

ENSEÑANZA CON ESTUDIOS DE CASOS EN UN MODELO DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS PARA INGENIEROS/AS INDUSTRIALES

Enriquez, Héctor*, Kowalski, Víctor, Erck, Mercedes, Santander Andrea, Morales, Iván

*Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería.
Juan Manuel de Rosas 325, Oberá (3360), Misiones. enriquez@fio.unam.edu.ar.*

RESUMEN

Este trabajo presenta una parte de lo realizado en un proyecto de investigación, cuyo objetivo general es “proponer un nuevo diseño de modelo instruccional basado en las TIC para que sea más efectivo en la formación de competencias”, para el dictado de la cátedra Investigación Operativa, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). El primer diseño instruccional propuesto requirió la selección de diferentes modalidades (presenciales y de trabajo autónomo) y métodos de enseñanza, cada uno con ventajas y desventajas en relación a las competencias que puede formar. Entre los métodos seleccionados se encuentra el Estudio de Casos, cuya finalidad es la de adquirir aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados. Se optó por el método de estudios de casos reales, donde los alumnos/as en grupos pequeños debieron analizar un problema de producción o de servicios, delimitado en una consigna dada por los docentes. Entre otras ventajas, el método favorece la capacitación para el análisis en profundidad y solución de problemas conectando con la realidad de la profesión, la motivación intrínseca al aprendizaje y la comunicación. Su desarrollo se puede resumir en las siguientes fases: a) Presentación y familiarización del caso; b) análisis detenido, identificando el/los problemas, formulación de respuestas parciales o totales, decisiones, etc.; c) conclusiones y recomendaciones. El seguimiento y la evaluación fueron continuos, finalizando con la presentación de un informe. Para la calificación final, se aplicó un instrumento con el cual se buscó reflejar una distribución equilibrada para las distintas competencias específicas y genéricas que se pretendieron formar a lo largo del proceso. El diseño instruccional propuesto del cual forma parte esta experiencia fue implementado en el último año y sus resultados se están evaluando.

Palabras Claves: Formación por Competencias; TIC; Métodos de Enseñanza; Estudios de Casos; Ingeniería Industrial.

ABSTRACT

This paper is part of what was achieved in a research with the aim to propose a new instructional design for an ICT-aided competency-based training model in the subject Operations Research at Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM). In the first instructional design different teaching modalities and methods were selected. Each one has advantages and disadvantages in competency training. For this work, the case study method was selected, among others. Its goal was to acquire learning through the analysis of real or simulated cases. At that time, students in small groups had to study a real production or service system, which was previously defined by teachers. Among other advantages, this method improves training to solve specific problems in the profession, and promotes motivation and communication. Phases in a case study are summarized as: a) Introduction and familiarization with the case, b) detailed analysis, which includes problems identification, formulation of partial or total responses, decisions, among other things, c) conclusions and discussion. Monitoring and evaluation are continuous, and ends with the presentation of a report. For the assessment stage, the grading system used reflects a balanced distribution of generic and specific competences developed. The instructional design proposed was implemented in the last academic year and their results are still being assessed.

1. INTRODUCCIÓN

Las instituciones de educación superior, entre ellas las universidades han evolucionado, tal como lo ha hecho la sociedad a la que pertenecen y a las cuales deben dar respuesta. En la “sociedad del conocimiento”, la producción y gestión del saber se muestra como un principal motor del desarrollo. En este marco, las universidades se encuentran en un rol protagónico y deben alinear sus funciones tradicionales de formación, investigación y vinculación tecnológica con las nuevas realidades y demandas [1]. En la búsqueda de que puedan contribuir al desarrollo social, cultural y comunitario de su entorno local, regional, nacional e internacional, se solicita a las universidades que no definan sus programas y planes académicos sin la consulta a los agentes que intervienen en el desarrollo y que consideren la opinión de las instituciones públicas y privadas acerca de las competencias esenciales que se necesitan en la formación de los profesionales [2].

En lo que se refiere a la enseñanza de la ingeniería, se ha puesto el foco en el objeto de trabajo del ingeniero y en el impacto de su trabajo con su entorno económico, medioambiental, social y político. Con los estándares de calidad aprobados en los procesos de acreditación se han logrado avances respecto al modelo tradicional basado en la “transmisión” de los conocimientos específicos que el ingeniero “debe saber”. De todas maneras, poco se ha considerado “al ingeniero”, como persona que deberá estar capacitada para desempeñarse aplicando los conocimientos que le fueron transmitidos, en contextos profesionales diversos, integrando sus propias actitudes y valores.

Como modelo alternativo, la Formación por Competencias (FPC) es un proceso centrado en el estudiante y en el desarrollo de su autonomía. Requiere “partir de un perfil académico-profesional que recoja los conocimientos y competencias que se desea desarrollen los estudiantes” (*Ibid.*). En este enfoque se especifican las habilidades, conocimientos y actitudes con el fin de definir, orientar y ayudar a alcanzar las competencias [3].

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) propuso en el año 2007 un modelo para el desarrollo de Competencias Genéricas en la Enseñanza de las Ingenierías en la Argentina, que alcanzaba a cinco terminales, entre las cuales estaba Ingeniería Industrial. El modelo propuesto contenía 10 competencias genéricas (comunes a todas las ingenierías) desagregadas en dos niveles integradores de capacidades: las “tecnológicas” y las “sociales, políticas y actitudinales” [4]. Posteriormente, en 2008 el CONFEDI avanzó en la determinación de las competencias genéricas requeridas para un estudiante de nivel medio que deseara continuar estudios en ingeniería; y en 2013, la Asamblea General de la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) adoptó el modelo de competencias de egreso del CONFEDI en la “Declaración de Valparaíso” sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano [5]. Lo anterior muestra un notable avance en la definición de competencias genéricas de egreso del ingeniero, pero hasta el momento no se ha avanzado en la definición de las competencias específicas de cada terminal.

Definir un nuevo modelo de formación de ingenieros supone avanzar en modelos orientados a la formación de competencias. De acuerdo al CONFEDI, “hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer” [5], y “en la actualidad es una tendencia internacional en el diseño de los planes de estudio de ingeniería el uso de las competencias como horizonte formativo” [4].

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Propuesta de un Modelo de Formación por Competencias

La importancia de la FPC en contraposición al modelo tradicional de enseñanza de la ingeniería basada simplemente en la transmisión de conocimiento, dio lugar a un proyecto de investigación en curso en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM), en el que se pretende abordar un modelo de formación por competencias a partir de las competencias de egreso definidas por el CONFEDI, desde una cátedra en particular: Investigación Operativa (IO). Además, por la importancia de las TIC en el contexto académico y profesional actual, el objetivo general es proponer un nuevo modelo instruccional basado en TIC que sea más efectivo en la formación de las competencias que se pueden desarrollar desde la cátedra.

Uno de los aspectos más relevantes de la asignatura y las TIC, está en la evolución académica y práctica de la misma gracias a la evolución de las computadoras y de los SI (soportes informáticos) [6]. Se puso énfasis en el modelado y resolución de problemas con SI, orientando la práctica hacia la formación experimental, centrando la atención en la formación de competencias para resolver problemas más complejos de ingeniería, la experimentación con escenarios y en la toma de decisiones a partir de los resultados.

La mediación pedagógica que se viene trabajando en la asignatura se basó en la propuesta de De Miguel Díaz y otros [7], que propone como elementos clave para la planificación de una asignatura: a) Definir las competencias a formar; b) las modalidades organizativas; c) los métodos; d) la evaluación. Si bien la propuesta de estos autores fue desarrollada para abordar el plan de Estudios de varias titulaciones (Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Jurídicas, Ciencias

de la Salud, Humanidades y Enseñanzas Técnicas) con determinados recortes es posible aplicarla para una asignatura en particular. De acuerdo a este modelo, el centro de atención de la planificación son las competencias a adquirir por el alumno (Figura N°1), rompiendo el esquema de trabajo tradicional lineal del profesor conformado por: Contenidos → Métodos → Evaluación (*Ibíd.*)

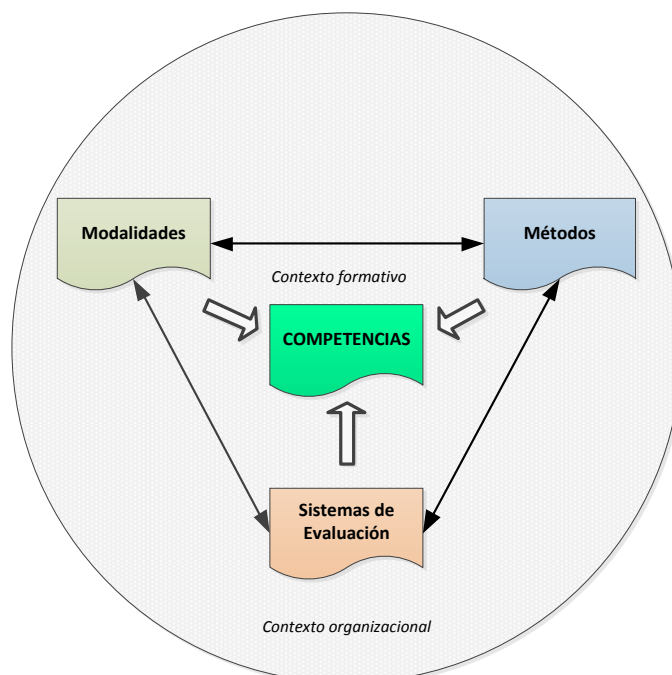


Figura 1 Modelo del proceso Enseñanza – Aprendizaje (Adaptado de De Miguel Díaz y otros, 2006)

De acuerdo a esta propuesta, se seleccionaron los siguientes elementos. La fundamentación de la selección es extensa, y por ello se abarca de manera resumida en este trabajo y su desarrollo está comprometido para llevarse a cabo en diferentes publicaciones.

- **Competencias a formar:** Dado que aún no están definidas las competencias de la terminalidad (Ingeniería Industrial), un primer paso consistió en adoptar los Alcances del Título como una aproximación a las competencias de egreso. Se formuló una competencia hipotética específica para la carrera de Ingeniería Industrial. Dicha competencia seleccionada corresponde a aquella que se podría articular más intensamente con las competencias que se formularían para la IO. La competencia enunciada es la siguiente:

- “Modelar Sistemas de Producción de Bienes y Servicios vigentes para analizar su desempeño, proponer alternativas de mejora, incrementar su productividad y rentabilidad, y optimizar la utilización de recursos escasos, aplicando metodológicamente herramientas cualitativas y cuantitativas, asegurando niveles de rentabilidad, eficiencia, eficacia y sustentabilidad, respetando normas, estándares y reglamentaciones vigentes, integrando equipos interdisciplinarios y actuando con compromiso y responsabilidad social”.

A su vez, para esta se formularon cuatro Elementos de Competencia:

- “Identificar las situaciones problemáticas de un Sistema de Producción de Bienes y Servicios vigente, reconociendo los componentes relevantes que justifiquen la búsqueda de una mejora”.
- “Seleccionar y/o adaptar una metodología de modelado acorde a la situación problemática a resolver”.
- “Construir y resolver el modelo, a partir de la información relevada y seleccionando la herramienta pertinente”.
- “Utilizar los resultados para apoyar a la toma de decisiones”.

A partir de éstas, se avanzó en la formulación de competencias específicas para la IO. En su formulación se observaron diferentes programas de IO de universidades argentinas, latinoamericanas y españolas. Para cada unidad temática se definieron contenidos, objetivos específicos de aprendizaje, en términos de “la intención que tenemos de llevar al alumno o estudiante a ejercer una capacidad sobre un contenido” [8]. De acuerdo a esta definición, las competencias son objetivos aplicados a situaciones (*Ibíd.*) También se definieron capacidades que el/la alumno/a debiera haber alcanzado antes de cursar la asignatura y cada unidad temática (Capacidades previas). En relación a las Competencias Genéricas definidas por CONFEDI, se establecieron relaciones con las capacidades específicas y características disciplinarias de la IO, las modalidades organizativas y métodos de enseñanza, y se valoró de acuerdo a una escala

(Fuerte, Alta, Media y Baja), tal como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1). Luego se relacionaron Capacidades y Sub Capacidades Especificas con las Capacidades especificas definidas por CONFEDI, a través de una escala de entre 1 (ninguna relación) a 5 (alta relación).

Tabla 1 – Relación de las Competencias Genéricas con las características de la Investigación Operativa
(Fuente: Elaboración propia)

Competencias Genéricas para:	Relación
1 Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	F
2 Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, ...)	A
3 Gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, ...)	M
4 Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ing.	M
5 Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecn.	B
6 Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	F
7 Comunicarse con efectividad.	B
8 Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social,....	B
9 Aprender en forma continua y autónoma.	F
10 Actuar con espíritu emprendedor.	B

En la definición de las Competencias Específicas de la asignatura, se consideró la articulación con otras asignaturas que también se orientan a la aplicación de modelos matemáticos para incrementar la productividad y la rentabilidad, o bien con aquellas asignaturas para las cuales las técnicas de la IO pueden o son insumos para el desarrollo de sus unidades temáticas (por ejemplo: en la planificación de producción y en la proyección de instalaciones productivas).

Las competencias para la asignatura que fueron definidas en este proyecto son las siguientes:

- Formular Modelos Matemáticos de situaciones problemáticas de un Sistema de Producción de Bienes y Servicios, con el objetivo de Optimizar su Desempeño incluyendo casos determinísticos y probabilísticos, trabajando en forma autónoma o en equipos interdisciplinarios.
- Obtener soluciones de los Modelos Matemáticos interpretando los resultados para transformarlos en información útil para la Toma de Decisiones contemplando variabilidades y contingencias.

En cuanto a las Competencias Genéricas, se efectuó una selección de las mismas para ser trabajadas en el dictado de la asignatura, es decir, no se trata de formar todas las capacidades ni evaluar todas las competencias genéricas, por las características de la asignatura. De este modo, y tal como se presenta en la Tabla 1, respecto las Competencias Tecnológicas, la IO muestra una relación fuerte con la competencia "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería", una relación indirecta con la competencia "Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes,...)" y una relación baja respecto a la competencia "Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas". Respecto a las Competencias Sociales, políticas y Actitudinales, a partir de las diferentes modalidades y métodos que se presentan a continuación, es posible formar en dichas competencias en diferente nivel de intensidad. Por ejemplo, en la competencia "Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo", es posible una relación alta con la asignatura, a partir del Estudio y Trabajo en equipo. Sin embargo, por las características de la asignatura, la relación de la misma con la competencia "Actuar con espíritu emprendedor" es baja o un nivel débil.

• **Selección de modalidades:** Se entiende como tales a "(...) los distintos escenarios donde tienen lugar las actividades a realizar por el profesorado y el alumnado a lo largo de un curso y que se diferencian entre sí en función de los propósitos de la acción didáctica, las tareas a realizar y los recursos necesarios para su ejecución". Habitualmente se distinguen como tales "escenarios" a las clases teóricas y las clases prácticas. En la propuesta adoptada, se prefiere distinguir entre actividades "presenciales" y actividades "no presenciales" o de "trabajo autónomo", es decir actividades que los alumnos pueden realizar libremente, bien de manera individual o mediante trabajo en grupo (*Ibid.*). Las modalidades seleccionadas en este proyecto en curso han sido las siguientes [9]:

- Horario Presencial: a) Clases Teóricas (CT); b) Clases Prácticas (CP); c) Tutorías (ST)
- Trabajo Autónomo: d) Estudio y Trabajo en Equipo (ETE); e) Estudio y Trabajo Individual (ETI).

• **Selección de métodos:** De acuerdo a la propuesta de De Miguel Díaz y otros (*op.cit*), se entiende por método al:

"(...) conjunto de decisiones sobre los procedimientos emprender y sobre los recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción que, organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos pretendidos en cada uno de los momentos del proceso, nos permiten dar una respuesta a la finalidad última de la

tarea educativa (...) se concreta en una variedad de modos, formas, procedimientos, estrategias, técnicas, actividades y tareas de enseñanza y aprendizaje”.

Siguiendo la misma propuesta y considerando la multiplicidad de enfoques, combinaciones posibles y los métodos recomendados en la misma, se seleccionaron los siguientes métodos para el dictado de la asignatura, los cuales se aplican y combinan en diferentes maneras, de acuerdo a los objetivos de aprendizaje y las competencias a formarse en cada unidad temática [9]:

- Método Expositivo/Lección Magistral (ME/LM).
- Estudio de Casos (EC).
- Resolución de Ejercicios y Problemas (REP).
- Formación Experimental (FE).
- Aprendizaje Cooperativo (AC).
- **Selección de los métodos e instrumentos de evaluación:** Una pregunta fundamental cuando se trata de evaluar competencias es qué tipo de evaluación se desea hacer. Puede llevarse a cabo una evaluación cualitativa, o bien una evaluación cuantitativa, con criterios definidos e instrumentada [8]. La primera es más intuitiva, rápida y subjetiva. La segunda es más precisa, engorrosa y limitante. Sin embargo, estas formas de evaluar no son excluyentes entre sí y pueden efectuarse combinaciones (*Ibíd.*).

De acuerdo a A. Villa y M. Poblete, la evaluación “... incluye no solo aspectos relativos a la evaluación final para la emisión de la calificación final, sino también...la evaluación formativa,...que se realiza para orientar y ofrecer retroalimentación al estudiante...” [2]. Según los mismos autores, se deberá precisar:

- “Qué” se va a evaluar: Se deben evaluar las Competencias Específicas y Genéricas trabajadas, posteriormente se deberán detallar los indicadores de evaluación.
- “Como” se va a evaluar: Corresponde a los instrumentos y técnicas. La evaluación debe ser a lo largo del proceso (evaluación continua) y al finalizar el mismo (evaluación final). Las técnicas deberán ser variadas, de acuerdo a las competencias trabajadas.
- “Como” se calificará: deben definirse los criterios de evaluación y ponderación para la calificación final. Se debe adoptar un sistema que deberá “...reflejar una distribución equilibrada entre las distintas competencias trabajadas y las distintas técnicas empleadas al emitir la calificación final” (*Ibíd.*)

Según De Miguel Díaz y otros (*op.cit*), la evaluación cobra especial protagonismo, pues orientan y motivan la enseñanza y el aprendizaje del alumno. Entre otros aspectos, señalan que el focalizar el proceso en el aprendizaje del alumno implica focalizarse en la evaluación. En este proceso, es el alumno quien se “apodera” de la evaluación, en un proceso de evaluación continua y formativa, en el cual se utilizan diferentes procedimientos y estrategias evaluativas.

En el DI elaborado, se propone la evaluación continua de las Competencias Específicas y Genéricas, en diferentes instancias en cada unidad temática, con diferentes instrumentos de calificación donde se ponderan las evaluaciones efectuadas sobre las competencias que fueron trabajadas. Los instrumentos que se utilizan son los siguientes [9]:

- Pruebas objetivas (PO).
- Pruebas de respuestas cortas (PRC).
- Mapas conceptuales (MC).
- Foros de discusión (FD).
- Carpeta de Evidencias (CE).
- Autoevaluaciones (AEV).
- Coevaluaciones (CEV).
- Evaluaciones escritas parciales (pruebas de ejecución de tareas (EEP) reales o simuladas) individuales.
- Otras pruebas de ejecución (problemas básicos donde los algoritmos se resuelven “a mano”, modelado y optimización mediados por software, etc.) individuales (OPE).
- Técnicas de Observación por el Profesor bajo la modalidad de Tutoría (TOT).
- Técnicas de observación sistemática para presentaciones orales y trabajo en equipo (TOS).

2.2. El método de Estudio de Casos

Según De Miguel Díaz y otros (*op. cit*), el método de Estudio de Casos consiste en un “análisis intensivo de un hecho, problema o suceso real, con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar,... y en ocasiones entrenarse en lo posibles procedimientos alternativos de solución”.

Algunos consideran al estudio de casos un método, y otros como un diseño de investigación cualitativa. Es útil para estudiar problemas prácticos o situaciones determinadas. Su metodología no es específica, por lo cual se puede utilizar en cualquier disciplina, para dar respuesta a las preguntas de investigación para las que se utilice.

En su tipología, se distinguen casos únicos (típicos, excepcionales, etc.), múltiples (comparables, extremos, etc.), simulaciones, experiencias propias y narraciones (*Ibíd.*).

Por mencionar algunas ventajas del estudio de casos, favorece la capacitación para el análisis en profundidad, la motivación al aprendizaje y la comunicación. En casos reales, facilita el entrenamiento para resolver problemas, conectando con la realidad y la profesión.

Los inconvenientes pueden presentarse por la limitación del propio caso en cuanto a su complejidad, porque el investigador, o el alumno, es consciente de las conexiones entre los eventos, variables y resultados, por lo que todo parece ser relevante y no lo es. También complica la dificultad de no poder trabajar con grupos numerosos, y la habilidad del profesor para generar empatía y contactar con los estudiantes (*Ibíd.*)

Como estrategia didáctica, se diferencian tres modelos en función de sus propósitos (*Ibíd.*): a) Centrado en el análisis de casos, donde se analizan las soluciones de los expertos; b) centrados en la aplicación de principios, donde los estudiantes se ejercitan en la aplicación de normas en cada caso; y c) centrados en el entrenamiento, en la resolución de situaciones.

Las competencias a fortalecer con este método de enseñanza se distinguen a continuación (*Ibíd.*):

1. Conocimientos:

a) Generales para el aprendizaje: Observación, identificación, razonamiento, solución y toma de decisiones, en torno a situaciones reales.

b) Vinculados a la materia: Interpretación de casos desde la óptica del conocimiento de la materia, enmarcándolos en enfoques teóricos o en soluciones aplicadas.

c) Vinculados a la profesión: Conocer, adquirir y utilizar habilidades y competencias requeridas en el campo profesional. Hacer juicios fundamentados en situaciones reales. Conocer términos, usos, procesos y contexto del campo profesional.

2. Habilidades y destrezas:

a) Intelectuales: Habilidad para generar, diseñar e implementar conocimiento aplicado ajustado a las necesidades de la realidad.

b) De comunicación: Para comunicar ideas, argumentos, y elaboración de conclusiones.

c) Interpersonales: Escuchar ideas de otros, consensuar, dialogar.

d) Organización y gestión personal: Habilidades para resolver y gestionar técnicas, procedimientos y recursos para desarrollar exitosamente el caso. Planificar y reconocer momentos clave en la ejecución, distribuir tareas dentro del grupo.

3. Actitudes y valores:

a) De desarrollo profesional: Habilidades para el ejercicio profesional autónomo, con iniciativas aplicables a diferentes situaciones imprevisibles.

b) De compromiso personal: Iniciativa para resolver problemas con responsabilidad y autonomía.

En cuanto a la evaluación, la misma depende de los objetivos se persigan (*Ibíd.*): Aprendizaje, competencias, conocimientos, habilidades, actitudes, comunicación. La evaluación es continua y procesual, y los estudiantes deben conocer por adelantado los criterios e instrumentos de evaluación.

2.3. El método de Estudio de Caso en la Enseñanza – Aprendizaje de una unidad temática de la asignatura

Conocidas las ventajas y las competencias que pueden desarrollarse con este método, fue seleccionado como una de las estrategias metodológicas (junto con la Lección Magistral, la Resolución de Ejercicios y Problemas, la Formación Experimental y Aprendizaje Cooperativo) para el dictado de la asignatura IO, en el marco del MFPC que se viene desarrollando. Vale señalar que los diferentes métodos pueden y son combinados de diferentes maneras de acuerdo a los objetivos de aprendizaje que se definen para cada unidad temática, como así también para las capacidades y competencias que se forman y evalúan a lo largo del cursado.

El método de EC viene siendo utilizado en la asignatura desde años anteriores, fue implementado en un primer diseño instruccional (DI) en 2013, del cual se pudieron establecer conclusiones parciales y formular un nuevo modelo de DI en el curso 2014 [9].

A continuación se describe brevemente la aplicación del método de Estudio de Caso (EC) a una unidad temática particular de la asignatura (Unidad Temática 11: Modelos de Inventarios), indicando las etapas del diseño metodológico seguidas para la implementación a la enseñanza, las capacidades y competencias que buscaron formar, el proceso de evaluación y el diseño de los instrumentos utilizados.

2.3.1. Selección de Modalidades de Enseñanza:

Horario no presencial:

Tutorías grupales, a programarse antes de las entregas de los avances.

Trabajo autónomo:

Practica Externa (trabajo de campo).

Estudio y Trabajo en Equipo.

2.3.2. Selección de Métodos de Enseñanza

Estudio de Caso: Basado en una experiencia real, propia de cada equipo, centrada en la resolución de una o más situaciones problemáticas detectadas en el caso seleccionado.

2.3.3. Definición de Capacidades Previas

Del mismo modo en que se definieron Capacidades Previas que el/la alumno/a debería haber alcanzado antes de la asignatura, se definen capacidades previas para la unidad temática. A continuación se presenta un extracto de las capacidades definidas y sub-capacidades:

- 1) *Interpretar la metodología de la Investigación Operativa (IO) y su importancia en la toma de decisiones.*
 - a) Diferenciar el proceso de toma de decisiones a través de la intuición del proceso de toma de decisiones a través del modelado, explicando las ventajas e inconvenientes de cada uno.
 - b)...
 - c) Explicar la estructura básica del proceso de modelación.
 - d)...
- 2) *Formular modelos matemáticos.*
 - a) Representar algebraicamente un modelo matemático.
 - b) Representar gráficamente modelos matemáticos en el plano.
 - c)...
- 3) *Resolver modelos matemáticos.*
 - a) Obtener soluciones analíticas de ecuaciones y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales
 - b)...
- 4) *Utilizar soportes informáticos.*
 - a) Crear un archivo en hoja de cálculo y ejecutar funciones matemáticas sencillas.
 - b)...
- 5)...

2.3.4. Consignas del Estudio de Caso

Para abordar el estudio de casos, los alumnos, en equipos pequeños, debieron seguir las siguientes fases, presentando un avance al finalizar cada una de ellas.

- Presentación de propuestas y organización del equipo: A cada equipo se le asignó un sistema de inventario al que puedan tener acceso a las fuentes de información. Debieron presentar un informe con: descripción de problemas u oportunidades de mejora; identificación de fuentes de información; objetivos del trabajo, metodología a emplear y organización del equipo.
- Análisis detallado del caso: Esta fase incluyó: El o los modelos necesarios que deberán dar respuesta a los objetivos; recolección y procesamiento de los datos necesarios; modelos construidos en soportes informáticos (hoja de cálculo u otro lenguaje de modelado) y sus informes de respuesta; resultados obtenidos y conclusiones (totales o parciales).
- Presentación final: Cada equipo debió presentar un informe escrito que condensara todo el desarrollo del trabajo, siguiendo un formato dado por la cátedra. Además cada equipo presentó en forma oral su trabajo frente al resto de sus compañeros y docentes de la asignatura, mediante una presentación asistida por computadora y proyector, en una exposición de no más de 20 minutos de extensión.

2.3.5. Objetivos de aprendizaje

Considerando las competencias que son posibles de desarrollar con el estudio de caso, los contenidos y los objetivos específicos de aprendizaje de la unidad temática, se definieron los objetivos, en términos de capacidades y subcapacidades a alcanzar por el/la alumno/a con el EC. A continuación se presenta un extracto de dichos objetivos:

1. *Identificar una situación problemática y relacionarla con los Modelos de Inventarios (MI).*
 - a) Identificar situaciones que requieren o producen el almacenamiento de bienes físicos.
 - b)...
 - c) Definir los diferentes MI, sus suposiciones y aplicaciones.
 - d) Definir un plan de trabajo adecuado utilizando la técnica de los MI para analizar una situación problemática real de la gestión del inventario de un artículo.
 - e)...
2. *Modelar analíticamente problemas de inventarios.*
 - a) Identificar la demanda (D) del artículo.
 - b)...
 - c) Identificar los elementos del costo de la gestión de los inventarios (C. de organización, de compra, de conservación y de déficits)
 - d)...
 - e)...
 - f) *Definir las expresiones necesarias para obtener la cantidad económica de pedidos, el punto de reorden y el costo total de la gestión del inventario.*
- 3....

4. Resolver analíticamente modelos sencillos de inventarios
5. Interpretar los resultados de los modelos de inventarios.
6. Evaluar analíticamente situaciones alternativas.
- 7....
8. Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo.
9. Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.
- 10....

2.3.6. Evaluación

Se efectuó una evaluación continua, en cada etapa o avances del EC y una evaluación final. En dichas instancias, se evaluaron las competencias alcanzadas por el equipo y por cada uno de sus miembros.

2.3.7. Instrumentos de Evaluación

En función de las Competencias Específicas y las Competencias Genéricas que se relacionaron con IO, las capacidades y los objetivos de aprendizaje, se seleccionaron los siguientes instrumentos de evaluación

- Observación sistemática de presentaciones escritas
- Observación sistemática de la presentación oral
- Autoevaluación
- Coevaluación

A continuación se presenta un fragmento de los instrumentos utilizados en las evaluaciones escritas y en la evaluación oral (Tablas 2, 3 y 4). Se establecieron 5 indicadores, correspondientes a los siguientes niveles de logro: E (Excelente), B (Buen nivel, con pequeñas dificultades), R (Insuficiente nivel); M (Nivel de logro no alcanzado); N (No realizado).

Tabla 2 – Fragmento del instrumento de evaluación utilizado en el 1^{er} avance del EC
(Fuente: Elaboración propia)

Competencia para...	Evidencias	Indicadores				
		N	M	R	B	E
1 • Formular Modelos Matemáticos de situaciones problemáticas de un Sistema de Producción de Bienes y Servicios, con el objetivo de Optimizar su Desempeño incluyendo casos determinísticos y probabilísticos, trabajando en forma autónoma o en equipos interdisciplinarios.	Identifican una situación problemática u oportunidad de mejora	No responden la consigna	No identifican claramente el problema	Identifican un problema, pero requieren revisión importante	Identifican el problema con mínimos inconvenientes	Identifican el problema sin inconvenientes
	Definen un problema de manera clara y concisa	No responden la consigna	No se comprende el problema	Definen un problema, pero requieren revisiones importante	Definen el problema, con mínimos inconvenientes	Definen el problema sin inconveniente
	Identifican simplificaciones o hipótesis para modelar	No responden la consigna	No identifican simplificaciones indispensables	Identifican solo algunas simplificaciones necesarias	Identifican simplificaciones, con mínimos inconvenientes	Definen las simplificaciones necesarias sin inconvenientes
	Identifican fuentes adecuadas de datos (en disponibilidad y alcance)	No responden la consigna	Los datos y/o sus fuentes no son apropiadas	Algunos datos o fuentes no son apropiadas	Las fuentes más relevantes son adecuadas	Todas las fuentes de datos son adecuadas

Tabla 3 – Fragmento del instrumento de evaluación utilizado en el 2^{do} avance del EC
(Fuente: Elaboración propia)

Competencia para...	Evidencias	Indicadores				
		N	M	R	B	E
4. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Respetan los objetivos, el reparto de tareas y la planificación que propusieron para el trabajo	No responden la consigna	El equipo se muestra totalmente desorganizado	Cumplen parcialmente la planificación y organización propuesta	Cumplen la planificación y organización, con pequeños desvíos	Cumplen la planificación y la organización propuesta, sin inconvenientes
	Respetan los diferentes puntos de vista, ideas, opiniones y decisiones de todos los integrantes	No responden la consigna	Solo son respetadas las opiniones, ideas y decisiones de pocos integrantes	Se respetan opiniones, ideas y decisiones, de una mayoría, con poca participación del resto	Se respetan opiniones, ideas y decisiones de todos, con algunas excepciones	Se respetan opiniones, ideas y decisiones de todos en general
	Participan colaborativamente durante el trabajo	No responden la consigna	Hay resistencias para la cooperación	Se limitan a aceptar la participación de unos pocos integrantes	Participan colaborativamente en la mayor parte del trabajo	Aprovechan la participación de todos los integrantes
5. Comunicarse con efectividad.	En el informe expresan en forma clara, concisa y precisa el avance del trabajo	No responden la consigna	El informe presenta importantes errores redacción y/o no describen todo lo solicitado	El informe presenta errores de redacción y/o faltan descripciones parciales de lo solicitado	El informe contiene todo lo solicitado, con algunos errores de redacción y/o presentación que deben corregirse	El informe presenta una buena redacción, contiene todo lo solicitado, con mínimos errores

Tabla 4 – Fragmento del instrumento de evaluación utilizado en la presentación final del EC
(Fuente: Elaboración propia)

Competencia para...	Evidencias	Indicadores				
		N	M	R	B	E
3. Obtener soluciones de los Modelos Matemáticos interpretando los resultados para transformarlos en información útil para la Toma de Decisiones contemplando variabilidades y contingencias.	<i>Contrastan los resultados obtenidos y el cumplimiento de los objetivos del trabajo</i>	No responden la consigna	No evalúan el cumplimiento de los objetivos del trabajo	Contrastan resultados con los objetivos, pero hay faltantes importantes	Contrastan resultados con los objetivos, con correcciones	Contrastan resultados con los objetivos, sin inconvenientes
	<i>Definen una nueva o posible solución ante las nuevas situaciones</i>	No responden la consigna	No definen una nueva solución	Definen una nueva solución, con errores conceptuales y/o del modelado	Definen una solución, con mínimos errores metodológicos	Definen una nueva o posible solución, sin inconvenientes
	<i>Interpretan las consecuencias sobre las decisiones</i>	No responden la consigna	No interpretan las consecuencias de las nuevas situaciones sobre las decisiones	Interpretan consecuencias, con errores conceptuales	Interpretan consecuencias sobre las decisiones, con pequeños errores de interpretación	Interpretan las consecuencias sobre las decisiones, sin inconvenientes
4. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	<i>Evalúan el funcionamiento y producción del equipo</i>	No responden la consigna	No aceptan sus errores o debilidades	Su evaluación muestra importantes desviaciones respecto a lo observado	Evalúan su desempeño, con pequeñas desviaciones	Evalúan su desempeño aceptablemente

2.3.8. Calificación

Los instrumentos de evaluación que fueron diseñados conforman un conjunto, y son diferentes entre sí para cada unidad temática, en función de los métodos, modalidades y competencias a evaluarse en cada unidad. De la observación de estos instrumentos se obtienen valoraciones correspondientes respecto al nivel de logro de cada competencia (Específicas y Genéricas) en cada unidad temática. Finalmente se ponderan esas valoraciones en un instrumento, con lo cual se obtiene la calificación final, expresada en una escala numérica, de acuerdo a las reglamentaciones académicas vigentes. La escala de valoración del nivel de logro de las evidencias para evaluar cada competencia, en cada uno de los instrumentos es la misma que la que muestra en las Tablas 2, 3 y 4, es decir: E (Excelente), B (Buen nivel, con pequeñas dificultades), R (Insuficiente nivel); M (Nivel de logro no alcanzado); N (No realizado).

Dicha valoración final no resulta de sumas o promedios de “E”, “B”, etc., sino que se efectúa un seguimiento y observación en orden cronológico temporal, del cual se obtiene la información necesaria para llevar a cabo retroalimentaciones y en caso de observarse tendencias negativas o competencias que no han sido satisfactoriamente formadas, poder cuestionar cual fue la participación de los docentes para que ello no ocurriera. De esta forma, para un/a alumno/a que muestra una progresión de “E” y “B” para una competencia, puede afirmarse que la misma fue satisfactoriamente formada, y las “R”, “M” y “N” indican niveles insuficientes de logro, que en caso de observarse deben disparar mecanismos para corregir y obtener una apreciación positiva al final del curso.

3. RESULTADOS

El método de Estudio de Caso en el MFPC que se viene desarrollando, siguiendo la metodología que fue descrita en este trabajo, se aplicó en los cursos 2013 y 2014 del dictado de IO. En 2013 lo desarrollaron 4 equipos de 5 alumnos en cada uno. En 2014 el número de equipos fue de 4, de entre 4 y 5 integrantes, pero la ejecución del mismo se encuentra en curso. Sin embargo la implementación de este método en ambos cursados fue ligeramente diferente por dos cuestiones: en 2013 el DI fue diferente al aplicado en 2014 y, entre otras cosas no se contaban aun con los instrumentos de evaluación que fueron descritos en este trabajo. Además, en la primera implementación, los equipos desarrollaron el EC sobre casos que correspondían a problemas de diferentes unidades temáticas y en 2014 se trabajó sobre una unidad temática.

Más allá de estas diferencias, los principales resultados que se han obtenido de la implementación del EC, junto con otros métodos dentro del contexto integrador del MFPC mediado por TIC vienen dados por dos aspectos importantes. Primero, lo efectuado hasta el momento ha permitido revisar la asignatura y las prácticas docentes. El enfoque en todas las actividades, ha estado centrado en el/la alumno/a y en la formación no solo del “saber-hacer cognitivo”, sino también en los “saberes-hacer gestuales y socio-afectivos” [8]. En este sentido el EC ha mostrado muy buenos resultados en el aprendizaje de los/las alumnos/as, movilizándolos en ellos competencias para el trabajo en equipo y la resolución de problemas próximos a la realidad profesional. En términos generales, estas cuestiones han impactado de manera positiva tanto en el aprendizaje como en las calificaciones de cada alumno/a, al ponderar una vez finalizado el cursado las competencias que fueron trabajadas.

En segundo término, lo realizado hasta el momento permite demostrar la viabilidad de implementar el EC como método dentro del MFPC mediado por TIC, desde la asignatura IO. Se considera este

un paso importante hacia un MFPC que pueda extenderse a otras asignaturas o al Plan de Estudios de la Carrera, más aún si se considera que para ese momento ya debieran estar definidas las Competencias Específicas de la terminalidad, cosa que en este proyecto debió desarrollarse, por lo menos de forma hipotética

4. CONCLUSIONES

Este trabajo expone la aplicación de una estrategia metodológica de enseñanza-aprendizaje, esta corresponde al método del EC. Partiendo de las Competencias Específicas de la Terminalidad (Ingeniería Industrial), las cuales no están definidas aún, pero se propone hipotéticamente una en este proyecto y de las Competencias Genéricas definidas por CONFEDI, se desarrolla una propuesta que implementa el EC como método para formar competencias en una unidad temática, dentro de la asignatura IO. Ya se disponen de experiencias implementación de este método en DI, en los cursos 2013 y 2014 de la asignatura, aunque dichas implementaciones y diseños muestran diferencias. Principalmente porque en la primera implementación es diferente la selección del caso a desarrollar por cada equipo de alumnos, lo cual conlleva objetivos de aprendizaje diferentes de acuerdo a la unidad temática relacionada al caso en cuestión. También son diferentes los instrumentos de evaluación, siendo más elaborada la propuesta del DI para el cursado 2014.

Estos cambios deben ser vistos como aproximaciones graduales hacia un MFPC para la asignatura IO, del cual hasta el momento se tienen resultados favorables y se muestra viable para sostenerse en el tiempo e incluso extenderse a otras asignaturas o al Plan de Estudios de la carrera. Sin embargo, por el volumen de trabajo y las transformaciones experimentadas en la asignatura, puede deducirse que este proceso no será fácil, debiendo efectuarse de manera gradual y posiblemente con ciertas simplificaciones respecto al MFPC que se desarrolla en este proyecto.

REFERENCIAS.

- [1] Ruiz de Vargas, Maritza; Jaraba Barrios, Bruno; Romero Santiago, Lidia (2005): "Competencias Laborales y la Formación Universitaria". *Psicología desde el Caribe*, N° 16. Universidad del Norte. Disponible en la web (acceso en julio de 2014): <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/viewFile/1996/1281>.
- [2] Villa Sánchez, Aurelio (Dir.); Poblete Ruiz, Manuel (Dir.); y otros. (2007). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Universidad de Deusto, Bilbao, España. Ediciones Mensajero. Bilbao, España.
- [3] Deißinger, Thomas; Hellwig, Silke (2011): *Structures and functions of Competency-based Education and Training (CBET): A comparative perspective*. Human Capacity Development (HCD) for Vocational Education and Training. 2da ed. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Mannheim, Alemania.
- [4] CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) (2007): *Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina*. Universidad Nacional de San Juan. San Juan.
- [5] CONFEDI (2014): *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad FASTA. Disponible en la web (Acceso en julio de 2014): http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf
- [6] Hillier, F. S., Lieberman, G. J. (2010): *Introducción a la investigación de operaciones*. México 9na ed. Mc Graw-Hill. México.
- [7] De Miguel Díaz, M. (Dir), Alfaro Rocher, I.J., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J.M., García Jiménez, E., Lobato Fraile, C., Pérez Boullosa, A. (2006): *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Oviedo. Ediciones de la Universidad de Oviedo, Oviedo, España.
- [8] Roegiers, X. (2007). *Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. Costa Rica. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional). San José, Costa Rica
- [9] Kowalski, Víctor A.; Erck, Mercedes I.; Enriquez, Héctor D.; Santander, Andrea G.; Hedman Graciela E.; Morales, Iván L. (2014). Propuesta de un modelo de formación por competencias en investigación operativa para ingenieros/as industriales. Aceptado para publicar en los Anales de XXVII Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa (ENDIO), XXV Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (EPIO). San Nicolás, Argentina.