

# Modelos pedagógicos para el aprendizaje complejo y la formación en competencias en carreras de Ingeniería

Silvia Raichman\*, Anibal Mirasso

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

Fecha de recepción: 9 de septiembre de 2018 — Fecha de aceptación: 1 de octubre de 2018

## Resumen

La sociedad actual y los avances tecnológicos demandan de los estudiantes de carreras de Ingeniería habilidades y capacidades más complejas durante sus estudios y un aprendizaje continuo a lo largo de su vida profesional. La formación superior plantea grandes desafíos referidos al diseño e implementación de estrategias didácticas destinadas a promover el desarrollo de capacidades que aporten a competencias del futuro egresado y favorezcan la continuidad de las trayectorias educativas. En este trabajo se describen pautas para la generación de un modelo pedagógico para el aprendizaje complejo y la formación en competencias, asociado a un espacio curricular genérico de carreras de Ingeniería. Dicho modelo está conformado por diferentes escenarios de aprendizaje que dan lugar a un incremento en la variedad de estrategias, actividades y recursos y, por lo tanto, a las posibilidades de interacción de los estudiantes con un problema determinado, a la vez que los habilitan a la participación activa, comprometida y responsable. A partir de una equilibrada y coherente articulación de las intervenciones educativas de los distintos escenarios de interacción, se busca potenciar y enriquecer la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, teniendo como horizonte formativo el perfil del futuro profesional. Se presentan como resultados tres modelos pedagógicos diseñados e implementados en asignaturas de formación básica que se desarrollan en Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo en la ciudad de Mendoza, Argentina. Se describen escenarios de interacción particulares del modelo pedagógico del espacio curricular de Geometría Analítica y se elaboran conclusiones.

**Palabras clave:** Aprendizaje complejo; Ingenierías; Competencias profesionales; Escenarios de interacción; Modelos pedagógicos.

## Pedagogical models for complex learning and competency training in engineering careers

### Abstract

Today's society and technological advances demand from students of engineering careers more complex skills and abilities during their studies and continuous learning throughout their professional lives. Higher education poses major challenges related to the design and implementation of teaching strategies aimed at promoting capabilities development that contribute to the future graduate skills and favor the educational trajectories continuity. This paper describes guidelines for pedagogical model generation destined to complex learning and

---

\*[silvia.raichman@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:silvia.raichman@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

Nota: Este artículo de Divulgación es parte de Ingeniería–Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 22, No. 3, 2018, ISSN: 2448-8364

competency training, associated with a generic curricular space in engineering careers. This model is made up of different learning scenarios that result in an increase in the variety of strategies, activities and resources, and therefore, the possibilities of students interaction with a given problem, at the same time that enable them to participate actively, committed and responsible. Starting from a balanced and coherent articulation of the educational interventions of the different interaction scenarios, it seeks to enhance and enrich the integration of knowledge, skills and attitudes, taking the profile of the future professional as a formative horizon. We present as results three pedagogical models designed and implemented in basic training subjects that are developed in Engineering Faculty of the National University of Cuyo in the city of Mendoza, Argentina. Specific interaction scenarios of the Analytical Geometry pedagogical model are described and conclusions are drawn.

**Keywords:** Complex learning; Engineering; Professional skills; Interaction scenarios; Pedagogical models.

## 1. Introducción

El aseguramiento de la calidad de la formación en carreras de Ingeniería implica el reto de revisar la organización y el contenido de lo que se enseña, así como también los fundamentos en los que se basa el aprendizaje y su evaluación, a los efectos de generar egresados con capacidad de comprender en profundidad el cuerpo de conocimiento de su actividad profesional, con estrategias eficientes para analizar problemas y seleccionar las mejores soluciones posibles, que valoren el razonamiento reflexivo, crítico y fundamentado, que dominen las habilidades generales y específicas necesarias para desarrollar su actividad profesional, con motivación, expectativas y atribuciones positivas hacia sí mismos y su trabajo, conscientes de cómo aprenden y de ser responsables de continuar aprendiendo para ser mejores profesionales (Castañeda et al. 2012).

La sociedad actual y los avances tecnológicos demandan de los estudiantes habilidades y capacidades más complejas durante sus estudios y un aprendizaje continuo a lo largo de toda su vida profesional. El aprendizaje complejo implica la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, así como también la transferencia de lo aprendido

en el entorno educativo, al ámbito de la vida y trabajos diarios (Van Merriënboer y Kirschner 2007). Dicho aprendizaje ha sido estudiado, evaluado y fomentado desde diversas aproximaciones, entre las cuales se encuentran el aprendizaje basado en proyectos, el descubrimiento guiado, el aprendizaje basado en problemas y el enfoque de educación basada en competencias (Verdejo y Freixas 2009). Cualquiera sea la aproximación, el énfasis está puesto en el valor formativo de las tareas de aprendizaje, en la medida en la que éstas sirvan para apoyar a los estudiantes a integrar conocimientos, habilidades y actitudes en competencias profesionales, a estimular el desarrollo de habilidades para resolver problemas y a facilitar la transferencia de lo aprendido a nuevas tareas (Castañeda et al. 2012).

La formación actual en carreras de Ingeniería plantea grandes desafíos referidos al diseño e implementación de estrategias didácticas destinadas a promover el desarrollo de capacidades que aporten a competencias del futuro profesional y favorezcan la continuidad de las trayectorias educativas. Diversos estudios muestran que la preferencia por un ambiente rico y variado de aprendizaje, en el que se combinan explicaciones del profesor, la discusión en grupo, el aprendizaje cooperativo y el trabajo independiente, está relacionada

positivamente con la adquisición del conocimiento y de las habilidades que forman parte del desarrollo inicial de la competencia experta (Felder y Silverman 1988; Castejón et al. 2006; Felder y Brent 2007).

Por otra parte, los estudiantes difieren unos de otros en una amplia variedad de formas, incluidos los tipos de instrucción a los que responden mejor, sus orientaciones para estudiar, sus enfoques de aprendizaje, así como también sus actitudes sobre la naturaleza del conocimiento y su papel en la construcción del mismo (Felder y Brent 2005).

En este trabajo se describen pautas para la generación de un modelo pedagógico para el aprendizaje complejo y la formación en competencias, asociado a un espacio curricular genérico en carreras de Ingeniería. Dicho modelo está conformado por diferentes escenarios de aprendizaje que dan lugar a un incremento en la variedad de estrategias, actividades y recursos, y por lo tanto, a las posibilidades de interacción de los estudiantes con un problema determinado, atendiendo a la diversidad de sus estilos de aprendizaje, a la vez que los habilitan a la participación activa, comprometida y responsable. A partir de una equilibrada y coherente articulación de las intervenciones educativas de los distintos escenarios de interacción, se busca potenciar y enriquecer la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, teniendo como horizonte formativo el perfil del futuro ingeniero. Se presentan como resultados, tres modelos pedagógicos para el aprendizaje complejo y formación en competencias en asignaturas del área de ciencias básicas en Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo en la ciudad de Mendoza, Argentina. Se describen escenarios de interacción particulares del modelo pedagógico de Geometría Analítica y se elaboran conclusiones.

## **2. Diseño del modelo pedagógico a partir de escenarios de interacción**

Se denominan escenarios de interacción al conjunto de estrategias, actividades y recursos, destinados a promover el aprendizaje complejo y el desarrollo de capacidades específicas que aportan a las competencias del futuro ingeniero. Los escenarios de interacción están concebidos para conformar el modelo pedagógico de una asignatura de cualquiera de los bloques de formación del plan de estudios, en el marco de una comunidad de interaprendizaje (Raichman et al. 2017a). Es decir, se trata de escenarios en los que se diseñan, organizan e implementan actividades significativas para interactuar y aprender de y con el otro (Prieto Castillo 2005). Dichos escenarios habilitan la participación activa, comprometida y responsable de los estudiantes, promoviendo la comprensión profunda, el uso reflexivo y la transferencia del nuevo conocimiento.

La adecuada selección de los escenarios de interacción, junto con la definición de su interrelación y articulación coherente, conforman el modelo pedagógico multidimensional que da lugar al cumplimiento de las intencionalidades educativas previamente definidas para el espacio curricular. Dicha selección está condicionada por los objetivos y contenidos de la asignatura, la ubicación de la misma dentro del diseño curricular, cantidad de estudiantes y de docentes, recursos disponibles, entre otros. Así mismo, es importante definir las capacidades a las que cada escenario aporta en particular en la formación del estudiante. En dichos escenarios, el planteamiento de problemas reales se realiza en un contexto acorde al bloque de formación al que pertenece el espacio curricular, combinando adecuadamente las estrategias de resolución, con los referentes apropiados al nivel y contenidos de la asignatura. Teniendo en

cuenta que el aprendizaje complejo tiene como meta la integración de conocimientos, habilidades y actitudes en una base de conocimiento interconectada, se considera sustancial la articulación de contenidos del espacio curricular con contenidos de otros espacios de la propia y de las restantes áreas de formación.

En los escenarios de interacción se ubica al docente en un rol de mediador del proceso de aprendizaje. Este rol implica tender puentes entre el estudiante y los conocimientos, administrar los recursos, organizar las actividades, orientar el trabajo individual y el trabajo en equipo y movilizar las actitudes positivas que hacen eficiente la apropiación de contenidos. El docente apoya la resolución de las actividades, sugiere fuentes de información y genera propuestas para la reflexión y comprensión, no sólo de los problemas planteados, sino también de los propios procesos de aprendizaje de los estudiantes, teniendo siempre presente como horizonte, el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento complejo y el perfil del futuro profesional.

En el modelo pedagógico generado a partir de los escenarios de interacción, se considera a la evaluación como un proceso continuo, concebido para acompañar, reorientar, corregir y estimular, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las estrategias de evaluación deben ser coherentes y consistentes con las estrategias de enseñanza y aprendizaje, en el marco de una evaluación formativa (Camilloni et al. 1998). En este contexto, la evaluación es parte del proceso educativo y al estar integrada en los diferentes escenarios, adquiere todo su valor en la posibilidad de la retroalimentación que brinda.

### **3. Clasificación de los escenarios de interacción**

La clasificación de los escenarios de interacción destinados a fomentar el aprendizaje complejo y el desarrollo de capacidades que aporten a competencias del futuro ingeniero, se realiza en función de las intencionalidades educativas específicas y de las actividades y los recursos puestos en juego en cada uno de ellos.

#### **3.1 Escenarios de desarrollos de contenidos**

##### **3.1.1 Aula Teórico Práctica**

El eje del trabajo en este escenario lo constituye el desarrollo de contenidos conceptuales y procedimentales en clases teórico-prácticas participativas e interactivas, bajo el enfoque de aprendizaje activo (Felder y Brent 2003). Se estimula el razonamiento, el pensamiento crítico y la confrontación de ideas como procesos en la construcción de conocimientos. A partir de variadas actividades y recursos especialmente seleccionados para este escenario, se busca contextualizar en situaciones reales o simuladas, conceptualizar, formalizar y resolver problemas. Así mismo se pone énfasis en el saber hacer comprensivo, reflexivo y fundamentado, promoviendo el desarrollo de capacidades para interpretar, describir y explicar datos, comunicar resultados de análisis de datos, desarrollar actitud crítica y capacidad de toma de decisiones.

##### **3.1.2 Aula Taller**

Se trata de un escenario alternativo de desarrollo de contenidos, donde se genera un modelo de trabajo en equipos bajo el enfoque de aprendizaje colaborativo (Felder y Brent 2007), promoviendo la comprensión profunda de contenidos, la aplicación, la integración y la transferencia a nuevas situaciones. Los estudiantes se estimulan mutuamente para reflexionar y reorganizar sus estructuras conceptuales. La interlocución, el intercambio, el diálogo y la investigación

conjunta de un concepto, hecho o procedimiento, incrementa las posibilidades de aprendizaje. Las intencionalidades educativas específicas de este escenario son: favorecer una relación más cercana docente-estudiante y entre estudiantes; mejorar la expresión y la socialización de ideas tanto en forma oral como escrita; introducir a los estudiantes en la metodología de trabajo en equipo, promoviendo aquellas capacidades asociadas a la misma.

### **3.2 Escenarios virtuales de aprendizaje**

Estos escenarios implican el diseño e implementación de actividades con materiales de educación a distancia y mediados pedagógicamente (Ozollo y Orlando 2006). Las plataformas educativas virtuales constituyen tanto una tecnología transmisiva como colaborativa e interactiva, con una gran variedad de recursos disponibles, que brindan además a los docentes la posibilidad de realizar seguimiento de numerosos indicadores (Raichman et al. 2013). Las intencionalidades educativas específicas de estos escenarios en carreras de Ingeniería son (Totter y Raichman 2009): guiar a los estudiantes en las actividades extra-áulicas; favorecer los procesos comprensivos de conceptos complejos, poniendo a disposición de los estudiantes recursos y actividades para tal fin; promover el desarrollo de habilidades tecnológicas y comunicativas; promover la autonomía en el aprendizaje.

### **3.3 Escenarios de exploración y experimentación**

En estos escenarios se incorporan recursos tecnológicos, tales como dispositivos experimentales, recursos informáticos interactivos, animaciones computacionales y videos, junto con actividades significativas de aprendizaje para el uso de los mismos, destinados a promover la exploración y la experimentación en los distintos bloques de

formación en carreras de Ingeniería. Este tipo de escenario también podría concebirse integrado en los escenarios de desarrollo de contenidos, en caso que el diseño se realice para actividades presenciales y sincrónicas incluidas en los mismos. O bien podría ser considerado como parte del escenario virtual de aprendizaje, siendo las posibilidades de utilización de los recursos en actividades de exploración y experimentación, sincrónicas o asincrónicas, específicamente diseñadas para dicho escenario virtual.

#### **3.3.1. Aulas mediadas computacionalmente**

En estos escenarios, los docentes preparan recursos tecnológicos, o toman recursos existentes, y los integran a las actividades del aula o extra-áulicas para mediar el aprendizaje (Molina y Prieto Castillo 1997). Las aplicaciones informáticas interactivas y simulaciones computacionales, requieren del diseño de actividades específicas destinadas a potenciar el aprendizaje, que permitan desarrollar capacidades de tipo exploratorio, de visualización y de comprensión.

#### **3.3.2. Aulas mediadas experimentalmente**

La intencionalidad educativa específica de este tipo de escenario de exploración y experimentación en carreras de Ingeniería, es favorecer la visualización e interpretación de modelos acordes al bloque de formación de pertenencia del espacio curricular, a partir del uso de dispositivos experimentales que deriven en una comprensión más profunda de dichos modelos. Se diseñan actividades para que el estudiante formule hipótesis, anticipe comportamientos y explore los cambios en las respuestas ante variación de parámetros (Totter et al. 2013). También es posible incluir en este escenario prácticas significativas de aprendizaje diseñadas para el trabajo de los estudiantes en laboratorios específicos, tales

como los de Química, Física, Informática, Hidráulica, Electrónica, entre otros.

### **3.4 Escenarios de integración e investigación**

El desarrollo de intervenciones educativas que involucren a los estudiantes en la investigación, es una forma de motivarlos y enriquecer su aprendizaje, a la vez que se inducen en ellos actitudes de aprendizaje continuo, independencia intelectual y creatividad (Malo 2009). Teniendo en cuenta las características del espacio curricular, existe la posibilidad de incluir escenarios de interacción destinados a integrar contenidos, favorecer el acercamiento de los estudiantes a la investigación científica y a despertar su espíritu innovador en las distintas etapas de su formación. Estos escenarios pueden ser generados a partir de trabajos integradores de contenidos y de trabajos integradores de investigación, que se describen a continuación.

#### **3.4.1 Trabajos integradores de contenidos**

En este escenario se plantea el desarrollo de un trabajo integrador definido al inicio del curso para todos los estudiantes, asociado a una situación problema de interés para su carrera, y que constituye el eje en torno del cual giran las actividades teórico prácticas de la asignatura (Raichman et al. 2011). Las intencionalidades educativas específicas de este escenario son: integrar objetivos, contenidos y actividades en torno de situaciones creadas a partir de problemas de la práctica profesional; promover en los estudiantes el desarrollo de las capacidades de comprensión, producción, resolución de problemas y comunicación de resultados; tender puentes cognitivos hacia el interior de la asignatura y con otras asignaturas del diseño curricular; acercar a los estudiantes a problemas básicos de la profesión por ellos elegida, integrando teoría y práctica.

#### **3.4.2 Trabajos integradores de investigación**

Se plantea el desarrollo de trabajos integradores que ofrezcan la oportunidad a los estudiantes de desarrollar tareas adecuadas al nivel de dificultad que pueden resolver y de profundizar en temas que los acerquen a la problemática específica de su especialidad (Raichman et al. 2012). Agrupados en pequeños equipos de investigación, desde el enfoque de aprendizaje colaborativo (Felder y Brent 2007) y orientados adecuadamente por los docentes, resuelven una situación problema de interés. El grupo elabora un informe escrito según pautas previamente definidas y se organiza una actividad de transferencia, que implica una presentación oral del planteamiento del problema resuelto, los resultados obtenidos y las correspondientes conclusiones derivadas de la resolución del mismo. Se habilita un espacio de discusión y reflexión que brinda aportes tanto al grupo expositor como al resto de los estudiantes. Las intencionalidades educativas específicas de este escenario son: aplicar, integrar y transferir contenidos a nuevas situaciones; fomentar la autonomía en el aprendizaje; promover el desarrollo de capacidades comunicacionales y de trabajo en equipo; acercar a los estudiantes a la investigación.

#### **3.5 Escenarios de articulación entre disciplinas**

En este escenario se consideran aquellas actividades de articulación generadas en conjunto con una o más asignaturas de cualquiera de las áreas de formación contenidas en el plan de estudios de una carrera de Ingeniería. Estas actividades, al igual que las de los apartados anteriores, ayudan al estudiante a encontrar un sentido en lo que está aprendiendo, a la vez que favorecen la transferencia de lo aprendido a

nuevas situaciones. Si bien puede concebirse como un escenario independiente, también es posible incluirlo total o parcialmente en alguna de las dos opciones tanto de los escenarios de desarrollo de contenidos como de los escenarios de integración e investigación. En el marco del aprendizaje complejo y la formación en competencias es importante diseñar secuencias de tareas integrales de articulación disciplinar, con niveles de complejidad creciente, distribuidas a lo largo de todo el plan de formación.

### 3.6 Escenarios de tutorías de pares

En este escenario se consideran aquellas actividades generadas para el trabajo en conjunto entre los estudiantes y tutores pares especialmente seleccionados. También podría concebirse como un escenario integrado a alguno de los ya descriptos. Tal es el caso de la tutoría de pares para el escenario de desarrollo de contenidos en la modalidad de Aula Taller, o bien la tutoría de pares en el escenario virtual destinada al acompañamiento de los estudiantes en sus actividades en plataformas virtuales, como así también la tutoría de pares en diferentes laboratorios, entre otras tantas opciones. En estos escenarios de tutorías, los estudiantes interactúan con un ayudante alumno que ya ha aprobado la asignatura, con la asesoría permanente del docente a cargo. Los alumnos reciben ayuda de un par, en un clima de confianza que les permite plantear inquietudes

y equivocarse sin temor (Duran et al. 2014). Las diferencias de edad, la formación previa y las capacidades personales, entre el ayudante alumno y el estudiante de la asignatura, constituyen la asimetría necesaria para enriquecer las actividades significativas de aprendizaje implementadas.

## 4. Resultados.

Como resultado de lo descrito en los apartados anteriores, se presentan tres ejemplos de modelos pedagógicos diseñados e implementados por los autores en asignaturas del área de ciencias básicas en Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo y se describen algunos escenarios de interacción del modelo pedagógico del espacio curricular de Geometría Analítica.

### 4.1 Modelos pedagógicos en el área de ciencias básicas.

La sólida formación básica no sólo provee al estudiante de las herramientas necesarias para abordar otras disciplinas, sino que además le brinda al futuro egresado la capacidad de actualización permanente. En la Tabla 1 se indican para cada uno de los espacios curriculares seleccionados, la ubicación en el plan de estudios, la cantidad de inscriptos en el último ciclo lectivo y los escenarios de interacción que componen los respectivos modelos pedagógicos.

**Tabla 1.** Ejemplos de modelos pedagógicos en Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Espacio curricular	Escenarios de interacción	Referencias
<i>Geometría Analítica</i> 1° semestre de Ingeniería Industrial, Petróleos, Civil, en Mecatrónica, Licenciatura en Ciencias de la Computación. 2018: 502 inscriptos	Esc. de desarrollo de contenidos (3.1.1 y 3.1.2) Esc. virtual de aprendizaje (3.2) Esc. de exploración y experimentación (3.3.1 y 3.3.2) Esc. de integración (3.4.1) Esc. de articulación (3.5). Esc. de tutorías de pares (3.6)	Raichman y Totter 2008 Totter y Raichman 2009 Raichman y Totter 2010 Raichman et al. 2014 Raichman y Pacini 2017 Raichman et al. 2017b
<i>Cálculo Numérico y Computación</i> 3° semestre de Ingeniería Industrial, Petróleos, Civil, en Mecatrónica, Licenciatura en Ciencias de la Computación.	Esc. de desarrollo de contenidos (3.1.1) Esc. de exploración y experimentación (3.3.1) Esc. de integración (3.4.1) Esc. de articulación (3.5) Esc. de tutorías de pares (3.6)	Mirasso et al. 2014



2018: 263 inscriptos		
<i>Matemática Avanzada</i> 4° semestre de Ingeniería en Mecatrónica. 2017: 24 inscriptos	Esc. de desarrollo de contenidos (3.1.1) Esc. virtual de aprendizaje (3.2) Esc. de exploración y experimentación (3.3.1 y 3.3.2) Esc. de integración (3.4.2.) Esc. de articulación (3.5)	Totter et al. 2011 Raichman et al. 2012 Totter et al. 2013

Las referencias indicadas en la Tabla 1 contienen información detallada de los escenarios específicos y de resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos luego de sucesivos ciclos de implementación de las propuestas presentadas.

#### 4.2 Escenarios de interacción en Geometría Analítica.

Geometría Analítica es una asignatura de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería y de la Licenciatura en Ciencias de la Computación, en Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. Provee al estudiante de los conocimientos de la matemática que permiten describir y estudiar la geometría plana y espacial. La visualización y representación de lugares geométricos en el espacio tridimensional exige el manejo apropiado y simultáneo de aspectos gráficos y analíticos que implican grandes desafíos para los actuales ingresantes. En general, los estudiantes que actualmente ingresan a primer año carecen de metodología propia de estudio o poseen hábitos de estudio inadecuados. Algunos tienen dificultades en la comprensión lectora, para hacer abstracciones, reconocer relaciones y expresarse apropiadamente en forma oral y escrita. La adaptación al ambiente y ritmo universitario, puede demandarles, en ciertos casos, más de un semestre (Raichman y Totter 2008). A todo esto se suma la problemática asociada a la masividad. En este contexto, se implementa un modelo pedagógico constituido por diferentes escenarios de interacción, tales que a partir de una equilibrada y coherente

articulación de actividades significativas de aprendizaje definidas en cada uno de ellos, favorezca en los estudiantes la apropiación de conceptos y procedimientos propios de la Geometría Analítica y el desarrollo de capacidades asociadas a competencias genéricas del perfil profesional.

#### 4.2.1 Escenarios de desarrollo de contenidos en Geometría Analítica

Los escenarios de desarrollo de contenidos están constituidos por el Aula Teórico Práctica y el Aula Taller (Raichman y Totter 2010). El eje del trabajo en el aula Teórico Práctica lo constituye el desarrollo de contenidos conceptuales y procedimentales en clases participativas e interactivas. Las demostraciones y resolución de problemas se elaboran en conjunto entre el docente y los estudiantes, en base a variados registros de representación y un trabajo de preguntas y respuestas, alternando con variadas actividades en el marco del aprendizaje activo. La elaboración de mapas conceptuales promueve y enriquece el aprendizaje significativo de los contenidos en estudio. Por otra parte, el Aula Taller, constituye un escenario alternativo de interacción, donde se genera un modelo de trabajo en equipos, potenciando la comprensión profunda, la integración y la aplicación de contenidos y la transferencia de los mismos a situaciones que los acerquen a problemas reales. En cada grupo de Aula Taller los estudiantes trabajan divididos en equipos de 4 a 6 integrantes, resolviendo los problemas indicados por el docente, quien realiza el seguimiento permanente de los avances logrados. Los



problemas son seleccionados a partir de una guía de trabajos prácticos específicamente elaborada para este escenario de aprendizaje. En algunos casos la sesión de Aula Taller se inicia con una actividad de recuperación de saberes previos, en la que se entrega a los estudiantes un cuestionario de rápida resolución.

Se estimula a los estudiantes a realizar inferencias, generar hipótesis, formular preguntas, organizar ideas para luego explicarlas y justificarlas a los otros. Se promueve la comunicación oral a través de la exposición del desarrollo de la solución obtenida por parte de los representantes de cada equipo. Se alienta un trabajo de interacción y de discusión de diferentes caminos de solución del problema, no sólo hacia el interior de cada equipo, sino también entre los expositores y el resto de los estudiantes. Las exposiciones finalizan con las palabras del docente, quien señala aspectos relevantes de cada uno de los problemas resueltos y atiende inquietudes que puedan surgir. El debate moderado por el docente promueve la discusión de distintas vías de solución del problema, en un ambiente de trabajo ameno, con un alto nivel de compromiso y pertenencia (Raichman et al. 2014). El estudiante, participe activo del proceso, se apropia del espacio en el cual es escuchado y respetado. Se genera así una comunidad de aprendizaje, con una cultura de trabajo propia y específica de cada Aula Taller.

Teniendo en cuenta que la selección de un material de estudio apropiado entre variados textos con lenguajes simbólicos y enfoques diferentes, es una tarea para la cual el estudiante recién ingresante, en general no está aún preparado para realizar, el texto de cátedra es un valioso y necesario recurso para los escenarios de desarrollo de contenidos

(Raichman y Totter 2016). La guía de trabajos prácticos, que incluye ejercicios y problemas a resolver en el Aula Teórico Práctica y en el Aula Taller, así como también los ejercicios complementarios, constituye otro recurso importante presente en estos escenarios. Allí se plantean problemas de aplicación que resulten de interés y que a la vez se encuentren en un nivel apropiado para el recién ingresante.

#### **4.2.2 Escenarios de tutorías en Geometría Analítica**

En la modalidad de trabajo de Aula Taller de Geometría Analítica es posible incorporar las tutorías de pares. El rol asignado a los ayudantes alumnos es el de acompañar a los estudiantes en la apropiación de conceptos y procedimientos. En dicha tarea, es importante que sea acompañado por el docente a cargo del Aula Taller en su compromiso de guiar en la construcción reflexiva del conocimiento, planteando preguntas y estableciendo relaciones, que favorezcan la integración del nuevo conocimiento con los saberes previos. Se busca la reflexión individual del estudiante sobre el conocimiento y que la interacción con sus iguales promueva la profundización de saberes, la confrontación de percepciones y distintas vías de solución del problema planteado. En el trabajo de Raichman et al. 2017b se muestran resultados de encuestas y entrevistas realizadas a los estudiantes de la asignatura y a los propios ayudantes. Dichos resultados confirman que las intervenciones educativas implementadas, conducen a que para ambos roles, ayudante alumno y estudiante de la asignatura, con la apropiada mediación docente, se abran oportunidades potenciadoras del aprendizaje a través de estas experiencias.

#### **4.2.3 Escenarios de exploración y experimentación en Geometría Analítica**

Los escenarios de experimentación y exploración se incluyen en actividades sincrónicas dentro de los escenarios de desarrollo de contenidos y en actividades asincrónicas en el escenario virtual de aprendizaje implementado en el Campus Virtual de la Universidad Nacional de Cuyo. Los recursos didácticos para la exploración y la experimentación se refieren tanto a las aplicaciones informáticas interactivas (Raichman y Totter 2015) que permiten al estudiante explorar libremente y trabajar según sus propios ritmos de estudio, como a los dispositivos experimentales (Raichman et al. 2018). En el caso de estos últimos, se busca, mediante la manipulación, observación y exploración sobre objetos concretos, favorecer la apropiación de modelos matemáticos de los lugares geométricos en estudio. Las actividades diseñadas con estos recursos están destinadas a potenciar la comprensión y resolución de problemas en el espacio tridimensional. Los resultados se refieren a los cambios en las producciones gráficas de los estudiantes, en las asociaciones entre las representaciones gráficas y las expresiones analíticas de los lugares geométricos y en la resolución de problemas que los involucran.

#### 4.2.4 Escenarios de articulación en Geometría Analítica

Se han realizado actividades de articulación con otras asignaturas: Análisis Matemático I, Cálculo Numérico y Computación, Análisis Matemático II, Estabilidad II e Introducción a la Programación (Raichman y Pacini 2017). Los recursos didácticos se refieren a las guías de trabajo específicas en las que se plantean a los estudiantes las actividades a realizar en el marco de la articulación definida, o bien a los ejercicios acordados entre los responsables de las asignaturas y que son incluidos en las guías de trabajos prácticos. La generación de escenarios de articulación promueve el trabajo

en equipo de docentes de diferentes espacios curriculares para el diseño e implementación de una innovación educativa compartida, diversificando los contextos de aprendizaje de un mismo conocimiento e incrementando así las vías para su recuperación.

#### 4.2.5 Escenarios de integración de contenidos en Geometría Analítica

El problema integrador de Geometría Analítica del ciclo lectivo 2018 se refiere al cierre de un espacio definido por una planta dada, en el que se trabaja en una primera etapa con dos cubiertas planas, formulando problemas que incluyen contenidos de vectores, rectas y planos (Raichman et al. 2018). Se plantea luego la necesidad de utilizar un paraboloides hiperbólico para dicha cubierta, involucrando contenidos referidos a cónicas y superficies cuádricas. A partir de la resolución del problema seleccionado se busca que los estudiantes: planifiquen estrategias para la resolución de problemas geométricos en base a la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones, integrando los conocimientos adquiridos en una situación concreta; analicen e interpreten resultados; sean metódicos en la exposición y en el registro de la información; se comuniquen con precisión y claridad en forma oral y escrita.

#### 4.2.6. Percepciones de los estudiantes

Se indican en este apartado algunas de las expresiones más frecuentes de los propios estudiantes cuando se los interroga acerca de qué es lo que les pareció más útil de lo propuesto por la asignatura y vale la pena repetir: “*La metodología de enseñanza*”; “*La dinámica de las clases*”; “*La participación activa de los alumnos*”; “*Aula Taller y los ayudantes de cátedra*”; “*Las aplicaciones de los temas en los ámbitos de la ingeniería*”; “*El hecho que hubiera un libro electrónico nos permite entender de forma más amigable*

*algunos conceptos de la materia”; “La relación de los temas con la realidad”; “La utilización de los escenarios geométricos interactivos”; “Las exposiciones en las aulas taller, ya que ayudan a preparar a los estudiantes no sólo en esta cátedra sino para cualquier examen final oral”; “Muy interesante aquellos temas que se trabajaron con maquetas, me ayudó mucho a visualizar”; “La interpretación de formas geométricas con objetos manuales y reales”; “Los tests de autoevaluación son muy útiles”; “Buscar la manera de resolver un problema a través del trabajo en equipo, toparse con dificultades, buscar apoyo en el libro o en el diálogo con el profesor, creo que ésta es la mejor manera de aprender”. “El material de estudio es claro y conciso y me gustó mucho la didáctica de las aulas taller donde alumnos y profesores interactúan más que en una clase normal y las dudas pueden ser solventadas con mayor claridad”.*

## **5. Reflexiones finales**

La definición del perfil de egreso de carreras de Ingeniería a partir de las competencias profesionales, da dirección y sentido a cada una de las asignaturas que lo componen, no sólo como orientador en la formulación de objetivos, sino también para diseñar e implementar modelos pedagógicos. Las intencionalidades de la acción educativa asociadas al desarrollo de capacidades que aporten a competencias del futuro ingeniero, conllevan a la transformación de las actividades y de los recursos, tanto para los procesos de enseñanza y aprendizaje como para los procesos de evaluación. En este trabajo se han presentado pautas para la generación de modelos pedagógicos de espacios curriculares en carreras de Ingeniería, destinados a promover el aprendizaje complejo y la formación en competencias. Los mismos están conformados por escenarios de interacción que se clasifican en función de las

capacidades específicas que se busca desarrollar en cada uno de ellos. Los distintos escenarios que integran el modelo pedagógico de una determinada asignatura, suman sus fortalezas para apoyar el aprendizaje efectivo de los estudiantes. La variedad de instancias de interacción busca fomentar el desarrollo de las habilidades asociadas con diferentes categorías de estilos de aprendizaje. En particular, el Aula Taller constituye un escenario de interacción en el que la construcción del conocimiento se desarrolla a partir de actividades significativas, en las que se genera un debate y un consenso para formular soluciones a problemas preferentemente contextualizados. Los estudiantes aprenden entre ellos y se estimulan mutuamente para reflexionar y reorganizar sus estructuras conceptuales. El diálogo y el intercambio los impulsan a su vez a reflexionar sobre sus procesos de aprendizaje y buscar alternativas para mejorar sus rendimientos. Un aspecto importante lo constituye la posibilidad de integrar en los diferentes escenarios de interacción, aquellas actividades y recursos destinados a promover la autonomía en el aprendizaje y la metacognición. El análisis por parte del estudiante de su propio proceso de aprendizaje, la identificación de errores y la elaboración de nuevas alternativas para la apropiación de hechos, conceptos y procedimientos, constituye un valioso aporte a la dimensión metacognitiva presente en las competencias profesionales. Así mismo, se considera que para lograr un impacto significativo en el aprendizaje complejo y en la formación en competencias, es necesario implementar escenarios de articulación generados a partir del diálogo interdisciplinario a lo largo de toda la carrera.

Luego de la implementación del modelo pedagógico en cada ciclo lectivo es necesario realizar un proceso de retroalimentación en

base a resultados cuantitativos y cualitativos, a los efectos de concretar los ajustes necesarios. Es importante efectuar una revisión de la apropiada articulación entre los distintos escenarios de interacción que conforman el modelo pedagógico, en cuanto a: cantidad y calidad de las actividades de cada uno de ellos; tiempos disponibles; cronograma factible de trabajo, tanto para los docentes como para los estudiantes; proceso de evaluación coherente con las estrategias didácticas y los objetivos planteados; claridad y pertinencia de los criterios de evaluación en un todo de acuerdo con el modelo pedagógico propuesto; aplicaciones a la práctica

profesional acordes al nivel de ubicación de la asignatura dentro del plan de estudios.

Los aspectos mencionados tienden a lograr una coherencia global de la propuesta, de manera tal que, a partir del diseño y programación de actividades y situaciones de aprendizaje en los distintos escenarios de interacción, se genere un andamiaje multidimensional que promueva el aprendizaje complejo, la independencia intelectual, la creatividad y el desarrollo de capacidades que aporten a las competencias tecnológicas, sociales y actitudinales del futuro ingeniero.

## 6. Referencias

Camilloni, A.R. W., Cellman, S., Litwin E., Palou de Maté M. del C. (1988). “La Evaluación de los Aprendizajes en el Debate Didáctico Contemporáneo”. Ed. Paidós, Buenos Aires.

Castañeda-Figueiras S., Peñalosa-Castro E., Austria-Corrales F. (2012). El aprendizaje complejo: Desafío a la educación superior. “Investigación en Educación Médica”, Elsevier, 1(3), 140-145.

Castejón J. L., Gilar R., Pérez A. M. (2006). Aprendizaje complejo: el papel del conocimiento, la inteligencia, motivación y estrategias de aprendizaje. “Psicothema”, 18 (4), 679-685.

Duran, D., Flores, M. Mosca A., Santiviago C. (2014). Tutorías entre iguales, del concepto a la práctica en las diferentes etapas educativas. En: “Experiencias educativas”, 2(1), 31-39.

Felder R., Silverman L.K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. “Engineering Education”, 78(7), 674-681.

Felder R., Brent S. (2003). Learning by doing. En “Chemical Engineering Education”. [Online]. 3 (4). 282-283. <http://www.ncsu.edu/felder-public/Column/Active.pdf>. [Aug 1, 2018].

Felder R., Brent R. (2005). Understanding student differences. “Journal of Engineering Education”, 94 (1), 57-72.

Felder R., Brent R. (2007). Cooperative Learning. En “Active Learning: Models from the Analytical Sciences”, P.A. Mabrouk, (ed.), Chapter 4. American Chemical Society. Symposium Series 970.

Ozollo F., Orlando M. (2006). “Elaboración de materiales de aprendizaje.” [En línea]. Educación a Distancia, Rectorado UNCuyo. <http://bdigital.uncu.edu.ar/1085>. [Julio 10, 2018].

Prieto Castillo, D. (2005). “El interaprendizaje como clave de la educomunicación.” [En línea]. [prietocastillo.com/comunicación](http://prietocastillo.com/comunicación). [16 de Julio, 2018].

Malo S. (2009). “La innovación y la investigación: sustentos y propósitos de la educación universitaria.” ACET. Innova Cesal. S.C. México.

Molina V., Prieto Castillo, D. (1997). “El aprendizaje en la Universidad”. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Mirasso A., Raichman S., Totter E. (2014). Articulación de estrategias y recursos para el aprendizaje significativo de métodos numéricos en ingeniería. En: “Mecánica Computacional” XXXIII, 2099-2109, Bariloche, Argentina.

Raichman S., Totter E. (2008). Aula - Taller de Geometría Analítica en Carreras de Ingeniería. “Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education”, 2(1), 7-12.

Raichman S., Totter E. (2010). Modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo. [En línea]. Innova Cesal. [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/108/archivos/PCC\\_ING\\_05\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/108/archivos/PCC_ING_05_2010.pdf) [Julio 3, 2018].

Raichman S., Palazzo G., Masnú V., Totter E. (2011). Estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de métodos numéricos en la carrera de Ingeniería Civil. En “Mecánica Computacional”, Möller, O., Signorelli, J., Storti (eds.), XXX, 2363-2374, Rosario, Argentina.

Raichman S., Totter E., Mirasso A. (2012). Estrategia metodológica para el aprendizaje significativo de contenidos de matemática avanzada en el marco de formación basada en competencias. [En línea]. I Congreso Argentino de Ingeniería CADI. <http://www.cadi.org.ar/index.php/trabajos-seleccionados/> [Julio 21, 2018].

Raichman S., Sabulsky G., Totter E. (2013). Estrategias para el desarrollo de innovaciones educativas basadas en la utilización de Tecnologías de la Información y Comunicación. En “Estrategias para el uso de tecnologías de información y comunicación en los procesos de aprendizaje”, Orta, M., Verdejo, P (eds.). Innova Cesal, México.

Raichman S. y Totter E., Gargiulo H., Videla D. (2014). Aula-taller de Geometría Analítica en el marco de formación basada en competencias y su impacto en la permanencia de estudiantes de primer año en ingeniería. En “Cuartas Jornadas Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas”, Eje 3. Rosario, Argentina.

Raichman S., Totter E. (2015). “Geometría Dinámica para Ciencias e Ingenierías”. [En línea]. <http://tube.geogebra.org/student/bnIUIUDqE> [Julio 5, 2018].

Raichman S., Pacini E. (2017). Intervención educativa de articulación entre las asignaturas Introducción a la Programación y Geometría Analítica. En “IX Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería”, Gitto J., Mercado G., Zaradnik R. (eds.), 194-198, Mendoza, Argentina.

Raichman S., Mirasso A., Totter E. (2017a). Escenarios de interacción para el aprendizaje complejo en el área de ciencias básicas en carreras de Ingeniería. En “Educación científica e inclusión sociodigital: Actas IX Congreso Iberoamericano de Educación Científica y del I Seminario de Inclusión Educativa y Sociodigital”. Dubini L., Erice M.X., Meziat M., Garcia Astete M., Bengochea Martínez L. (eds.), 1, 248-256. Alcalá de Henares. España.

Raichman S., Cerezo V., Barbini M. (2017b). Integración de ayudantes alumnos en las Aulas Taller de Geometría Analítica. En “IX Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería”, Gitto J., Mercado G., Zaradnik R. (eds.), 205-209, Mendoza, Argentina.

Raichman S., Totter E., Videla D., Collado L., Codina F., Molina G., Cascone I. (2018). Recursos didácticos para el aprendizaje complejo de la Geometría Analítica. En “I Jornada de Divulgación de la Carrera de Ingeniería Civil”, [En línea]. UNCuyo. <http://bdigital.uncu.edu.ar/10949> [Julio 30, 2018].

Totter E., Raichman S. (2009). “Creación de espacios virtuales de aprendizaje en el área Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería.” Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 4, 40-46.

Totter E., Raichman S., Mirasso A. (2011). Desarrollo de simulaciones computacionales como estrategia de acercamiento a la investigación. Una experiencia en la asignatura Matemática Avanzada de la Carrera Ingeniería en Mecatrónica. [En línea]. En: “VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología”. <http://sedici.unlp.edu.ar/> [Julio 23, 2018].

Raichman S. Totter E. (2016). “Geometría Analítica para Ciencias e Ingenierías”. [En línea]. UNCuyo. <http://bdigital.uncu.edu.ar/7224> [Julio 4, 2018].

Totter E., Raichman S., Mirasso A. (2013). Diseño de un Laboratorio Áulico basado en Dispositivos Dinámicos Experimentales orientado a promover el aprendizaje complejo de contenidos de Matemática Avanzada. [En línea]. VIII Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. <http://sedici.unlp.edu.ar/> [Julio 12, 2018].

Van Merriënboer J.G., Kirschner G.A. (2007). “Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four Component Instructional Design”. Lawrence Erlbaum Inc. Publishers.

Verdejo P., Freixas R. (2009). “Educación para el pensamiento complejo y competencias: Diseño de tareas y experiencias de aprendizaje.” ACET. Innova Cesal. S.C. México.