

Formación de Competencias en Investigación Operativa utilizando el método del Estudio de Caso

Héctor Darío Enriquez, Víctor Andrés Kowalski, Mercedes Isolda Erck

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Oberá, Misiones, Argentina.

Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería.

Juan Manuel de Rosas 325, Oberá (3360), Misiones. enriquez@fio.unam.edu.ar.

Competency-Based Training in Operations Research using the Case Study Method

Resumen

La Formación por Competencias es una alternativa al modelo pedagógico tradicional, basado en la transmisión de contenidos. En la asignatura Investigación Operativa, en la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones se implementó un diseño instruccional por competencias. Se describe en este trabajo el diseño de uno de los instrumentos que fue utilizado para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura: el método de Estudio de Casos. Para el diseño instruccional se adoptaron las Competencias Genéricas propuestas por CONFEDI, junto con una competencia específica para la carrera especialmente desarrollada. El enfoque adoptado se centró en el alumno, y favoreció no solo a la formación de su “saber-hacer cognitivo”, sino también los “saberes-hacer gestuales” y “socio-afectivos”. El método del Estudio de Caso favoreció, entre otras competencias, al trabajo en equipo y la resolución de problemas próximos a la realidad profesional. El resultado de este trabajo fue un instrumento de enseñanza y aprendizaje basado en un Estudio de Caso y también se obtuvo un sistema de seguimiento y evaluación del proceso formativo.

Palabras Clave: Formación por Competencias, Métodos de Enseñanza, Estudios de Casos, Ingeniería Industrial.

Abstract

Competency-Based Training is an alternative to traditional pedagogical model which is based on contents transmission. In the subject Operations Research at Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM) an instructional design for competency training was implemented. This paper describes the design of one of the teaching-learning methods used in the subject: The Case Study. For the instructional design, the proposed Generic Competences by CONFEDI together with a specially developed Specific Competence for Industrial Engineering were adopted. The approach is learner-centered and benefits him or her, not only for developing his/her cognitive knowledge, but also for developing his/her gestural and social-affective knowledge. The Case Study Method benefits, among other competences, team-working and real problem-solving competences. The result of this work was a case study-based teaching-learning methodology and a monitoring and evaluation tool for the educational process.

Keywords: Competency-Based Training; Teaching-Learning Methodologies; Case Study; Industrial Engineering.

1. Introducción

Hasta hace algún tiempo, la formación de ingenieros e ingenieras se focalizó en la transferencia de contenidos teóricos y prácticos propios de su disciplina. Esto dio como resultado profesionales con limitaciones en muchos aspectos, como por ejemplo en la inserción en equipos de trabajo, en la comunicación oral y escrita, y en otras habilidades y actitudes necesarias para introducirse en el ejercicio profesional (Cárdenas, 2007).

Una alternativa para la formación de ingenieros e ingenieras es la Formación por Competencias (FPC), que a partir de mediados de la última década del siglo XX muestra una fuerte implementación en los diferentes niveles educativos en varios países (Tobón, 2013). La FPC es un proceso centrado en el estudiante y en el desarrollo de su autonomía. Según Tobón (Ibid.), hasta hace algunos años se podía conceptualizar como un enfoque, una mirada hacia los procesos educativos. Pero ahora, dados los avances teóricos y metodológicos, se puede hablar ya de un modelo pedagógico por competencias.

Por competencia, se entiende a “la concatenación de saberes, no solo pragmáticos y orientados a la producción, sino aquellos que articulan una concepción del ser, del saber, saber hacer, del saber convivir” (Cárdenas, op cit). Para Roegiers (2007), la competencia “es la posibilidad, para un individuo, de movilizar, de manera interiorizada, un conjunto integrado de recursos con miras a resolver una familia de situaciones-problemas”.

En Latinoamérica, la FPC se viene instalando en los sistemas educativos de varios países. En la última década, se produjeron ciertos eventos importantes que indican un camino a seguir para la educación de la ingeniería: a) En Argentina, 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, que alcanzaba a cinco terminales, entre las cuales estaba Ingeniería Industrial; b) 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; c) 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 (CONFEDI, 2014). Lo anterior demuestra avances en definiciones de competencias genéricas de egreso en las ingenierías, pero hasta el momento no han aparecido definiciones de competencias específicas para las diferentes terminales.

2. Modelo de Formación por Competencias para Investigación Operativa

¿Es posible abordar un modelo de FPC para la enseñanza y aprendizaje de Investigación Operativa a partir de las competencias de egreso definidas por CONFEDI?

Este interrogante, junto con un aspecto al que se le otorga gran importancia en la cátedra, que es el de la formación mediada por TIC, dio origen a un proyecto de investigación en la FI-UNaM entre 2011 y 2015, cuyo objetivo fue proponer un modelo instruccional basado en TIC que sea más efectivo en la formación de las competencias que se pueden desarrollar desde la cátedra (Kowalski et. al, 2014a).

La propuesta de CONFEDI clasifica las competencias de egreso en genéricas y específicas. Las primeras son las que se consideran comunes para todas las carreras de ingeniería, mientras que las otras serían comunes para ingenieros e ingenieras de una misma terminal. El esquema de CONFEDI propone 10 competencias genéricas, las cuales se clasifican en dos tipos: las “Tecnológicas” y las “Sociales, Políticas y Actitudinales”. Cada competencia a su

vez se desagrega en primer lugar en Capacidades Asociadas Integradas, las cuales a su vez se desagregan en Capacidades Componentes. Estas últimas sirven para explicitar la capacidad y diseñar estrategias de aprendizaje y evaluación (CONFEDI, 2014).

A pesar de las definiciones dadas, y tal como se dijo anteriormente, hasta el momento no se disponen de las competencias específicas, para el caso en cuestión, las competencias de egreso para la Ingeniería Industrial. Esta fue una limitación que debió sortearse para poder avanzar hacia el objetivo de la investigación. Entre varias alternativas posibles, se optó por ensayar una hipotética competencia de egreso para la carrera, sobre la base de los Alcances del Título vigentes y otra documentación relevante. De esta manera se logró un punto de partida hacia definiciones de las competencias para la asignatura (Kowalski, et al; 2014b). La competencia que se propuso para la carrera es la siguiente (Ibid.):

- 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.

Luego se propusieron cuatro posibles Elementos de Competencia, y en función de estos se propusieron las siguientes dos Competencias Específicas para la asignatura (Ibid):

- 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.
- 2) 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 realizó una selección de las mismas, de acuerdo a las características de la asignatura, para ser desarrolladas a lo largo del cursado.

Una vez definidos estos elementos cruciales, se siguieron otros pasos hacia la formulación de un modelo de FPC para la asignatura. A continuación se describen brevemente algunos de los pasos posteriores:

- Formulación de Capacidades Previas para la Asignatura, que se supone que los alumnos debieron alcanzar en asignaturas anteriores.
- Reformulación de Objetivos de cada Unidad Temática en términos de Capacidades Específicas. También se establecieron en cada Unidad Temáticas las competencias y/o capacidades previas, que los alumnos y alumnas debieron haber desarrollado en otras unidades o en asignaturas anteriores.
- Diseño de las Situaciones de Integración: Dicho diseño debe contemplar dos momentos principales de aprendizaje (Jabif, 2010): i) aprender los recursos, “saber qué” (conceptos), “saber cómo” (procedimientos), y “saber ser” (actitudes); y ii) participar en actividades de integración y de evaluación formativa, que permitan aprender cómo movilizar los recursos en situaciones complejas. Para el diseño de las situaciones de integración, se ha optado por la propuesta de Roegiers (op cit.), quien conceptualiza la situación problemática como “situación-problema” o “situación significativa”, en el sentido de un “conjunto

contextualizado que debe articularse de acuerdo a una tarea determinada”, y a diferencia de las situaciones profesionales reales, las situaciones académicas poseen “un carácter construido en la medida en que tiene lugar dentro de un conjunto planificado de aprendizajes.” También en ese momento debe haber un “bloqueo temporal de ciertas condiciones de la situación a partir de convenciones provisionales implícitas o explícitas” y “habrá, por ejemplo, menos datos parásitos que en una situación de vida, o los datos serán presentados dentro de cierto orden” (Ibid).

- Selección de las Modalidades y Métodos: Se siguieron las directrices y orientaciones de la propuesta de De Miguel (2006). La misma es una formulación para la elaboración de Planes de Estudio de diferentes títulos de grado (entre otros, títulos de Enseñanza Técnica) del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), pero con algunos recortes pudo ser utilizada para rediseñar la asignatura. Este autor propone un modelo cuyos elementos clave son: a) definir las competencias a formar; b) las modalidades organizativas; c) los métodos; y d) la evaluación (Ibíd.). Por “Modalidades”, se entiende 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”. En la propuesta adoptada, se distinguen entre actividades “presenciales” y “no presenciales, o de trabajo autónomo”. Se seleccionaron las siguientes (Kowalski et al., 2014a): a) Horario Presencial: Clases Teóricas, Clases Prácticas, Tutorías; b) Trabajo Autónomo: Estudio y Trabajo en Equipo, Estudio y Trabajo Individual. Los “Métodos”, son un “conjunto de decisiones sobre los procedimientos a 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” (De Miguel, op cit). Para la enseñanza y aprendizaje de Investigación Operativa, se seleccionaron diferentes métodos, combinándolos de diferentes maneras, de acuerdo a los objetivos de aprendizaje y las competencias a formarse en cada unidad temática (Kowalski et al, 2014a). Entre estos se seleccionó el Estudio de Caso, que en el siguiente apartado se detalla mediante la descripción de un instrumento que se utilizó en la asignatura.
- 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 (Roegiers, op. cit). 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...” (Villa y Poblete, 2007). Según los mismos autores, se debe tener en claro: a) “qué” se va a evaluar: se deben evaluar las Competencias Específicas y Genéricas trabajadas, posteriormente se deben detallar los indicadores de evaluación; b) “cómo” 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 deben ser variadas, de acuerdo a las competencias trabajadas; y c) “cómo” se calificará: deben definirse los criterios de evaluación y ponderación para la calificación final. Se debe adoptar un sistema que debe

“...reflejar una distribución equilibrada entre las distintas competencias trabajadas y las distintas técnicas empleadas al emitir la calificación final” (Ibíd.). En el diseño elaborado, se propuso la evaluación continua de las competencias, en diferentes instancias y utilizando diferentes instrumentos (Kowalski et al, 2014a). Para la evaluación se propuso la ponderación de las valoraciones efectuadas sobre las competencias que fueron trabajadas a lo largo del proceso formativo.

3. El Método de Estudio de Caso

Un Estudio de Caso (EC) 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 los posibles procedimientos alternativos de solución” (De Miguel, op cit). 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 puede utilizarse en cualquier disciplina para dar respuesta a las preguntas de investigación para las que se utilice.

Se trata de una estrategia de aprendizaje activo y auto-dirigido, que se potencia en el sentido de que “el aprendizaje se produce cuando el estudiante es retado ante un problema y se esfuerza por buscar una solución... es el alumnado el que accede al autoaprendizaje dirigido accediendo a las fuentes de información, técnicas y conocimientos a través de un caso o problema concreto”, en este contexto, el docente es un “mero facilitador”, un “intermediario proveedor de conocimiento” (Guisasola y Garmendia, 2014). El enfrentar a los alumnos y alumnas a un problema o situación profesional, les produce la activación de un “proceso de formación de conocimiento auto-dirigido, colaborativo y contextual” (Ibid). Como estrategia de aprendizaje colaborativo, la participación de los estudiantes en grupos, el importante papel que juega la responsabilidad compartida, la interacción cara a cara, el procesamiento y autoevaluación grupal, generan en ellos nuevos conocimientos, habilidades y actitudes, en un contexto de aprendizaje significativo (Powell y García, 2006).

Este método presenta ciertas similitudes con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), otro método de aprendizaje activo y colaborativo. Pero mientras en el ABP se inicia el proceso de aprendizaje con un problema, y a partir de éste los estudiantes deben determinar lo que necesitan saber y buscan y aprenden los recursos necesarios, en el EC los estudiantes utilizan recursos previamente suministrados, los cuales deben articularlos para abordar una situación-problema diseñada para imitar la práctica profesional real (Marin, 2006).

Para instrumentar un EC como método formativo, De Miguel (op cit.) propone el siguiente diseño:

- 1) Selección de estrategia didáctica. Se diferencian tres modelos en función de sus propósitos:
 - a) Centrado en el análisis de casos, donde se analizan las soluciones de los expertos. En estas situaciones, no se solicita a los estudiantes que generen soluciones sino que analicen el problema, propongan un posible procedimiento, identifiquen las variables más relevantes, u otra actividad similar;
 - b) Centrado en la aplicación de principios, donde los estudiantes se ejercitan en la aplicación de normas en cada caso;
 - c) Centrado en el entrenamiento, en la resolución de situaciones. Los estudiantes deben analizar la situación, valorar la decisión tomada por el protagonista, o bien tomar ellos la decisión que consideren más apropiada, poniéndose en el rol de decisores o de analistas.
- 2) Selección del caso. Se selecciona un caso (o más), que debe ser atrayente y responder a objetivos temáticos. En su tipología, se distinguen: Casos únicos (típicos, excepcionales,

etc.); múltiples (comparables, extremos, etc.); simulaciones; experiencias propias y narraciones.

3) Etapas para el desarrollo:

- i) Presentación y familiarización inicial con el tema. Se inicia el estudio analizando las consignas y buscando clarificar el tema.
- ii) Análisis. Identificar y formular problemas, búsqueda de respuestas parciales y totales a los mismos.
- iii) Conclusiones y recomendaciones. En forma cooperativa y con reflexión individual, deben plantearse alternativas que faciliten la toma de decisiones

Por las características de este método de aprendizaje activo, auto-dirigido y colaborativo, puede aplicarse en la formación de competencias específicas y genéricas. De acuerdo a De Miguel (op. cit), las competencias a desarrollar se pueden agrupar en: a) Conocimientos (generales para el aprendizaje, vinculados a la materia, vinculados al campo profesional); b) Habilidades y destrezas (Intelectuales, de comunicación, interpersonales, de organización y gestión,); c) Actitudes y valores (de desarrollo profesional autónomo y compromiso personal).

En cuanto a la evaluación, la misma depende de los objetivos se persigan. La misma debe ser continua y procesual, y los estudiantes deben conocer por adelantado los criterios e instrumentos de evaluación (Ibid).

4. Instrumento para el Estudio de Caso de Investigación Operativa

Este método fue seleccionado para la enseñanza y aprendizaje de una unidad temática de la asignatura: “Modelos de Inventario” (MI). En esta actividad, los alumnos y alumnas en equipos estudiaron una situación problemática empresarial real asignada por la cátedra. Se detalla cómo fue el diseño del instrumento, su implementación, evaluación y sus resultados.

4.1. Formulación de Objetivos de la Unidad Temática N°11: Modelos de Inventario

4.1.1. Capacidades previas

Al momento de comenzar el EC, los estudiantes debieron desarrollar diversas capacidades, en unidades y en asignaturas anteriores. Previamente a esta actividad, en una clase magistral se les suministraron recursos sobre el tema en cuestión y resolvieron problemas sencillos con la asistencia de los docentes. Como parte de estos recursos, también se les suministraron tutoriales de modelado y resolución de problemas de inventario utilizando soportes informáticos.

Algunas capacidades previas importantes son: i) Interpretar la metodología de la Investigación Operativa (IO) y su importancia en la toma de decisiones; ii) diferenciar el proceso de toma de decisiones a través de la intuición del proceso de toma de decisiones a través del modelado...;v) identificar incertidumbres en situaciones problemáticas...; viii) interpretar conceptos básicos de probabilidad y estadística...; ix) utilizar hojas de cálculo electrónicas...; xi) comprender los principios de la administración de inventarios; xii) identificar una situación problemática y relacionarla con los MI; xiii) resolver manualmente modelos de inventarios sencillos.

4.1.2. Capacidades a desarrollar

Tomando como punto de partida las competencias específicas que fueron formuladas para la IO, las capacidades previas a la Unidad Temática (UT), los contenidos de la UT, la situación problema que se les planteó y las competencias que los estudiantes desarrollarían al movilizar

ciertos contenidos de la UT para resolverla, junto con las competencias que pueden facilitarse mediante el EC, se formularon las siguientes capacidades a alcanzar: a) Modelar conceptualmente problemas de inventarios; b) Modelar analíticamente problemas de inventarios; c) Modelar problemas de inventarios utilizando soporte informático (SI); d) Resolver modelos de inventarios utilizando SI; e) Interpretar los informes de respuesta obtenidos del SI; f) Evaluar situaciones alternativas.

Cada una de estas capacidades se asoció a ciertas capacidades componentes. Las capacidades “a” y “b” contribuyen a la formación de la primer competencia específica propuesta para la IO (Formular modelos matemáticos de situaciones problemáticas...), mientras que las “c”, “d”, y “e”, se articulan con la segunda competencia (Obtener soluciones de los modelos matemáticos interpretando los resultados...). Estas dos, por la naturaleza de la asignatura están ligadas a su vez con algunas de las Competencias Genéricas Tecnológicas propuestas por CONFEDI, con una fuerte relación con la de “Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”.

Resulta evidente que este método tiene gran potencial para desarrollar ciertas Competencias Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales (Soc. Pol. y Act.) de la propuesta de CONFEDI. Junto con las capacidades anteriores, se seleccionaron otras que los estudiantes pudiesen desarrollar con este método y que fueron evaluadas, las cuales estuvieron relacionadas con las siguientes Competencias Genéricas: i) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; ii) Comunicarse con efectividad; iii) Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social (...); iv) Aprender en forma continua y autónoma.

4.1.3. Consignas

Para abordar EC, los alumnos y alumnas, en equipos pequeños (de entre cuatro y cinco integrantes) debieron estudiar una situación problemática real, siguiendo una guía proporcionada por la cátedra. Una vez asignados los casos, cada equipo debió interiorizarse en el funcionamiento de la empresa y delimitar el o los problemas para proceder a su estudio. Todo lo anterior, sumado a la necesidad de la recolección y tratamiento de los datos, llevó a que se hayan enfrentado a una situación mucho más abierta que aquellas a las que estaban acostumbrados a resolver.

Se definieron tres etapas para llevar a cabo el EC, adaptando las fases propuestas por De Miguel (op cit.). Al finalizar cada una de estas etapas debieron presentar un informe. Las consignas en cada etapa fueron:

Etapas 1 - Presentación de propuestas y organización del equipo: Se asignó un problema a cada equipo de estudiantes. Se les solicitó la presentación de 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.

Etapas 2 - Análisis detallado del caso: Incluyó todo el desarrollo para dar respuesta a los objetivos; recolección y procesamiento de los datos necesarios; procedimientos de solución; resultados obtenidos y conclusiones (totales o parciales).

Etapas 3 - Presentación final: Presentación escrita y oral que condensó todo el desarrollo del trabajo, siguiendo un formato dado por la cátedra. Cada equipo debió socializar su trabajo frente al resto de sus compañeros y docentes de la asignatura, con una presentación cuya duración no pudo excederse de 20 minutos por equipo. Posteriormente se realizaron preguntas de análisis e interpretación sobre lo realizado.

4.1.4. Evaluación

La evaluación fue continua y formativa, con devoluciones en cada etapa o avance, y una evaluación final. En cada instancia se evaluaron las competencias alcanzadas por todo el equipo. En función de las capacidades que fueron definidas, se combinaron diferentes instrumentos y técnicas de evaluación: presentaciones de informes (parciales y finales), autoevaluaciones y coevaluaciones, y observación sistemática en la presentación oral. En la figura N°1 se muestra un fragmento del instrumento utilizado para la evaluación de la Etapa 1 (Primer avance: informe escrito).

Se diseñaron instrumentos similares para las Etapas 2 (Segundo avance: informe escrito) y 3 (Presentación final: informe escrito y presentación oral). Con estos instrumentos se registraron las observaciones realizadas sobre los informes, las observaciones hechas por el profesor en modalidad de tutorías (para los primeros dos avances) y la observación sistemática de la presentación oral del trabajo terminado. Se trata de una lista de comprobación, en la cual en la columna de la izquierda aparecen las capacidades que pudieron desarrollarse hasta la etapa en cuestión (por ejemplo en la Etapa 1: una capacidad componente de competencia específica y tres capacidades componentes cada una de una competencia genérica Soc. Pol. y Act.), junto con indicadores con los que se buscó traducir las capacidades en distintas evidencias observadas en las presentaciones de cada avance (como ser: observaciones obtenidas de los informes, observaciones del desempeño del equipo en las tutorías, del desempeño del equipo en la presentación oral, u otros datos). En las columnas siguientes se encuentran las celdas donde se indica la valoración hecha sobre cada capacidad, en una escala donde: N= No realizado/no contestado; M= Nivel de logro no alcanzado; R= Insuficiente nivel de logro; B= Buen nivel de logro, con pequeñas dificultades (no insalvables) y E= Excelente nivel de logro. Dentro de cada celda se encuentra una descripción de la interpretación que debió realizarse sobre cada indicador, para la evaluación de cada capacidad. Posteriormente, se integraron los instrumentos para evaluar las presentaciones de las tres etapas en uno solo, que permitió monitorizar la evolución de cada equipo en la formación de las competencias.

Capacidades	Capacidades asociadas	Indicadores	Escala de evaluación					EQUIPO A
			N	M	R	B	E	
Modelar conceptualmente problemas de inventarios	Identificar una situación problemática y relacionarla con uno o más modelos vistos en la asignatura.	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	B
		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	B
	Reconocer los inputs para abordar un modelo de inventarios y las fuentes para obtenerlos	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	E
		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	B
	Interpretar los outputs de un modelo	Identifican los resultados que podrán obtener al finalizar el estudio	No responden la consigna	Los resultados no coinciden con el problema/modelo	Los resultados a obtener no se expresan adecuadamente	Identifican los resultados más relevantes	Identifican los resultados y los definen correctamente	E

Figura N°1 Fragmento del instrumento de evaluación de la Etapa 1 del EC

4.1.5. Calificación

La calificación integró observaciones recolectadas con los diferentes instrumentos, como el que se mostró anteriormente, que permitieron obtener información sobre el grado de avance en las capacidades que se fueron desarrollando junto con el EC. De esta forma dicha calificación, expresada en forma numérica tal como exige la normativa vigente en la Universidad, no provino de una evaluación “final”, en el sentido de una observación del producto final del proceso (en la Etapa 3: Informe escrito y presentación oral), sino que fue una evaluación contemplando el proceso completo, que incluyó la evolución y el nivel de logro de las capacidades evaluadas. De ninguna manera, condujo esto a una suma o promedio de “E”, “B”, “R”, “M”, “N”. Mediante un examen integral del proceso, pudo interpretarse sin dificultad los datos contenidos en los renglones, para poder decidir si cada una de las competencias fue alcanzada o no por cada equipo, y en qué grado.

5. Resultados

El EC como método de enseñanza en la asignatura IO se viene utilizando desde cursados anteriores a la implementación del modelo de FPC. Desde el comienzo los resultados obtenidos fueron muy buenos, porque el EC permitió movilizar en los alumnos y alumnas competencias para el trabajo en equipo y la resolución de problemas próximos a la realidad profesional. Pero desde que se rediseñó en el marco del modelo de FPC las producciones y evaluaciones de los alumnos y alumnas han mejorado. Con este nuevo diseño, el enfoque se centró en el/la alumno/a y en la formación de no solo del “saber-hacer cognitivo”, sino también en los “saberes-hacer gestuales” y “socio-afectivos”.

Se obtuvo un procedimiento viable para diseñar e implementar un instrumento basado en el EC para formar competencias en la IO. Pero también se obtuvo un sistema de seguimiento y evaluación del proceso de formación por competencias, lo cual es muy valioso porque la evaluación suele ser el aspecto más complejo en este tipo de experiencias y es allí donde los profesores suelen mostrar deficiencias y desconocimiento de técnicas para poder evaluar adecuadamente las competencias (Villa y Poblete, op cit).

Conclusiones

La Formación por Competencias es una alternativa al modelo pedagógico tradicional basado en la transmisión de contenidos, que muestra serias deficiencias en la formación de ingenieros e ingenieras en el contexto profesional actual. Este trabajo establece un procedimiento de diseño o rediseño de un instrumento de enseñanza y aprendizaje de IO utilizando el EC. Esta propuesta toma como punto de partida las Competencias Genéricas propuestas por CONFEDI, el cual posiblemente sea en un futuro no muy lejano el marco referencial para la elaboración de planes de estudio y programas de asignaturas. Pero también toma en consideración una competencia específica para la carrera de Ingeniería Industrial y dos competencias específicas para la IO. Este aspecto es sumamente relevante, porque las competencias específicas de la terminal aún no están definidas, pero de todas maneras se logra un instrumento con aplicación factible y exitosa, dentro de un diseño instruccional por competencias también en funcionamiento. Otro producto importante es un sistema implementado de seguimiento y evaluación de la propuesta.

Referencias

Cárdenas Lucero, Luis. (2007). Construcción y validación de instrumentos de medición de habilidades para la evaluación y mejora de la calidad educativa bajo el modelo Abet, de la

escuela de Ingeniería Industrial de la USMP. *Revista Cultura* (21), pp. 119-174. Recuperado de http://www.fcctp.usmp.edu.pe/cultura/imagenes/pdf/21_06.pdf.

Anónimo, Documentos de CONFEDI, (2014), *Competencias en Ingeniería*. Recuperado de <http://www.biblioises.com.ar>.

De Miguel Díaz, M. (Ed). (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Oviedo, España: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

Guisasola Aranzabal, G., y Garmendia Mujika, M, (2014), *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad*, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua.

Jabif, Liliana (2010). Competencias y situaciones: un matrimonio inseparable. *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias (REDEC)*, vol. 2 (6), p. 4 -22. Recuperado de <http://redec.utralca.cl/index.php/redec/article/download/48/51>

Kowalski, V.A., Erck, M. I., Enriquez, H.D., Santander, A.G., Hedman G.E. y Morales, I. 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)*. Recuperado de http://www.epio.org.ar/attachments/187_xxviiendioxxvepio201_submission_10%20PRE-ANAL.pdf

Kowalski, V., Erck, M., Enriquez, H., Santander, A., y Morales, I. Aceptado para publicar en los *Anales de VII Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2014*.

Marín Trechera, L. M, (2006), *Aprendizaje basado en Problemas: Una experiencia en la UCA. Jornadas de Trabajo sobre Experiencias Piloto de Implantación del Crédito Europeo en las Universidades Andaluzas*. Recuperado de: <http://www2.uca.es/orgobierno/rector/jornadas/documentos/015.pd>

Powell Franco, A. L., y García Álvarez, C. (2006). Enseñando psicología con técnicas didácticas avanzadas: el método de casos y el de aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e investigación en Psicología*, 11(2), 227-238. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29211202>

Tobón Tobón, S., (2013), *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Roegiers, X., (2007), *Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*, San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional).

Villa Sánchez, A.; Poblete Ruiz, M. (Eds), *Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Bilbao, España: Ediciones Mensajero.