motivation in learning contexts: Theoretical advances and methodological implications*. pp. 105–1127. Pergamon Press, Elmsford, NY, US (2001).

Klopfer, E., S. Osterweil, J. Groff, y J. Haas: Using the technology of today , in the classroom today, (2009).

Livingstone, S.: Critical reflections on the benefits of ict in education critical reflections on the benefits of ict in education. *Oxford Rev. Educ.* no. February 2014, pp. 37–41, (2012).

Maldonado, P.M.: El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*. vol. 13, no. 23, pp. 263–278, (2007).

Pardo Salcedo, T. y A. Bernardo Gomez: Un estudio en el nivel universitario t omás p ardo s alcedo b ernardo g ómez a lfonso. *Noveno Simp. la Soc. Española Educ. Matemática SEIEM*. pp. 251–260, (2005).

Salinas, J.: Cambios metodológicos con las tic: estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. *redined*. no. Enero 2004, (2014).