

Artículo No. 07: *Erck et al.* (2017). La Formación Experimental en el contexto de la Formación por Competencias de Ingenieros Industriales. *Semilleros*, 4 (7), 103-115.

La Formación Experimental en el contexto de la Formación por Competencias de Ingenieros Industriales

Experimental Training in the context of Competency-Based Training of Industrial Engineers

Isolda Mercedes Erck¹, Héctor Darío Enriquez²,
Iván Santelices Malfanti³, Víctor Andrés Kowalski⁴

Resumen. La Formación Experimental asociada a las prácticas de laboratorios en ambientes reales limita su potencial en la formación del Ingeniero Industrial. En este marco la Formación por Competencias presenta una oportunidad para generar respuestas y delinear estrategias acordes con cada disciplina y su contexto institucional. Particularmente, para la Ingeniería Industrial en Argentina, es un requisito cumplir con ciertas horas mínimas de Formación Experimental para cumplir con los estándares de calidad de los procesos de acreditación. Este trabajo presenta un estudio exploratorio sobre la situación de la Formación Experimental en las carreras de Ingeniería Industrial que han desarrollado con éxito los procesos de acreditación. Los resultados preliminares señalan que la actual Formación Experimental en carreras acreditadas no necesariamente es una garantía de las competencias que realmente precisa el futuro graduado.

Palabras clave: *Formación experimental, Ingeniería Industrial, Formación por Competencias.*

Abstract. The Experimental Training associated with laboratory practices in real environments limits their potential in the formation of Industrial Engineering. Within this framework, Competency-Based Training presents an opportunity to generate responses and outline strategies according to each discipline and institutional context. Particularly for Industrial Engineering in Argentina, it is a requirement to meet certain minimum hours of Experimental Training to meet the quality standards of the accreditation process. This paper presents an exploratory study on the situation of the Experimental Training in industrial engineering careers that have successfully passed the accreditation process. Preliminary results indicate that the current Experimental Training in accredited courses is not necessarily a guarantee of the competencies that really needs the future graduate.

Key Words: *Experimental training, Industrial Engineering, Competency-based training.*

^{1, 2, 4} Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Oberá, Misiones, Argentina. E-mail: erck@fio.unam.edu.ar, enriquez@fio.unam.edu.ar, kowal@fio.unam.edu.ar,

³ Universidad del Bío Bío, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Concepción, Chile. E-mail: isanteli@ubiobio.cl

INTRODUCCIÓN

La Práctica de Laboratorio o Formación Experimental (FE) ha sido una de las características distintivas en toda formación de ingenieros en las instituciones de educación superior. En este sentido Wankat y Oreovicz (1992) comienzan uno de los capítulos de su libro *Teaching Engineering* con la siguiente sentencia de Eastlake “Ingeniería sin laboratorios [ni diseño] es una disciplina diferente. Si cortamos los laboratorios [y el diseño] se podría cambiar el nombre por el de Matemáticas Aplicadas” complementándola con que “las actividades de diseño y de laboratorio son el corazón de una enseñanza de la ingeniería”, sin que por ello se implique que las Matemáticas Aplicadas sean algo errado. Sin embargo la historia señala que no hay una concepción clara, o por lo menos unificada, sobre este tipo de actividades en el cuerpo docente. Un imaginario instalado es el propio concepto de laboratorio desde el punto de vista de un espacio físico con adecuada infraestructura, dentro del cual existen diversos equipamientos e instrumentos, y que además se encuentra con las instalaciones pertinentes que le permitan disponer de energía y otros recursos, donde se pueden realizar diferentes experimentos. En tanto la experimentación está asociada con la ciencia, particularmente desde un enfoque positivista, y mediante ella se puede construir conocimiento a través de las actividades de investigación, y además, también enseñar. Es así que en el colectivo social, para una institución cuanto más imponente sean las infraestructuras,

cuanto mayor cantidad de equipamiento, y cuanto más moderno y actualizado sea, entre otros factores, es una señal inequívoca del nivel y calidad de la formación de sus ingenieros.

Por otra parte, los procesos de acreditación de carreras de ingeniería han puesto especial énfasis en la formación práctica del ingeniero, marcando créditos horarios mínimos a los cuales las carreras enmarcadas en la Resolución ME 1054/02 (Argentina, 2002) debían ajustarse. Uno de los puntos significativos de estos procesos de evaluación ha sido el cumplimiento de esta norma en lo que se refiere a la FE, tanto a nivel de infraestructura, así como el crédito horario mínimo, y el tipo de actividades desarrolladas por los alumnos en su formación. Un análisis de las Resoluciones de Acreditación de las carreras de Ingeniería Industrial emitidas por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), y publicadas en su sitio web oficial, presenta aspectos que señalan que existen diferentes posturas en cuanto lo que debe entenderse como FE para Ingeniería Industrial.

Un equipo docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FIUNaM), a través de un proyecto de investigación, que concluyó en 2014, formuló y aplicó un Modelo de Formación por Competencias (MFPC) en una asignatura de la carrera Ingeniería Industrial. Este modelo se apoya sobre tres pilares: la Formulación de Competencias a desarrollar, la Mediación Pedagógica

gica y el Sistema de Evaluación de Competencias. En 2015 se inició un nuevo proyecto con el objetivo de desarrollar un modelo general que pueda ser aplicado a todas las asignaturas de las cuatro carreras de ingeniería que ofrece la FIUNaM. En este proyecto se incluyen ocho asignaturas, las cuales han sido seleccionadas de manera que se contemplen la mayor variedad de características objetivas diferentes. Una de estas características son los criterios de

formación práctica establecidos por la Res ME 1054/02. La FE, que es uno de estos criterios, se halla presente en cuatro de las asignaturas. En este trabajo se analiza y reflexiona sobre las implicancias de la FE en la Formación por Competencias (FPC) de Ingenieros Industriales en el marco de las reglamentaciones de acreditación de la Argentina contrastando con el imaginario que subyace en los cuerpos docentes sobre este tema.

Breves aspectos metodológicos

En este trabajo se presenta una línea de trabajo del proyecto de investigación en FPC que se está desarrollando en la FIUNaM, y que fuera comentado precedentemente. La investigación general del proyecto se realiza bajo el paradigma pragmático (Mertens, 2010) utilizándose técnicas cualitativas y cuantitativas bajo un enfoque mixto. Como metodología se realizó una revisión documental de diferentes fuentes: documentos sobre acreditaciones de

carreras de Ingeniería Industrial, artículos científicos, libros y tesis sobre las prácticas de laboratorio en Ingeniería, además se ha trabajado en cooperación con un consultor experto internacional. La interpretación y el análisis de documentos tienen dos ejes, uno de ellos sobre la problemática de la FE en relación a los objetivos que persigue, en tanto el otro se centra sobre el objeto de estudio de la Ingeniería Industrial. Ambos ejes son analizados en el contexto de la FPC.

Formación Experimental en el Marco de la Formación por Competencias

Como se mencionó, el MFPC sobre el cual se trabaja en el proyecto está apoyado sobre tres elementos fundamentales: la Formulación de Competencias, la Mediación Pedagógica y el Sistema de Evaluación de Competencias (Kowalski et al., 2015). Una vez determinadas las competencias específicas para la carrera, en cada asignatura se deben determinar los Resultados de Aprendizaje (RA) y seguidamente la Mediación Pedagógica y

el Sistema de Evaluación de los RA. Estos tres elementos deben estar “alineados constructivamente” en el sentido que proponen Biggs y Tang (2011).

Si bien la mediación pedagógica, en términos simples, es el “cómo” del proceso de enseñanza y aprendizaje, el término “mediación” tiene connotaciones conceptuales más amplias, siendo Vigotsky uno de los primeros en

introducirlo. Alzate Piedrahita et al. (2005) entienden este concepto “como el conjunto de instrumentos de carácter cognitivo, físico, instrumental que hacen posible que la actividad cognitiva se desarrolle y logre las metas propuestas”. Aún así, la cuestión es más compleja, y por ello estos autores hablan de una mediación pedagógica-didáctica, incluyendo además de lo que acontece en la relación docente-alumno a la propia relación con los saberes.

Entonces, la discusión no solamente debe centrarse en las metodologías, sino también en el docente como mediador, en el sentido que proponen Feuerstein et al. (1988), lo cual requiere cambios en el rol del docente, fundamentalmente en su actitud. De Miguel Díaz et al. (2006) proponen un referencial interesante con descripciones claras y accesibles. Estos autores definen las Modalidades de enseñanza como “los distintos escenarios donde tienen lugar las actividades a realizar por el profesorado y el alumnado a lo largo de un curso”. Las clasifican en dos grupos: aquellas que se desarrollan en horario presencial, como ser Clases Teóricas, Seminarios-Talleres, Clases Prácticas, Prácticas Externas y Tutorías; y aquellas que se desarrollan como trabajo autónomo, entre las cuales se encuentran el Estudio y Trabajo Autónomo Individual y el Estudio y Trabajo en Grupo. Las diferencias entre ellas dependen de “los propósitos de la acción didáctica, las tareas a realizar y los recursos necesarios para su ejecución” (De Miguel Díaz et al., op. cit.). En tanto se refieren al Método Docente como el

“conjunto de decisiones sobre los procedimientos a emprender y sobre los recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción”, los cuales deben estar “organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos” para lograr lo que se espera como resultado del proceso. Se incluyen aquí el Método Expositivo/Lección Magistral, el Estudio de Casos, la Resolución de Ejercicios y Problemas, el Aprendizaje Basado en Problemas, el Aprendizaje Orientado a Proyectos, el Aprendizaje Cooperativo y el Contrato de Aprendizaje.

Un inconveniente que plantea esta clasificación es que la modalidad Clases Prácticas, cuya finalidad es “Mostrar cómo deben actuar los alumnos” está enfocada desde los escenarios donde se desarrollan, y por ello se incluyen allí el estudio de casos, los análisis diagnósticos, problemas de laboratorio, problemas de campo y aula de informática. Sin embargo, la FE en ingeniería no puede ser incluida como una simple modalidad por el escenario donde se desarrolla ni por su asociación con los saberes-hacer gestuales o porque se espera del alumno ciertos Resultados de Aprendizaje asociados con el plano psicomotor, como ser habilidades manipulativas, manuales o físicas. Solamente la FE puede ser concebida como modalidad para los casos de experiencias de laboratorio de tipo demostrativas.

Desde otro enfoque Parra Pineda (2003) presenta una taxonomía para las estrategias de enseñanza aprendizaje según “el énfasis que se establece al interior de cada una de las estrategias del

proceso educativo: los sujetos (docente y estudiante), el proceso o las mediaciones didácticas y los objetos del conocimiento”. Entre las estrategias centradas en el alumno incluyen el método de problemas, el método de juegos de roles, el método de situaciones (o de casos), el método de indagación, la tutoría, la enseñanza por descubrimiento y el método de proyectos. En tanto entre las estrategias centradas en el docente se encuentra la enseñanza tradicional y la expositiva. En segundo lugar, entre las estrategias centradas en el proceso y/o mediaciones didácticas incluyen la simulación, el seminario investigativo, el método de los cuatro pasos, el modelo didáctico operativo, la enseñanza mediante el conflicto cognitivo, la enseñanza mediante la investigación dirigida y el taller educativo. Finalmente, las estrategias centradas en el objeto del conocimiento se encuentran la enseñanza basada en analogías o aprendizajes por transferencia analógica, la enseñanza por explicación y contrastación de modelos, las prácticas empresariales (y/o pasantías) y la enseñanza por comprensión. Independientemente de cualquier clasificación que pueda hacerse sobre estrategias, modalidades, métodos, u otro término bajo el cual quiera encuadrarse lo “que se hace” durante el proceso formativo, sea en el aula, en laboratorio, en campo, o mediado por entornos virtuales, lo más importante es que debe ser un proceso activo. Esto conduce a hablar de metodologías activas, que para Labrador Piquer y Andreu Andrés (2008) “se entiende hoy en día aquellos métodos,

técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante y lleven al aprendizaje”. Fernández (2006) sobre los aportes de varios autores, entre los cuales se encuentran De Miguel Díaz et al. (op. cit.), sitúa a los diferentes métodos en un continuo, uno de cuyos extremos es la Lección Magistral y en el otro el Aprendizaje Autónomo. Sin embargo estos extremos no son puros en términos de pasividad y actividad “Debe notarse que incluso en cada uno de los extremos del continuo hay algo de control y participación por el profesor y los alumnos”. En esta dirección, para ejemplificar la cuestión, toma el caso del trabajo de laboratorio afirmando “puede ser una serie de experimentos rutinarios especificados con precisión por el profesor o un conjunto de investigaciones guiadas en las que el estudiante desarrolla las hipótesis a probar, elige los métodos y diseña los experimentos apropiados”. Por otra parte, esta autora enfatiza sobre el hecho de que los métodos son solamente medios para desarrollar competencias y no fines en sí mismos, y el reto para el docente está en la experimentación para determinar cuál o cuáles resultan más apropiados, de acuerdo a las metas previstas. Así, la elección del método dependerá de los niveles de los objetivos cognitivos previstos, de su capacidad para propiciar un aprendizaje autónomo y continuo, del grado de control ejercido por los estudiantes sobre su aprendizaje, del número de alumnos, del volumen de trabajo que implica al docente, así como

también de “la naturaleza de la población estudiantil, de la asignatura, las condiciones físicas y materiales y la adecuación entre el método de enseñanza y su personalidad” (Fernández, op. cit.). Por otra parte, Mastache (2009) haciendo referencia al trabajo en laboratorio, sostiene que esta actividad “permite el desarrollo de una cantidad de hábitos, habilidades y destrezas que no pueden lograrse por otros métodos”, entre las cuales señala además de las específicas, como por ejemplo las de observación o las de análisis de datos experimentales. En este conjunto involucra tanto las habilidades de redacción de informes como el manejo de la confidencialidad de los datos en el plano profesional. No obstante, para que ello sea significativo en el aprendizaje, Mastache (op. cit.) afirma que el rol de docente implica aspectos como saber “elegir los experimentos adecuados y dar las instrucciones correctas”, “reconocer y anticipar las dificultades de comprensión o de ejecución que puedan encontrar los alumnos”, “ejercer el control en el momento adecuado”, así como “la observación del desempeño” para la evaluación, sentenciando finalmente que “se trata de observar y evaluar el proceso mismo de desarrollo del trabajo, y las habilidades y destrezas implicadas” (ibídem).

El término “Práctica de Laboratorio” ha sido desvirtuado en la formación de ingenieros, y es corriente asociarlo con cualquier actividad desarrollada dentro de un laboratorio, entendido éste como un espacio físico con instalaciones y equipamientos adecuados, sea esta actividad participativa o demostrativa. En este sentido fue muy preciso uno de los acuerdos de consistencia de los pares evaluadores de la CONEAU en el proceso de acreditación de las carreras de ingeniería industrial: “Las actividades de laboratorio no son sustituibles por clases demostrativas” (CONEAU, 2008). Además, como sostiene Campos (2012) al hacer una revisión sobre los laboratorios en ingeniería “muchos experimentos caen en el estilo libro de recetas” lo que trae como consecuencia que “raramente desafían la creatividad y capacidad de los alumnos para resolver problemas, y son frecuentemente ejecutados en grandes grupos, disminuyendo así significativamente cualquier valor educacional que pretendían tener” (ibídem). Para despegar de este discurso instalado se prefiere hacer referencia a la Formación Experimental, tanto para ser consistente con las normativas de acreditación, como con la cuestión conceptual de centrar el foco en la experimentación “por” los estudiantes.

La Formación Experimental en Ingeniería

El Diccionario de la Real Academia Española presenta cuatro acepciones para el verbo Experimentar, dos de las cuales interesan aquí: “Probar y examinar

prácticamente la virtud y propiedades de algo” y “En las ciencias fisicoquímicas y naturales, hacer operaciones destinadas a descubrir, comprobar o demostrar

determinados fenómenos o principios científicos”. Campos (op. cit.) en tanto señala que “Todo experimento tiene como objetivos: presentar un contenido científico o tecnológico y desarrollar habilidades y competencias relativas a la práctica profesional del ingeniero”.

Por otra parte, la Res ME 1054/02 (op. cit.) conceptualiza a la FE como la “actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas así como tecnologías básicas y aplicadas” lo cual involucra al “trabajo en laboratorio y/o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados”. En principio parecería existir claridad sobre este concepto, aunque Campos (op. cit.) afirma “que aún hoy en día existen dudas sobre lo que es un experimento” indicando que algunos inconvenientes devenidos de esta duda, como la “poca integración de los laboratorios con el ambiente real del trabajo de los ingenieros” ya que “muchos experimentos son ejecutados de forma de encajar en el modelo teórico, para demostrar que el modelo corresponde exactamente a la realidad” (ibídem).

Profundizando la cuestión Bunge (2014) afirma que “La experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores, es decir, la sujeción del objeto de experimentación a estímulos controlados” a lo cual seguidamente se refiere al “método experimental” puntualizando que “no envuelve necesariamente experimentos en el sentido estricto del término, y puede

aplicarse fuera del laboratorio”. Entonces, la FE no se debe restringir obtusamente a actividades dentro de un laboratorio, ya que lo valioso en la formación de los ingenieros es la posibilidad del aprendizaje a través de los experimentos, donde cobra especial importancia la experimentación mediada por TIC. En esta dirección Campos (op. cit.) afirma que “Los laboratorios simulados son imitaciones de experimentos reales”, y presentan ventajas ante la carencia de algunos laboratorios físicos así como ventajas para el alumno ya que “necesita poco tiempo para aprender a utilizarlo y puede parar la ejecución de la simulación para entenderla mejor” y “crean un modo de aprendizaje activo que mejora el desempeño del estudiante” (ibídem). Además, no siempre es posible realizar experimentos reales, dependiendo esto del objeto de estudio. Finalmente este autor señala que “un mismo experimento puede conducir a experiencias de aprendizaje distintas, sea por la diversidad de los objetivos, como por la elección del abordaje didáctico para alcanzarlos”. Resumiendo, el enfoque de la FE que se propone aquí se centra en dos aspectos significativos: la experimentación independizada del medio con la cual se desarrolla y los objetivos que se pretenden lograr a través de ella.

En relación a los objetivos, si bien ya se mencionaron algunos precedentemente, a continuación se amplía más este tema. Wankat y Oreovicz (op. cit.) enumeran los siguientes: desarrollar competencias para la experimentación, el trabajo en el marco del mundo real, la construcción de

objetos, descubrir, manipular equipamientos, trabajar motivados y en equipos, así como para la comunicación y el aprendizaje autónomo. Con igual dirección, Barolli et al. (2010) categorizan las funciones del laboratorio: como medio de explorar la relación entre Física y realidad, como estrategia para el desarrollo de conceptos y habilidades procedimentales, como ambiente para problematizar diferentes dominios de conocimiento, como lugar privilegiado

para el trabajo en equipo, como estrategia motivadora para la enseñanza de las ciencias y como ambiente cognitivo fértil para aprender ciencias. Luego, los mismos autores afirman lo controvertido del rol que se asigna al laboratorio en la enseñanza de las ciencias, y, que en todo caso esto no sería un problema, sin embargo sí interesa analizar el proceso de aprendizaje en torno de las prácticas de laboratorio para lograr los objetivos educativos propuestos.

La Formación Experimental en Ingeniería Industrial

Cuando la Res ME 1054/02 (op. cit.) hace referencia al desarrollo de habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados, surgen preguntas sobre qué tipo de equipos, sobre qué experimentos, o a cuáles muestras se debe hacer referencia. Esto indefectiblemente conduce a revisar el objeto de conocimiento del/la ingeniero/a industrial. El actual *Institute of Industrial and Systems Engineers* (antiguamente el *American Institute of Industrial Engineers*) especifica como objeto de conocimiento a los “sistemas integrados de personas, materiales, información, equipamiento y energía” y la actividad que debe practicar el ingeniero industrial es “diseñarlos, mejorarlos e instalarlos” con el fin de “especificar, predecir y evaluar los resultados a ser obtenidos de aquellos sistemas”. Es inútil invertir horas en actividades de formación, incluida la FE, que no se encuentren alineadas con este propósito. Por otra parte, el objeto de conocimiento en estrecha relación con las

materias específicas de la Ingeniería Industrial, presenta en algunos casos la imposibilidad de realizar FE desde la concepción tradicional. Esto lejos de ser una debilidad en la formación de Ingenieros Industriales, se presenta como una oportunidad. Además de todas las ventajas que representan los entornos virtuales de aprendizaje tanto desde el punto de vista didáctico, como económico, facilitan un contexto de formación que no estará muy alejado de las prácticas profesionales. Si bien se hace referencia a la Ingeniería Industrial, el contexto social de la práctica profesional de cualquier Ingeniero también es una cuestión que debiera ser tomada en cuenta en la formación de grado, y esta cuestión está relacionada con la FE. En este sentido Bunge (op. cit.) cuestiona el “cientificismo concebido como reduccionismo naturalista” afirmando que actúa “como una tentativa de resolver toda suerte de problemas con ayuda de las técnicas creadas por las ciencias naturales, desdeñando las

cualidades específicas, irreductibles, de cada nivel de la realidad.”, continúa su análisis diciendo que “el cientificismo radical” vería a la sociedad como un “sistema físico-químico (o, a lo sumo, biológico), de donde los fenómenos sociales debieran estudiarse exclusivamente mediante la ayuda de metros, relojes, balanzas y otros instrumentos de la misma clase.” Luego, Bunge (op. cit.) afirma “..... debería emplearse el método de la ciencia en las

ciencias aplicadas y, en general, en toda empresa humana en que la razón haya de casarse con la experiencia”. El interrogante que surge es ¿cuánto de FE se realiza en las disciplinas específicas que se encuentran en el conjunto de las llamadas Tecnologías Aplicadas? Para ver esta cuestión se realizó un estudio sobre algunas carreras de Ingeniería Industrial en la Argentina, que se presenta en el siguiente apartado.

La Formación Experimental en los Marcos Normativos de la Acreditación

Para el análisis de la FE en el contexto de las carreras acreditadas por la CONEAU se han considerado aquellas carreras que pasaron por los dos procesos de acreditación que se han llevado adelante y han obtenido la acreditación por seis años en la segunda etapa. La primera se desarrolló entre los años 2004 y 2007, considerando el periodo que incluye la convocatoria, la autoevaluación, la visita de pares y finalmente la emisión de la correspondiente resolución. La segunda etapa se desarrolló entre los años 2012 y 2015. Del total de estas carreras solamente seis de ellas habían obtenido en la primera etapa la acreditación por seis años, en tanto el resto obtuvo la acreditación por tres años, y posteriormente la correspondiente extensión por igual periodo. Actualmente, de acuerdo con la información disponible en el sitio oficial de la CONEAU existen 51 carreras de ingeniería industrial en funcionamiento, de las cuales 10 de ellas, o bien no se puede acceder a la respectiva resolución de acreditación, o bien éstas

aún no se han publicado por estar dentro de los procesos de reconsideración, u otra circunstancia. De las 41 restantes, una carrera si bien tiene acreditación por seis años, no ha pasado por la primera etapa, en tanto 13 han obtenido la acreditación por tres años con compromisos en la segunda etapa. Finalmente, para dos de las carreras solamente se encuentra publicada la resolución que hace lugar a la solicitud de reconsideración para obtener los seis años, y en la cual no se observa todo el proceso. Por ello quedan solamente 25 carreras con reciente acreditación por seis años y que han pasado por las dos etapas, lo cual constituye la muestra de análisis. Se consideran las carreras que han pasado por las dos etapas porque se entiende que estas carreras ya se encuentran con suficiente experiencia en procesos de acreditación (más de quince años desde el inicio) particularmente en lo que se refiere al proceso de recolección de información y carga en el formulario electrónico, para realizar las posterior

autoevaluación. Es en esta instancia una de las fichas electrónicas a ser cargadas es la de las actividades curriculares (asignaturas), donde se consignan datos generales (denominación, carreras para las cuales se dicta, objetivos, contenidos, bibliografía, cuerpo docente, entre otra información. Uno de los datos importantes es la carga de la cantidad de horas asignadas en la asignatura a la formación práctica, dividida ésta en resolución de problemas de ingeniería, formación experimental, actividades de proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada. Es de suponer que los docentes de estas carreras seleccionadas tienen amplia experiencia y suficiente claridad conceptual sobre qué representa cada tipo de actividad práctica en el contexto de su disciplina.

En primer lugar se señala un dato curioso: de las 25 carreras, solamente 8 de ellas obtuvieron la acreditación por 6 años, luego de cumplida la etapa de la Visita de Pares a la institución. En tanto al resto se le formularon requerimientos a cumplir. De estas 17 carreras, a 12 de ellas se le formularon requerimientos relacionados con déficits encontrados en la FE, vinculados a déficits reales, o, en algunas situaciones, una carga errónea en el formulario electrónico. No obstante en todos los casos la cuestión estuvo centrada en diferencias conceptuales entre los datos suministrados por las instituciones y los Pares Evaluadores acerca de lo que debe entenderse como FE. Si bien dirimir aquí estas diferencias escapa a los objetivos del presente trabajo, el punto a destacar es que no

existe un criterio uniforme sobre el concepto de FE, cuestión que en principio podría tomarse como parte intrínseca del sistema de formación de ingenieros. Sin embargo esto no es un asunto menor, ya que tiene implicancias sobre la acreditación de las carreras, y en algunos casos las instituciones podrían verse obligadas a acatar el requerimiento para poder “cumplir” con la normativa, dejando de lado aspectos conceptuales sólidos sobre la FE que han incluido en sus diseños curriculares.

El segundo resultado del análisis se relaciona con la carga horaria asignada a la FE. La Res ME 1054/02 (op. cit.) establece un mínimo de 750 horas para cuatro tipos de formación práctica: “formación experimental, resolución de problemas de ingeniería, proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada”. Además se aclara que “Esta carga horaria no incluye la resolución de problemas tipo o rutinarios de las materias de ciencias básicas y tecnologías”. Esta norma también sostiene que “La intensidad de la formación práctica marca un distintivo de la calidad de un programa y las horas que se indican en esta normativa constituyen un mínimo exigible a todos los programas de ingeniería, reconociéndose casos donde este número podría incrementarse significativamente”. En tanto para la FE establece un mínimo de 200 horas. Por otra parte la misma normativa establece que “La carga horaria mínima total del plan de estudio será de 3750 horas, recomendándose su desarrollo a lo largo de cinco años”. El primer planteo que

debe hacerse aquí es que si la formación práctica es “un distintivo de la calidad de un programa”, proponer un mínimo de solamente 750 horas (un 20% del plan de estudio), sobre todo para metodologías de aprendizaje activo, ¿es realmente

consistente, del punto de vista de una formación integral? Pero, volviendo a la carga horaria de la FE, se presenta a continuación, en la Figura 1, los datos recogidos de las resoluciones de acreditación de las 25 carreras en estudio.

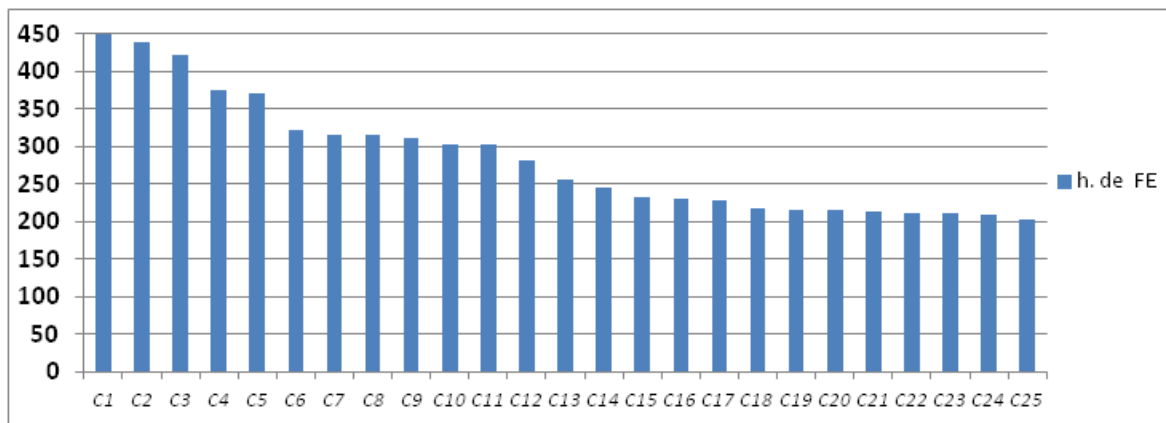


Figura 1. Carga Horaria asignada a la Formación Experimental para las 25 carreras en estudio. (Fuente: elaboración propia)

El rango de estas cargas horarias se encuentra entre 202 y 450 horas, con un promedio de aproximadamente 284 horas. Por encima de este valor solamente se ubican 11 carreras, es decir menos del 50%. Por otra parte, 12 carreras tienen entre 200 y 250 horas de FE, 8 entre 250 y 350 horas, y solamente 5 carreras tienen entre 350 y 450 hs de FE. Similarmente a lo expuesto anteriormente, si se espera que la FE ocupe un lugar significativo en la formación de ingenieros industriales, un promedio que representa el 7,6 % de la carga horaria mínima de un plan de estudio, estos datos tienen poca representación.

Por otra parte, entrando más en profundidad sobre el tipo de FE involucrada, en general en la mayoría de los casos estas cargas horarias están centradas en las asignaturas de Ciencias Básicas y Tecnologías Básicas. De las 25

carreras 3 de ellas no presentan experiencias y/o instalaciones en las Tecnologías Aplicadas (TA), que son el eje que le da sentido a la formación profesional. En tanto 4 de las carreras presentan actividades de FE en una sola TA, 8 carreras en 2 TA e igual número en 3 TA, y finalmente una sola carrera presenta 4 actividades de FE en las TA, y también una sola tiene 5 actividades de este tipo. Esto quiere decir que el cumplimiento de la normativa de acreditación con relación a la FE se encuentra centrado en las Ciencias Básicas y las Tecnologías Básicas, que en general se corresponden con asignaturas que no son propias de la ingeniería industrial, sino compartidas con otras carreras que se imparten en la institución. Si bien exponer aquí en detalle las características de la FE presente en las TA es imposible por razones de espacio,

en líneas generales la mayor cantidad está centrada en la utilización de las TIC a través de la Simulación y/o Laboratorio de Informática, seguida por actividades vinculadas a Procesos así como Estudio de Métodos y Tiempos. En tercer lugar se

ubican las actividades de FE relacionadas con disciplinas vinculadas a la Ingeniería Ambiental, así como Higiene y Seguridad Industrial, y en cuarto lugar la FE relacionada con el Diseño y/o Desarrollo de Producto.

Conclusiones

Este estudio muestra que a pesar del cumplimiento de las exigencias sobre la Formación Experimental de las carreras de ingeniería industrial que pasan por los procesos de acreditación, el cubrimiento de este aspecto es mínimo por un lado, e insuficiente en lo que se refiere a las Tecnologías Aplicadas. Estas últimas son las que se centran sobre el objeto final de conocimiento del ingeniero industrial, y por lo tanto deben ser fortalecidas para lograr una mejora calidad de formación de las competencias específicas. Este fortalecimiento no necesariamente pasa por la incorporación de complejos y costosos equipamientos, sino que puede lograrse a través de la utilización creativa de los recursos que dispone una institución.

Por otra parte, la Formación Experimental adecuadamente tratada desde lo pedagógico, bajo el enfoque de la

Formación por Competencias, puede aportar a una serie de Competencias Genéricas, que muchas veces son soslayadas al ponerse el énfasis exclusivamente en el método científico, soslayando también la concepción de la ingeniería como administradora de la ciencia y la tecnología con el fin de resolver problemas de la sociedad.

Finalmente queda como asunto pendiente la profundización del estudio del objeto del conocimiento del ingeniero industrial y su relación con la Formación Experimental, cuestión que puede conducir a la propuesta de experiencias obligatorias y recomendables que permitan elevar los niveles de competencias profesionales. Este es el próximo paso que se propone abordar a futuro, pero que requiere de los resultados del presente trabajo para tener un marco conceptual claro para trabajar.

Referencias

Alzate Piedrahita, M., Arbelaez Gómez, M., Gómez Mendoza, M. y Romero Loaiza, F. (2005). Intervención, mediación pedagógica y los usos del texto escolar. Revista Iberoamericana de Educación. N°37/3. Madrid, OEI-CAEU.

Argentina. Ministerio de Educación (2002). Resolución 1054/02. Estándares para la acreditación de Ingeniería Industrial. Buenos Aires.

Barolli, E.; Laburú, C. E.; Guridi V. M. (2010). Laboratorio Didáctico de Ciencias:

Caminos de Investigación. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 9, No 1, pp. 88-110.

Biggs, J. y Tang, C. (2011). Teaching for Quality Learning at University. 4th ed. Mc.Graw-Hill: Glasgow.

Bunge, M. (2014). La ciencia: su método y su filosofía. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.

Campos, P. (2012). O ensino reflexivo em experimentos de laboratório didático na

engenharia (tese). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) (2008). Reuniones de Consistencias de Pares. Buenos Aires: CONEAU.
De Miguel Díaz, M. (Dir.). (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.
Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. Educatio siglo XXI. Vol. 24. Murcia, Universidad de Murcia.
Feuerstein, R., Rand, Y. and Rynders, J. (1988). Don't accept me as I am: helping "retarded" people to excel. New York: Plenum Press.
Kowalski, V., Erck, M. y Enriquez, H. (2015): "Formación por competencias en Ingeniería Industrial: Moda o Mejora Académica?".

Anais do III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica – CIECITEC. NTI-URI. Santo Ângelo.
Labrador Piquer, J. y Andreu Andrés, M. (2008). Metodologías Activas. Valencia, Editorial de la UPV.
Mastache, A. (2009). Formar personas competentes: desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales. Buenos Aires: Noveduc.
Mertens, D. M. (2010). Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods. 3rd ed. California, London, New Delhi: SAGE Publications.
Parra Pineda, D. (2003). Manual de Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje. Medellín: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
Wankat, P. y Oreovicz, F. (1992). Teaching Engineering. <https://engineering.purdue.edu/ChE/AboutUs/Publications/TeachingEng/index.html>. Recuperado 11/03/2016.