

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

CONSECUENCIAS DE LA APLICACIÓN DE UN MODELO PARA FORMAR INGENIEROS INDUSTRIALES COMPETENTES¹

Víctor Andrés Kowalski², Isolda Mercedes Erck³, Héctor Darío Enriquez⁴.

¹ Resultados de Proyecto de Investigación

² Docente Investigador, Facultad de Ingeniería (UNaM) kowal@fio.unam.edu.ar

³ Docente Investigador, Facultad de Ingeniería (UNaM) erck@fio.unam.edu.ar

⁴ Docente Investigador, Facultad de Ingeniería (UNaM) enriquez@fio.unam.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Luego de un poco más de un cuarto de siglo de la Declaración de Bolonia, mediante la cual fue impulsado el Proyecto Tuning en la Unión Europea, se instala en la Educación Superior la Formación por Competencias (FPC). En esta dirección, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de la Argentina propuso en 2007 un total de diez Competencias Genéricas, divididas en cinco Competencias Tecnológicas e igual cantidad de Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales (CONFEDI, 2007), para la formación de ingenieros. En noviembre de 2013 se suscribió la “Declaración de Valparaíso” (Anónimo, 2014), donde la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) adoptó como propia la síntesis de competencias genéricas de egreso acordadas por CONFEDI. Este hecho señaló un camino de consolidación de toda acción enfocada a orientar la formación de ingenieros hacia la FPC.

Un equipo docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones comenzó con una serie de experiencias piloto que derivaron en la implementación de un proyecto de investigación, desarrollado entre 2011 y 2014, mediante el cual se formuló y aplicó un Modelo de FPC (MFPC) en forma exitosa en la asignatura Investigación Operativa (IO) de la carrera de Ingeniería Industrial.

La compleja y dinámica problemática involucrada implicó revisar conceptos y enfoques, que van desde la polisemia instalada sobre el significado de las competencias, hasta las cotidianas prácticas docentes. Destacamos algunos autores como Tobón (2013), Roegiers (2007), Perrenoud (2002), Sacristán (1999), Le Boterf (2010) Mastache (1999), De Miguel Díaz et al. (2006), Pozo y Echeverría (2009), Valderrama Vallés (2009), Villa Sánchez y Poblete Ruíz (2007), Brousseau (2002).

Los resultados han mostrado que una formulación y aplicación adecuada de un MFPC debe cimentarse sobre tres pilares: definición de las competencias a formar, selección de modalidades y métodos de enseñanza o mediación pedagógica, y determinación de cómo evaluar las competencias. También han mostrado que no necesariamente debe concebirse como un cambio radical de las actividades docentes.

Sin embargo, que no exista un cambio radical hacia un nuevo modelo para la formación de ingenieros, no significa que no existan consecuencias, tanto para los alumnos como para los

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

docentes. Estas consecuencias deben quedar explícitas y ser asumidas por los actores de los procesos educativos, inclusive antes de enfrentar cambios pedagógicos. De lo contrario pueden alterarse los actuales modelos de formación, si es que de alguna manera pueden ser denominados, provocando más efectos negativos que positivos. Por ello, el objetivo del presente trabajo es presentar las consecuencias, particularmente para el cuerpo docente, que deben ser tenidas en cuenta al momento de iniciar un camino hacia la FPC.

METODOLOGÍA

El método utilizado fue el cualitativo dentro del paradigma pragmático porque el foco de la investigación estuvo puesto tanto en un proceso como en el desarrollo e implementación de un programa (Mertens, 2010). El tipo de investigación se enmarcó en la Investigación Participativa Cooperativa, que según Mertens (op. cit.) implica que los co-investigadores identifican un problema para investigar juntos, implementan sus procedimientos de investigación en la vida cotidiana y el trabajo, revisan e interpretan los datos y sacan conclusiones para el cambio en la práctica o la necesidad de investigaciones adicionales. En tanto las estrategias de investigación utilizadas fueron el Estudio de Caso (Vasilachis, 2006) y Análisis de la práctica Interpretativa (Denzin y Lincoln, 2005).

Las técnicas comprendieron el Análisis de Documentos, Entrevistas en profundidad, Encuestas estructuradas y semi-estructuradas, la Observación, los Registros de campo y los Grupos de Discusión. Finalmente se utilizó la técnica de triangulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El MFPC final propuesto fue el siguiente:

1. Definición de las competencias a formar.
2. Formulación del Diseño Instruccional.
3. Establecimiento del sistema de evaluación por competencias.
4. Estructuración del Curso.
5. Aplicación de un Primer DI y Evaluación de su Impacto.
6. Revisión del DI y Aplicación de uno nuevo.
7. Proseguir con la Mejora continua.

De las competencias de egreso formuladas para la carrera, aquella en la cual intervienen las competencias específicas de IO, es la siguiente:

[Modelar] (Verbo de Desempeño) [Sistemas de Producción de Bienes y Servicios vigentes] (Objeto de Conocimiento) [para analizar su desempeño, proponer alternativas de mejora, incrementar su productividad y rentabilidad, y optimizar la utilización de recursos escasos,] (Finalidades) [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] (Condiciones de Referencia).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Las dos Competencias formuladas para IO, han sido:

A: [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].

B: [Obtener] [soluciones de los Modelos Matemáticos] [interpretando los resultados para transformarlos en información útil para la Toma de Decisiones] [contemplando variabilidades y contingencias].

Las competencias genéricas de egreso seleccionadas para trabajar fueron, de acuerdo a la nomenclatura propuesta por (CONFEDI, op. cit.): 1) Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; 4) Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería; 6) Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; 7) Competencia para comunicarse con efectividad; 8) Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Las competencias formuladas, tanto para la carrera como para IO, reúnen los cuatro elementos mínimos, que surgen de los referenciales propuestos por Tobón (op. cit.) y Valderrama Vallés (op. cit.), para ser completa: verbo de desempeño, objeto de conocimiento, cuatro finalidades y tres condiciones de referencia. El enfoque sistémico que marca el adjetivo “integrado” es quien relaciona con las conceptualizaciones del término competencia, en cuanto a la necesidad de movilizar articuladamente recursos para resolver situaciones (Roegiers, op. cit.), con un tratamiento integral, o “combinatorio” en el sentido que propone Le Boterf (op. cit.). En tanto el adjetivo “vigente” es el que muestra la concordancia con la propuesta de ASIBEI y de CONFEDI, en cuanto a la “delimitación de la formación de grado”, y que diferencia a las competencias de egreso de las competencias profesionales.

Además, las condiciones de referencia muestran que también se articulan las competencias genéricas, que son cruciales para formar un profesional competente en el sentido amplio. En este sentido Villa Sánchez y Poblete Ruíz (op. cit.) afirman que “... al trabajar en el aprendizaje de determinadas competencias conviene ser consciente de que se desarrollan otras”.

La primer consecuencia que surge aquí es que se deben abandonar definitivamente los modelos centrados en la pedagogía por contenidos, que subyacen implícitamente en el actual sistema de formación de ingenieros, muy relacionado con el enfoque taylorista, poniendo “énfasis en los saberes eruditos, teóricos y metodológicos” (Perrenoud, 2002). En este modelo, como sostiene Sacristán (op. cit.), “los objetivos de la enseñanza no son un capítulo a considerar dentro de la teoría del currículo o de la enseñanza, sino que toda esa teoría es un puro instrumento para el logro de unos objetivos al margen de ella”.

En función de la especificidad de la asignatura y de las competencias, capacidades y sub-capacidades establecidas se han adoptado las siguientes Modalidades y Métodos (Kowalski et al, op. cit.), de acuerdo al referencial propuesto por De Miguel Díaz (op. cit.). Modalidades: Horario

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Presencial: Clases Teóricas, Clases Prácticas, Tutorías, Estudio y Trabajo Autónomo, Estudio y Trabajo en Equipo. Métodos: Método Expositivo/Lección Magistral, Estudio de Casos, Resolución de Ejercicios y Problemas, Formación Experimental y Aprendizaje Cooperativo.

Las modalidades y métodos no pueden ser seleccionados independientemente de las competencias a formar, lo cual lleva a la segunda consecuencia: revisión de las prácticas cotidianas, muchas veces asumidas por “tradiciones” o por “comodidades”. Villa Sánchez y Poblete Ruíz (op. cit.) afirman que “Se requiere del profesorado un compromiso con el cambio, una actitud positiva hacia el desaprendizaje de rutinas y costumbres anteriores que deben ser reemplazadas con otras nuevas”. No obstante esto no necesariamente implica un cambio radical, sino como consecuencia de la revisión de su quehacer el docente debe “reorganizar los distintos elementos metodológicos de tal forma que nos permitan alcanzar las competencias que se establecen como aprendizajes a adquirir por los alumnos” (De Miguel Díaz et al., op. cit.).

El Sistema de Evaluación incluyó Técnicas e Instrumentos. Técnicas de Evaluación: pruebas orales (presentación de temas-trabajos en equipo), evaluaciones escritas parciales (pruebas de ejecución de tareas reales o simuladas) individuales y formación experimental, otras pruebas de ejecución (problemas básicos donde los algoritmos se resuelven “a mano”, modelado y optimización mediados por software, etc.) individuales, técnicas de observación por el profesor bajo la modalidad de tutoría, técnicas de observación sistemática para presentaciones orales y trabajo en grupo, carpeta de evidencias (portafolio), sesiones de estudio complementarias. Instrumentos de Evaluación: pruebas objetivas, informe de práctica (sobre ejecución de tareas reales y/o simuladas, memorias), cuestionarios de co-evaluación, cuestionarios de autoevaluación, mapas conceptuales y mentales, videos y foros de discusión. Cabe señalar aquí que un MFPC presenta dos momentos principales de aprendizaje. En primer lugar aprender los recursos: saber qué (conceptos), saber cómo (procedimientos), y saber ser (actitudes), seguido de la participación en actividades de integración y de evaluación formativa que permiten aprender cómo movilizar los recursos en situaciones complejas (Jabif, 2010).

Por esta razón, la evaluación en un MFPC debe orientarse a determinar si el alumno es competente, o no, para el ejercicio de la/s competencia/s que se han pretendido formar. En esta dirección, el referencial propuesto por Roegiers (op. cit.) para el Diseño de las Situaciones de Integración (SI), constituye un marco muy preciso, especialmente en el ámbito de la formación de ingenieros. Este referencial está constituido por tres ejes: las “características de una situación” (integración, producción esperada del alumno y rasgos de situación a-didáctica), los “constituyentes de una situación” (soporte, tarea y consigna), y finalmente el “carácter significativo de una situación”. El último eje es el que lleva al alumno a movilizar sus saberes, le plantea un desafío a la medida de sus posibilidades, le es directamente útil o funcional, pone en evidencia la utilidad de los diferentes saberes, interroga al alumno sobre la construcción del conocimiento, le permite explorar las fronteras de los campos de aplicación de esos saberes, pone en evidencia las diferencias entre la teoría y la práctica así como el aporte de las diferentes disciplinas y le permite al alumno medir la distancia entre lo que sabe para resolver una situación compleja y lo que todavía tiene que aprender. El concepto de situación a-didáctica referido es el que plantea Brousseau (op. cit.).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Asumiendo que “las competencias laborales se desarrollan efectivamente en la reflexión sobre una acción real” (Mastache, op. cit.) el diseño de las SI debe orientarse a circunstancias que simulan la experiencia profesional. Dicha simulación debe aproximarse lo más posible a la experiencia profesional, y muchas veces esto no implica presentar SI más complejas sino formularlas de manera que se asemejen a una circunstancia real. En términos pragmáticos no implica simplemente reformular el “enunciado del problema”, sino construirlo y resignificarlo desde otro enfoque.

Más allá de la solidez de la propuesta de Roegiers, cabe destacar que debe ser aceptada como directrices para el diseño de SI y no un check-list a cumplir. Las SI son una meta a las que solamente puede llegar a enfrentarse el alumno una vez que haya internalizado los diferentes recursos que se articulan y movilizan en las SI. Esto implica llegar a través de una gradualidad cuidadosamente planificada por el docente, así como de la revisión y reflexión permanentemente de sus alcances e implicancias, y no caer en la trampa de diseñar SI cuyos resultados sean opuestos a los objetivos perseguidos. De aquí surge la tercera consecuencia, que en general es la más importante y la más compleja de resolver por los docentes de carreras de ingeniería. Por un lado implica redefinir el objetivo de la evaluación enfocándola en competencias y no en meros contenidos. Además, como sostiene De Miguel Díaz et al. (op. cit.), la evaluación pasa a ser auténtica, referida al criterio, continua y formativa, el docente deja de tener el monopolio de la misma, y debe haber un mestizaje de instrumentos para que se puedan alcanzar las metas propuestas.

CONCLUSIONES

La sociedad actual demanda profesionales competentes, y las Instituciones de Educación Superior tienen una indelegable responsabilidad social en este sentido. Ya es tiempo de cambiar la formación de ingenieros como simples modelistas, calculistas o proyectistas, a ingenieros competentes social, política y actitudinamente.

El Modelo de Formación Por Competencias se transforma en herramienta válida para alcanzar el nuevo perfil profesional demandado.

Un Modelo de Formación Por Competencias no implica un cambio radical, con respecto a los actuales modelos de formación, si es que alguna manera pueden ser denominados.

Un Modelo de Formación Por Competencias implica un re-enfoque y una reorganización de lo vigente.

Esta revisión y re-significación de lo que actualmente se hace tiene consecuencias que deben ser asumidas inclusive antes de enfrentar cambios pedagógicos.

Un Modelo de Formación Por Competencias conduce inevitablemente a la continua reflexión sobre las prácticas docentes para asegurar un aprendizaje significativo e integrador.

Lo anterior conduce a un necesario cambio del rol del docente, cambio que no pasa por la profundización y/o actualización de contenidos (lo cual también es necesario), sino en aspectos relacionados a la pedagogía, particularmente la de integración, así como también una buena dosis de creatividad.

PALABRAS CLAVE

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Formación por Competencias; Ingeniería Industrial; Pedagogía de la Integración; Situaciones de Integración; Investigación Operativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÓNIMO. Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería. 1a ed. Mar del Plata: Universidad Fasta, 2014.
- BROUSSEAU, Guy. Theory of didactical situations in mathematics. Didactique des mathématiques, 1970-1990. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería). Competencias Genéricas: Desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina. San Juan: Universidad Nacional de San Juan, 2007.
- DE MIGUEL DÍAZ, Miguel. (Dir). 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, 2006.
- DENZIN, Norman. K.; LINCOLN, Ivonna S.. The Sage Handbook of Qualitative Research 3rd. ed. California, London, New Delhi: SAGE Publications, 2005.
- Jabif, Liliana (2010). Competencias y situaciones: un matrimonio inseparable. Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias (REDEC). N° 6 – Vol. 2 – Universidad de Talca. Talca.
- LE BOTERF, Guy. Professionnaliser. Construire des parcours personnalisés de professionnalisation. 6 ed. Paris: Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles, 2010.
- KOWALSKI, Víctor Andrés; ERCK, Mercedes; ENRIQUEZ, Héctor Darío. Propuesta de un Modelo de Formación por Competencias en Investigación Operativa para ingenieros/as industriales. In, VIVAS, José Luis, et al. 1a ed. Anales XXVII Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa y XXV Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. Argentina. Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa, 2014.
- MASTACHE, Anahí. Formar personas competentes: desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales. Buenos Aires: Noveduc, 2009.
- MERTENS, Donna. Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods. 3rd. ed. California, London, New Delhi: SAGE Publications, 2010.
- Perrenoud, Philippe. Construir Competencias desde la Escuela. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones, 2002.
- POZO, Juan Ignacio; PÉREZ ECHEVERRÍA, María del Puy. Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias. Madrid: Morata, 2009.
- ROEGIERS, Xavier. Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. 1a ed. San José: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECL. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional), 2007.
- SACRISTÁN, Gimeno J. La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia. 6a ed. Madrid: Morata, 1990.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

TOBÓN, Sergio. Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. 4a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.

VALDERRAMA VALLÉS, Elena (Coord.). (2009). Guía para la evaluación de competencias en los trabajos de fin de grado y de máster en las ingenierías. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2009.

VASILACHIS, Irene (Coord.). (2006). Estrategias de Investigación Cualitativa. Barcelona: Gedisa.

VILLA SÁNCHEZ, Aurelio; POBLETE RUIZ, Manuel. (Dir.). Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Universidad de Deusto, Bilbao: Ediciones Mensajero, 2007.