

Evaluación Formativa de Competencias de Ingreso en los Alumnos de las Carreras de Ingeniería de la F.C.E.F. y N. de la U.N.C.

José Luis Galoppo¹; Laura Cecilia Díaz²; Adolfo Vignoli¹; Daniel Lucio Sandín¹
jgaloppo@hotmail.com; lcd_ic@yahoo.com.ar; dsandin@efn.uncor.edu; adovig15@hotmail.com

¹Departamento de Matemática, F.C.E.F. y N. – U.N.C.

²Departamento de Computación, F.C.E.F. y N. – U.N.C.

Resumen. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) instituyó una serie de competencias de ingreso para los estudiantes que inician sus estudios en carreras de ingeniería. También estableció que su nivel de logro debe ser alto. Con base en un trabajo de investigadores de la F. C. E. F. y N. de la U. N. C. y en la apreciación, en términos semejantes, de docentes de materias de primer año, se propone el desarrollo en entornos virtuales de aprendizaje, de instrumentos de evaluación que permitan indagar el nivel logrado por los estudiantes y, a la vez, reforzar los procesos de aprendizaje tendientes a su acrecentamiento. Los aspectos metodológicos se centraron en el diseño de instrumentos de evaluación formativa, diagnóstica, final y de autoevaluación y en la construcción de aulas virtuales.

Palabras Clave: Formación por competencias, Ingreso, Funciones, Evaluación formativa, Aulas virtuales.

1 Introducción

Los procesos de formación profesional han evolucionado a través del tiempo para adaptarse a los cambiantes ambientes en que los egresados de la educación superior deberán desempeñarse. Como consecuencia de la facilidad de acceso a Internet y a las nuevas tecnologías de almacenamiento, procesamiento, intercambio y distribución de información, el desafío para los ingenieros de hoy es poder integrar los saberes con sus actitudes y sus habilidades para dar respuesta inmediata a los desafíos que les plantea el ejercicio de su profesión. Es aquí donde adquiere sentido la formación por competencias.

Se entiende por competencias, en el marco de la educación superior, al conjunto de conocimientos, destrezas, y actitudes más adecuados para alcanzar objetivos sociales. Las competencias pueden ser entendidas y medidas como una “...actuación idónea que emerge de una tarea concreta, en un contexto con sentido. Se trata de un concepto asimilado con propiedad que puede ser aplicado en una situación determinada, de manera suficientemente flexible como para proporcionar soluciones variadas y pertinentes”. (Bogoya, 2000) [1]. Por tanto, exige del individuo la suficiente apropiación de un conocimiento para la resolución de problemas, con diversas alternativas de soluciones, de manera pertinente y en un contexto determinado (Salas Zapata, 2009) [2].

Resumiendo, se puede decir que las competencias

- aluden a capacidades complejas e integradas,
- están relacionadas con saberes (teóricos, contextuales y procedimentales),
- se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional),
- están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer),
- están referidas al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido),
- permiten incorporar la ética y los valores.

En particular, en Argentina, y en palabras del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI [3], “*Hay consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo*”.

En este contexto, el CONFEDI destaca la importancia de contar con una referencia en cuanto a las competencias que se deberían desarrollar en los graduados de ingeniería en Argentina. Así comienza el trabajo para alcanzar un acuerdo sobre Competencias Genéricas. Se conformó una comisión y se trabajó durante casi dos años hasta llegar a Bahía Blanca, en octubre de 2006, donde se suscribió por votación unánime del plenario de decanos, el documento que sintetiza las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Este acuerdo

orienta a las facultades de ingeniería en la definición de sus procesos de enseñanza-aprendizaje tendientes al desarrollo de competencias en sus alumnos.

Con la experiencia de este primer acuerdo, el CONFEDI consideró conveniente avanzar también en la determinación de las competencias genéricas de acceso de un estudiante de nivel medio que desee continuar estudios superiores en ingeniería. Esto significa definir un punto de partida, a partir del cual se podrían desarrollar los currículos para alcanzar las competencias de egreso al finalizar el proceso formativo. En 2008, se alcanza el consenso en el seno de CONFEDI sobre un documento que ordena las competencias requeridas para el ingreso a las carreras de Ingeniería.

A posteriori, este documento fue puesto a consideración de otras asociaciones y redes de carreras de perfil científico-tecnológico que lo enriquecieron y que dieron lugar, en 2009, al acuerdo sobre competencias para el ingreso a los estudios universitarios. Lo consensuado orienta a la educación de nivel medio respecto de las competencias que deberían desarrollar los alumnos, previendo su continuidad en el ámbito universitario.

De acuerdo con las condiciones que la educación superior requiere, quien inicia una carrera universitaria debe poseer el dominio de una serie de competencias. En tal sentido el CONFEDI propone dividir las competencias necesarias para el ingreso en tres grandes categorías:

a) **Competencias Básicas**, necesarias para el ingreso a la universidad. Están referidas a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes. Incluye: aptitud para comprender y/o interpretar un texto, sintetizarlo, transferirlo en forma oral y escrita, producción de textos e interpretar y resolver situaciones problemáticas.

b) **Competencias Transversales**, referidas a la capacidad para regular sus propios aprendizajes, aprender individualmente y en grupo, y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje. Se aplican tanto a las competencias básicas como a las específicas y se orientan hacia el logro de autonomía en el aprendizaje y de destrezas cognitivas generales.

Un escaso manejo de ambas competencias implica que el estudiante carece de algunas condiciones fundamentales para el desempeño en el mundo moderno, donde la formación de grado es sólo un paso en el proceso de formación continua.

c) **Competencias Específicas**, se procuran desarrollar en Biología, Química, Física y Matemática. Dichas asignaturas deberán apuntar a privilegiar el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común de la ciencia y la tecnología.

2 Justificación del problema

Teniendo en cuenta la importancia de las competencias en la formación de ingenieros, el presente trabajo de investigación promueve el diseño de un currículum para las carreras de ingeniería basado en la formación por competencias. En este marco, se trabajan distintas propuestas para la enseñanza de la Matemática (Azpilicueta, J.; Galoppo, J.; 2014) [4]; entre las cuales se plantea la evaluación formativa, motivo de este trabajo.

En un trabajo de investigadores de esta facultad, Ceratto, A. y Gallino, M. (2013) [5] se determinó que el nivel logrado, en cuanto a competencias de ingreso, por los estudiantes secundarios es “insuficiente”. Se tomó como punto de partida las conclusiones de dicho trabajo y la percepción, coincidente con aquellas, de docentes de la asignatura Introducción a la Matemática de primer año de las carreras de ingeniería que se cursan en la F. C. E. F. y N. de la U. N. C. Consecuentemente, se formuló, como objetivo a cumplir, la detección de deficiencias en las competencias que traen los alumnos ingresantes y las dificultades que le ocasionarán en el transcurso de su formación universitaria. A partir de ello se desarrollaron de acciones y estrategias de apoyo tendientes a lograr las competencias específicas.

El currículum de formación de las carreras de Ingeniería de la F.C.E.F. y N. actualmente está orientado al cumplimiento de objetivos. En cambio, el presente trabajo de investigación propone acciones tendientes al logro de competencias, pero sin alterar el normal desenvolvimiento de los procesos de acreditación a los que están obligados los alumnos. Así se justifica el uso de instrumentos de evaluación formativa y de actividades de aprendizaje y de autoevaluación incorporadas en la plataforma Moodle que los alumnos pueden aprovechar de manera no vinculante con la acreditación de la asignatura.

Conviene tener presente la utilidad de la evaluación formativa expresada por Eduardo Fasce (2009) [6]: *“El eje central de la evaluación formativa es proveer retroalimentación al estudiante sobre su progreso y sus debilidades, tendiendo a favorecer sus habilidades de aprendizaje. La retroalimentación positiva ocurre cuando el estudiante toma conciencia de sus limitaciones y alcanza las metas por sí mismo. Es un proceso activo en el cual la*

información que emerge del proceso evaluativo es utilizado tanto para adaptar la enseñanza a las necesidades del estudiante como para lograr que éste mejore sus estrategias de aprendizaje”.

Entre las principales funciones de la evaluación formativa se puede destacar:

- Diagnóstico de debilidades.
- Retroalimentación para ajustar métodos, procesos y recursos.
- Generación de motivación autónoma.
- Favorecimiento de diálogo entre docente y estudiante tendiente a orientar el aprendizaje.
- Estímulo de la autoevaluación.
- Desarrollo de habilidades para el estudio independiente.

Vale la aclaración de que Introducción a la Matemática es una asignatura correlativa inmediata de Matemática del Ciclo de Ingreso, en la que se evalúan los temas de funciones (dominio, imagen y representación gráfica) y se los integra al programa para estudiar la composición de funciones y el concepto de límite y continuidad de una función. El intento de avanzar en el desarrollo de estos temas en clase, se encuentra a menudo con la necesidad de repasar, o incluso, de volver a presentar a los alumnos conocimientos que deberían haber adquirido con anterioridad, debido a que no los poseen o no los saben aplicar a casos concretos (funciones trigonométricas, exponenciales y/o logarítmicas). En resumidas cuentas, los alumnos poseen un nivel de desarrollo “insuficiente” en las competencias específicas de ingreso.

Como una primera experiencia de trabajo con evaluación formativa de competencias, se escogieron las competencias específicas de ingreso (funciones reales y su aplicación a la resolución de problemas) para indagar sobre su desarrollo (nivel) en los estudiantes que aprobaron el examen de ingreso.

Este trabajo se realizó sin alterar el normal desenvolvimiento de la materia, cuyo programa, al igual que los de las otras materias de las carreras de Ingeniería, está basado en un currículum por objetivos. Se ideó un diseño metodológico que, sin alterar los procesos de acreditación establecidos, permita obtener información para cumplir con los objetivos de la presente investigación. Así surgió la propuesta de evaluación formativa y demás aspectos que se explicitan en este informe.

Para el diseño de la evaluación formativa se eligieron dos competencias específicas entre las enunciadas por CONFEDI:

1) Competencia específica: *“Analizar una función o un fenómeno físico y/o químico sencillo a partir de su representación gráfica y/o a partir de sus ecuaciones matemáticas”.*

Se tuvieron en cuenta los indicadores de logro que propone el CONFEDI:

- Reconocimiento de distintos tipos de funciones -lineales, cuadráticas, trigonométricas (seno, coseno y tangente), exponenciales y logarítmicas- a partir de la gráfica y/o por sus ecuaciones matemáticas.
- Interpretación de representaciones gráficas.
- Traducción de la “realidad” a una estructura matemática.

2) Competencia específica: *“Resolver problemas sencillos en Matemática, Física o Química aplicando modelos matemáticos”.*

Sus indicadores de logro se pueden enunciar de la siguiente manera:

El alumno

- representa gráficamente a través de esquemas, tablas, diagramas, etc. utilizando escalas adecuadas.
- indica las magnitudes y unidades correspondientes.
- identifica datos e incógnitas del problema.
- completa la información necesaria recurriendo a otras fuentes: observación, experimentación, textos, internet y otras.
- plantea y usa ecuaciones adecuadas.
- usa la notación adecuada.
- opera con números reales en forma correcta.
- respeta el principio de homogeneidad dimensional.
- utiliza y realiza las conversiones de unidades necesarias.
- potencia la realización de tareas de modelización procedentes del mundo físico y natural.
- justifica los resultados obtenidos, argumentándolos con una base matemática.

Para estas competencias el CONFEDI establece que el nivel esperado de los estudiantes debe ser: *“alto”*.

3 Aspectos metodológicos

Los aspectos procedimentales se iniciaron simultáneamente con el cursado de la materia. En primera instancia se hizo una evaluación diagnóstica sobre los temas de las competencias específicas. Durante el cursado se proporcionó a los estudiantes una serie de materiales de estudio y actividades para ayudarlos a mejorar el nivel alcanzado en las competencias específicas. Dichos instrumentos fueron implementados como recursos y actividades (tareas, lecciones y cuestionarios) en las aulas virtuales, sobre plataforma Moodle, que poseen los docentes de Introducción a la Matemática. Finalmente todo este proceso tuvo una instancia de evaluación de acreditación en el 1er Parcial de la materia. Para interpretar los resultados se dividieron los alumnos en dos grupos: los que alcanzaron a acreditar en el parcial los temas relativos a las competencias específicas evaluadas (funciones y gráficos), y los que no lo hicieron.

Como aporte a la formación de las competencias específicas elegidas (funciones y problemas) se diseñó un instrumento de evaluación. Uno de los aspectos que se consideró al momento de confeccionar el instrumento fue que debía servir de diagnóstico y debía permitir comprobar, o no, la percepción del escaso logro que poseen de dichas competencias. Otro aspecto del mismo es el formativo. En este sentido debía ser posible que los alumnos lo aprovecharan como retroalimentación y motivación para continuar su proceso de formación en las competencias específicas, como el reconocimiento de una función, su expresión analítica y su aplicación a la resolución de problemas sencillos de física y/o matemática.

1) El instrumento consta de 3 partes:

- a) Análisis del gráfico de una función. Reconocimiento y expresión formal de dominio, imagen y regla de asignación.
- b) Aplicación de funciones a problemas sencillos de física.
- c) Representación mediante esquemas, tablas, diagramas, etc., de fenómenos físicos. Utilización de escalas adecuadas y unidades correspondientes. Identificación de datos e incógnitas. Ampliación de la información recurriendo a otras fuentes: observación, experimentación, textos, Internet y otras.

El instrumento se realizó como experiencia piloto aplicada a dos cursos de Introducción a la Matemática, asignatura correspondiente al 1er Año de las carreras de Ingeniería de la F.C.E.F. y N. de la U.N.C. Se entregó durante la jornada de clase, en 4 hojas impresas con suficiente espacio para que pudieran responder en las mismas hojas y entregarlo al docente. Se les asignó un tiempo de trabajo de 90 minutos, transcurrido el cual se les retiró.

A la semana siguiente se les entregó el instrumento corregido con los errores y/o insuficiencias remarcadas para que lo pudieran analizar reflexivamente y a partir de él detectar cuáles eran sus deficiencias y poder corregirlas en las siguientes clases presenciales de la asignatura que se desarrollaron durante tres semanas.

Además, a través del aula virtual de la materia, implementada sobre la plataforma Moodle, se les proporcionó un conjunto de recursos como por ejemplo: materiales de lectura adaptados para el aprendizaje por competencias, vínculos a páginas web seleccionados, cuestionario de autoevaluación sobre dominio e imagen de funciones, actividades de resolución de problemas con corrección por el parte del docente, entre otras, tendientes a que los estudiantes continuaran su trayecto de formación en las competencias específicas elegidas (funciones y problemas). Durante todo el proceso (que duró unas tres semanas) se les ofreció horarios de consulta por chat, foros de preguntas y respuestas y atención de consultas mediante correo electrónico.

En la continuación del desarrollo de la asignatura se tomó el primer parcial de acreditación. En él, además de los temas específicos de la materia, se incluyeron temas relativos a funciones y su aplicación a la resolución de problemas para evaluar el grado alcanzado en el desarrollo de las competencias específicas (motivo de este trabajo).

4 Análisis de los resultados obtenidos

Para el análisis se tomó como base el rendimiento de los alumnos en la evaluación parcial de acreditación de la materia. Con este criterio se los clasificó en dos grupos: los que aprobaron el parcial y los que no. Luego se indagó sobre la utilización de los recursos puestos a disposición de los alumnos en el proceso de aprendizaje, de los que resultaron las siguientes apreciaciones para cada uno de los grupos:

- a) Alumnos que aprobaron el parcial (20 individuos): se comprobó que de los 20 alumnos, sólo 5 de ellos, habían aprobado la evaluación diagnóstica y 15 no habían aprobado. Estos últimos mostraron interés por

corregir sus deficiencias en las competencias específicas, consultando bibliografía adicional propuesta por el docente, asistiendo a las clases de consulta y participando en las actividades propuestas en el aula virtual; entre las que se destacan los foros de preguntas y respuestas (10 alumnos), la visualización de los vínculos web propuestos (los 15 alumnos), la consulta a docentes por mensajes de correo electrónico, etc. Además, se les ofreció una serie de herramientas bajo plataforma Moodle de evaluación formativa, como la realización de un cuestionario de autoevaluación, una encuesta sobre los usos y aplicaciones de los gráficos cartesianos para representación de variables (por ejemplo: temperatura ambiente en función de las horas del día), la aplicación de funciones sinusoidales para la resolución de problemas de física, etc., con lo que se realizó una etapa de evaluación formativa procurando que sirviera al alumno para reflexionar acerca de su aprendizaje y que pudiera tomar las acciones que creyera necesarias para corregirlo.

- b) Alumnos que no aprobaron el parcial (45 individuos): Se observa que los que presentaron muy bajo rendimiento en la evaluación diagnóstica tomada al comienzo del tema son los que menos usaron los materiales puestos a su disposición en el aula virtual. Sólo 25 de ellos consultaron algún tipo de recurso, no participaron en foros y no enviaron correos. También se pudo advertir en estos alumnos que su rendimiento en la evaluación de acreditación fue muy similar al de la evaluación diagnóstica y, prácticamente, no utilizaron las posibilidades de evaluaciones formativas que se le brindaron.

Cabe recordar que todas estas acciones se desarrollaron en forma paralela al dictado de la materia y la participación de los alumnos no fue obligatoria, ya que no constituyeron un requisito para la acreditación de la asignatura.

Respecto de los temas incluidos en las competencias específicas, se detectó que los que más dificultad presentaron fueron los relativos a funciones trigonométricas y logarítmicas, y también fueron los más demandados por los alumnos durante el período de formación.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que las competencias básicas que traen los alumnos del Nivel Medio, en cuanto al tema Funciones, no son suficientes; y se espera posible su desarrollo mediante la implementación de herramientas de aprendizaje y evaluación formativa a través de un aula virtual.

A partir de lo observado en los cursos donde se implementó la evaluación formativa sobre competencias específicas de funciones y problemas, se propone extender su uso a los demás cursos de la asignatura Introducción a la Matemática de la F.C.E.F. y N. y a los demás temas, tendiendo al aprendizaje basado en competencias, implementado en aula virtual y usando herramientas de evaluación formativa. En este sentido se aspira a incorporar y desarrollar mapas conceptuales con la aplicación CMaps y otro tipo de mejoras para que el aula virtual resulte más interactiva.

Además se propone realizar la misma evaluación en todos los cursos al comienzo de la materia. Este momento es particularmente importante ya que pone al alumno ante la evidencia de que no posee la competencia específica que se está evaluando y aún está a tiempo de acceder a las instancias que se le proponen para facilitar su aprendizaje y para tomar las acciones pertinentes tendientes a mejorarlas.

6 Agradecimientos

Al titular de la cátedra de Introducción a la Matemática por su actitud generosa para permitir la realización de actividades enfocadas a las competencias en paralelo con el desarrollo tradicional del curso, objeto de este proyecto de investigación.

A la S.E.C. y T. de la U.N.C. institución que acredita el presente proyecto de investigación.

Referencias

1. Bogoya, D. Una prueba de evaluación de competencias académicas como proyecto. En: Bogoya, D. y colaboradores. *Competencias y proyecto pedagógico*. Santafé de Bogotá, D. C: Unibiblos. 2000

2. Salas Zapata, W. A.: FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A PROPÓSITO DEL CASO COLOMBIANO Universidad de Antioquia, Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*. Número 36/9 (ISSN: 1681-5653) Fecha de publicación: 25/09/2005
3. Documento de CONFEDI Competencias en Ingeniería: “Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Argentina” 1ra Edición. Universidad FASTA, Mar del Plata ebook: ISBN 978-987-1312-62-7 pdf.2014
4. Azpilicuetta, J.; Galoppo, J. L.; Sandín, D.; Vignoli, A.: “Enseñanza por competencias del Análisis Matemático y el Álgebra Lineal utilizando TIC en el primer año de las carreras de Ingeniería”, *Jornadas TIC, FCEFyN - UNC*, Diciembre, 2014.
5. Cerato, A. I. y Gallino, M.: Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología, Número 13*, pp. 83 - 4 ISSN 1850-0870. (2013).
6. Fasce, H. E.: “Evaluación formativa” *Rev Educ Cienc Salud*; Volumen 6 (1): 8-9.2009