

## **MEJORA CONTINUA DE PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN BASE A LA MEDICIÓN DE LOGROS DE COMPETENCIAS PROFESIONALES**

Isabel Hilliger, Pontificia Universidad Católica de Chile, [ihillige@ing.puc.cl](mailto:ihillige@ing.puc.cl)  
Mar Pérez, Pontificia Universidad Católica de Chile, [mar.perez@uc.cl](mailto:mar.perez@uc.cl)

### **RESUMEN**

Diferentes entidades internacionales han promovido diseños curriculares por competencias en la educación de ingeniería. Una de estas entidades es la agencia norteamericana ABET. En 1996, ABET creó un criterio denominado mejora continua, el cual requiere que las jefaturas de los programas formulen acciones de mejora curriculares y docentes en base a resultados de aprendizaje recolectados sistemáticamente. Actualmente, programas de diferentes países del mundo, incluyendo Chile, se rigen por criterios de acreditación de ABET. De hecho, la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC) acredita cinco de sus programas desde el 2009. Los programas acreditados son el título profesional Ingeniería Civil con todos sus diplomas, y el título de Ingeniería Civil Industrial con sus diplomas de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería de Computación. A inicios del año 2015, iniciándose el segundo ciclo de acreditación, la Dirección de Educación de Ingeniería de la UC se hizo responsable de recolectar evidencia para dar cuenta del cumplimiento del criterio de mejora continua en estos programas. Para estos efectos, se implementó un plan de medición y evaluación de logro de competencias de tres años. Este artículo presenta los resultados recolectados a la fecha, describiendo el proceso implementado, los instrumentos de evaluación utilizados y las acciones de mejora formuladas. Además, se discuten futuras opciones de trabajo en esta línea en base a lo aprendido en este proceso. Con este artículo, se espera contribuir a la gestión de programas de ingeniería que han implementado diseños curriculares por competencias.

**PALABRAS CLAVES:** Mejora Continua, Competencias profesionales, Logros de aprendizaje, Diseños curriculares por competencias, Rendimiento académico.

### **INTRODUCCIÓN**

Diferentes entidades internacionales han promovido diseños curriculares por competencias en la educación de ingeniería. Una de estas entidades corresponde al Proyecto Tuning, el cual emerge de la declaración de Bolonia del año 1999 (Universidad de Deusto, s/f). Este proyecto tenía por objetivo reforzar la calidad de la educación superior en Europa en base a la definición de competencias genéricas y específicas (Tuning América Latina, s/f). A fines del 2003, se decidió extender este esfuerzo a Latinoamérica, en donde se conformaron grupos de trabajo para definir competencias genéricas y específicas a diferentes disciplinas. En el ámbito de ingeniería civil, se definieron 19 competencias específicas, entre las cuales se encuentra la habilidad para aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil (Tuning América Latina, s/f).

Otra entidad profesional que promueve la educación de ingeniería orientada por competencias es la OCDE. El año 2013, se llevó a cabo un estudio de factibilidad para la evaluación de programas de educación superior en base logros de competencias conocido como AHELO (OECD, s/f). En el marco de esta iniciativa, se buscaba comparar los resultados de aprendizaje de estudiantes de diferentes países en el campo de ingeniería. Los partidarios de AHELO argumentaron que su propósito era otorgar retroalimentación a las escuelas de ingeniería sobre

su calidad académica. Sin embargo, el planteamiento de la iniciativa tuvo detractores debido al potencial uso para clasificar países e instituciones.

No obstante, previo a estos esfuerzos internacionales, la *Accreditation Board of Engineering and Technology* (ABET) había ya instalado los diseños curriculares por competencia en los programas de ingeniería en Norteamérica. En 1996, ABET redefinió sus criterios de acreditación, incorporando un perfil de egreso en base competencias técnicas y profesionales, los cuales se conocen como *Engineering Criteria 2000* (EC2000). Adicionalmente, definió un criterio de mejora continua para exigirle a los líderes de los programas de ingeniería que diesen cuenta de la formulación de acciones de mejora en base a resultados de logro de dichas competencias. Estos cambios en los criterios de acreditación ejercieron una fuerte influencia en la gestión curricular y docente de los programas de ingeniería, fortaleciendo la formación orientada hacia el ejercicio profesional (Lattuca, Terenzini & Volkein, 2006).

Actualmente, ABET es una agencia de acreditación de programas de ingeniería con influencia a nivel global. Programas de diferentes regiones del mundo se rigen por estos criterios (p. ej. Medio Oriente y Latinoamérica) (Lucena, Downey, Jesiel & Elber, 2008). En Chile, la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica (Ingeniería UC) ha acreditado cinco de sus programas bajo estos criterios. Los programas acreditados son:

1. Título profesional de Ingeniero Civil
2. Título profesional de Ingeniero Civil de Industrias con diploma en Ingeniería Eléctrica
3. Título profesional de Ingeniero Civil de Industrias con diploma en Ingeniería de Computación
4. Título profesional de Ingeniero Civil de Industrias con diploma en Ingeniería Mecánica
5. Título profesional de Ingeniero Civil de Industrias con diploma en Ingeniería Química

Este artículo presenta la evidencia recolectada para dar cumplimiento del criterio de mejora continua en estos cinco programas. Particularmente, se presentan los resultados de un plan de medición de competencias implementado entre el año 2015 y 2017 para recolectar evidencia para segundo ciclo de acreditación ABET. El objetivo de este plan era recolectar logros de competencias en diferentes cursos de estos programas, y fomentar la formulación de acciones de mejora en aquellos casos que los logros no fuesen los esperados. Las preguntas directrices de este trabajo de investigación son:

1. ¿Qué instrumentos de evaluación utilizan los profesores de diferentes programas de ingeniería para dar cuenta del logro de competencias profesionales?
2. ¿Qué acciones de mejora curriculares y docentes se implementaron en diferentes programas de ingeniería en base a resultados de logro de competencias profesionales?

Este artículo contribuye a la gestión curricular y docente de programas de ingeniería a diferentes niveles. A nivel institucional, este artículo documenta los resultados del proceso de mejora continua de Ingeniería UC implementado entre el 2015 y 2017, de manera de que sus líderes tomen decisiones de futuros pasos en este ámbito. A nivel nacional, este trabajo difunde diferentes estrategias docentes para medir logro de competencias profesionales en los cursos, las cuales podrían adoptarse para fortalecer la implementación curricular a nivel de programa. Finalmente, a nivel internacional, este trabajo se enmarca en la actual revisión de los criterios de acreditación ABET, particularmente en el ámbito de competencias, currículum y mejora continua (ABET, s/f). ABET ha propuesto una nueva lista de competencias, la cual ya ha generado discusión en el ámbito académico (Slaton & Riley, 2015).

## DESARROLLO

Durante el año 2014, Ingeniería UC recibió una visita de pares evaluadores de ABET. Entre las diferentes recomendaciones y consideraciones se estos pares evaluadores, se planteó la necesidad de implementar un proceso de mejora continua sistemático y sustentable en el tiempo. Este proceso debía promover: 1) la medición periódica de logro de competencias profesionales, 2) la evaluación periódica de estos logros a nivel de programa, y 3) la documentación de estas instancias y de la formulación e implementación de acciones de mejora a nivel curricular y docente.

La Dirección de Pregrado de Ingeniería UC, a cargo del proceso de acreditación ABET, le solicitó a la Dirección de Educación de Ingeniería liderar la implementación de un proceso de mejora continua. Las competencias profesionales a medir serían las propuestas por ABET (ABET, 2014), teniendo en cuenta que existe una tabla de equivalencia entre estas competencias y las del perfil de egreso de los títulos acreditados. De manera de distribuir la carga de trabajo, se planteó un ciclo de medición de tres años, midiendo a lo más dos competencias por semestre (ver Tabla 1).

Tabla N° 1. Distribución de competencias a medir por semestre en plan de medición de tres años (\*).

2015		2016		2017	
Primer Semestre	Segundo Semestre	Primer Semestre	Segundo Semestre	Primer Semestre	Segundo Semestre
b) Analizar e interpretar datos. c) Diseñar un proceso, componente o sistema.	a) Identificar y resolver un problema. c) Aplicar conocimientos científicos y matemáticos.	k) Utilizar técnicas, herramientas y habilidades necesarias para la ingeniería.	d) Trabajar en equipo de forma efectiva. g) Comunicar de forma efectiva (oral y escrita).	j) Conocer sobre temas contingentes. h) Entender el impacto de soluciones de ingeniería.	f) Entender la responsabilidad ética. i) Reconocer la necesidad de aprendizaje continua.

**Nota:**

Las competencias descritas en la tabla corresponden a una simplificación de las propuestas por ABET:

(a) *an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering*

(b) *an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data*

(c) *an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability*

(d) *an ability to function on multidisciplinary teams*

(e) *an ability to identify, formulate, and solve engineering problems*

(f) *an understanding of professional and ethical responsibility*

(g) *an ability to communicate effectively*

(h) *the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context*

(i) *a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning*

(j) *a knowledge of contemporary issues*

(k) *an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.*

Para medir cada una de estas competencias, se le solicitó recolectar evidencia a profesores de dos cursos que tributarán a la competencia en cuestión en cada uno de los programas acreditados. Para apoyar su gestión, se realizaron las siguientes tareas semestre a semestre:

- Definir rúbricas analíticas validadas por un comité de profesores para cada una de las competencias (ver Tabla 2)
- Impartir talleres sobre medición de competencias previo a que se iniciará cada semestre

Tabla N° 2. Ejemplo de rúbrica para la competencia a) Aplicar conocimientos científicos y matemáticos.

<b>Performance Indicator (P.I.)</b>	<b>Performance level</b>			
	<b>Unsatisfactory</b>	<b>Developing</b>	<b>Satisfactory</b>	<b>Exemplary</b>
<b>P.I.1: Applies math and scientific principles to formulate relevant models to processes and systems in Engineering</b>	<i>Does not understand the connection between mathematical models based on scientific principles and systems in engineering</i>	<i>Understands the connection between mathematical models and systems in engineering, but does not apply math and scientific principles adequately</i>	<i>Chooses applicable math or scientific principles to an engineering process or system, but has trouble with mathematical modeling</i>	<i>Combines math and scientific principles in order to formulate relevant mathematical models to processes and systems in Engineering</i>
<b>P.I.2: Applies theory in solving engineering problems acknowledging limitations and assumptions</b>	<i>Does not grasp the connection between theory and engineering problems</i>	<i>Understands math and scientific theory but not sufficient for solving engineering problems</i>	<i>Applies theory to engineering problems dismissing some limitations and assumptions</i>	<i>Translates theory into engineering applications, acknowledging limitations and assumptions</i>
<b>P.I.3: Performs calculations correctly by means of paper or math software as applicable</b>	<i>Calculates by hand incorrectly, and doesn't perform calculations using a math software when required</i>	<i>Calculates by hand with minor errors, but encounters difficulties performing calculations using a math software</i>	<i>Performs calculations correctly by means of paper or math software when required</i>	<i>Performs calculations correctly by use of paper or math software, discriminating between the use of both as applicable</i>
<b>P.I.4: Analyses data applying statistical concepts and methods in engineering</b>	<i>Does not recognize statistical concepts and methods for analyzing data</i>	<i>Applies basic statistics concepts and methods with some errors in calculations</i>	<i>Analyses data applying statistical concepts and methods with minor errors in calculations</i>	<i>Analyses data sets using statistical concepts and methods, presenting results in meaningful ways</i>

Nota:

La rúbrica se encuentra en inglés debido a que toda la documentación se realizaba en este idioma para facilitar la revisión de los pares evaluadores. En la columna de la derecha, se establecen indicadores de desempeño de la competencia, los cuales constituyen aspectos observables de la competencia. Se describen cuatro niveles de desempeño para indicador: insatisfactorio, en desarrollo, satisfactorio y ejemplar.

Al inicio de cada semestre, cada profesor entregaba una planificación de la medición de la competencia en su curso, indicando:

- Indicadores de desempeño de la competencia observables en el contexto del curso
- Instrumentos de evaluación que dan cuenta de los indicadores de desempeño observables

Al término de cada semestre, la Dirección de Educación de Ingeniería le solicitaba a cada profesor el envío de las notas o puntajes de los instrumentos de evaluación con los cuales daban cuenta de la competencia designada. Dichas notas o puntajes eran convertidas a logros de aprendizaje estableciendo cortes por desempeño equivalentes a un desempeño insatisfactorio, en desarrollo, satisfactorio y ejemplar. Por ejemplo, si un instrumento de evaluación era de nota máxima 7, generalmente un desempeño insatisfactorio era bajo nota 3, uno en desarrollo era entre nota 3 y 4, satisfactorio era entre 4 y 6, y uno ejemplar era sobre 6. No obstante, los cortes por desempeño eran definidos por el docente y la Subdirectora de Medición, Evaluación y Calidad.

Finalmente, se realizaba una reunión por programa, en el cual se presentaba el porcentaje de estudiantes que demostraban un desempeño satisfactorio o ejemplar en cada uno de los cursos

medidos. Esta reunión convocaba al jefe de programa, los profesores que les tocó medir en el semestre en cuestión, a los que tocaba medir el semestre que viene, otros profesionales del programa, un representante de la Dirección de Educación de Ingeniería y un representante de la Dirección de pregrado. En base al porcentaje de logro esperado, se formulaban acciones de mejora, las cuales eran documentadas en un acta semestral por programa.

La sección a continuación muestra los resultados obtenidos del plan de medición planteado en la Tabla 1, describiendo instrumentos de evaluación utilizados para dar cuenta de las competencias medidas y las acciones de mejora propuestas en base a los porcentajes de logro obtenidos. Cabe señalar que a la fecha:

- Se cuenta con 11 rúbricas genéricas para los 5 programas acreditados (una por competencia).
- Se han medido 9 competencias de las 11 propuestas por ABET (el presente semestre se medirán las dos competencias pendientes).
- Se han realizado 6 talleres sobre medición de competencias (cada uno focalizado a las competencias que tocaba medir cada semestre).
- Han participado 59 profesores de la Escuela en la medición de competencias (incluyendo el trabajo en desarrollo del segundo semestre del 2017).
- En todo el ciclo de medición, se habrá recolectado evidencia de 50 cursos de la escuela de 5 programas.

## RESULTADOS

Las Tablas 3 a la 11 dan cuenta de las competencias evaluadas semestralmente entre el inicio del 2015 y el segundo semestre del 2017, describiendo indicadores de desempeño medidos, los instrumentos de evaluación utilizados y las acciones de mejora formuladas.

Tabla N° 3. Medición de la competencia b) durante el primer semestre del 2015 (la habilidad para conducir experimentos, y recolectar, analizar e interpretar datos).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se comporta forma segura en el laboratorio.</li> <li>• Sigue un plan efectivo de recolección de datos.</li> <li>• Documenta análisis de datos adecuadamente.</li> <li>• Concluye adecuadamente a partir de los datos.</li> </ul>	Pauta de observación del ayudante durante trabajo de laboratorio. Informes de laboratorio.	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Eléctrica		Tareas	Revisar matriz de tributación.
Ingeniería de Computación		Tareas de programación. Examen final.	Reforzar aspecto experimental de las tareas.
Ingeniería Mecánica		Pauta de observación de ayudante y de profesor. Informes de laboratorio	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Química		Pauta de observación del ayudante durante trabajo de laboratorio. Pre informe de laboratorio. Informes de laboratorio.	Vincular de mejor forma la cátedra del curso medido con lo aplicado en el trabajo de laboratorio.

Tabla N° 4. Medición de la competencia c) durante el primer semestre del 2015 (la habilidad para diseñar un proceso, producto o sistema considerando múltiples restricciones realistas).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigue un proceso de diseño lógico.</li> <li>• Identifica alternativas de solución a un problema.</li> <li>• Provee una solución de diseño factible según diversas restricciones.</li> <li>• Evalúa costos y manufactura.</li> </ul>	Interrogación Trabajo de laboratorio	Revisar matriz de tributación para que otro curso reporte evidencia de la c).
Ingeniería Eléctrica		Entregables de proyecto	Revisar matriz de tributación para que otros cursos recolecten evidencia.
Ingeniería de Computación		Tareas Entregables de proyecto	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Mecánica		Presentación oral Reporte escrito	Revisar matriz de tributación para que otro curso reporte evidencia de la c).
Ingeniería Química		Tareas y talleres Presentaciones Orales	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.

Tabla N° 5. Medición de la competencia a) durante el segundo semestre del 2015 (la habilidad para aplicar conocimientos científicos y matemáticos).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica principios matemáticos y científicos para modelar.</li> <li>• Reconoce limitaciones y supuestos.</li> <li>• Resuelve cálculos correctamente.</li> </ul>	Interrogaciones escritas Tareas	Revisar alineación entre preguntas de interrogación e indicadores de desempeño a medir.
Ingeniería Eléctrica		Interrogación escrita Tareas	Revisar alineación entre preguntas de interrogación e indicadores de desempeño a medir.
Ingeniería de Computación		Interrogación escrita	Revisar matriz de tributación para ver si otro curso mide a).
Ingeniería Mecánica		Controles Interrogaciones escritas	Balancear teoría con aplicación.
Ingeniería Química		Controles en clase Entregable de proyecto Talleres	Se requiere incorporar talleres de uso de software para modelar (p. ej. Matlab).

Tabla N° 6. Medición de la competencia e) durante el segundo semestre del 2015 (la habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica un problema.</li> <li>• Formula un problema en base a formas matemáticas.</li> <li>• Resuelve cálculos correctamente.</li> <li>• Propone una solución creíble.</li> </ul>	Tareas Entregables de proyectos Interrogaciones escritas	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Eléctrica		Tareas Entregables de proyectos Interrogaciones escritas	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería de Computación		Diferentes entregables de un proyecto	Revisar la necesidad de que el curso que midió sea co-requisito de otro.
Ingeniería Mecánica		Interrogaciones escritas Examen final	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora
Ingeniería Química		Controles en clase Entregable de proyecto Talleres	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora

Tabla N° 7. Medición de la competencia k) durante el primer semestre del 2016 (la habilidad para utilizar herramientas, técnicas y competencias para la práctica moderna de la ingeniería).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica diferentes técnicas y herramientas.</li> <li>• Demuestra una habilidad.</li> <li>• Aplica una técnica.</li> <li>• Utiliza una herramienta.</li> </ul>	Laboratorios computacionales Pregunta de interrogación escrita	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Eléctrica		Focus Group Tareas	Revisar desarrollo de habilidades en cursos previos al que recolectó datos.
Ingeniería de Computación		Interrogaciones escritas Tareas	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Mecánica		Laboratorio Cuestionario	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora
Ingeniería Química		Tareas Control oral en laboratorio	Se requiere incorporar talleres de uso de software para modelar (p. ej. Matlab).

Tabla N° 8. Medición de la competencia d) durante el segundo semestre del 2016 (la habilidad para trabajar en equipo de forma efectiva).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica diferentes técnicas y herramientas.</li> <li>Demuestra una habilidad.</li> <li>Aplica una técnica.</li> </ul> Utiliza una herramienta.	Evaluación de pares Observación de laboratorio	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Eléctrica		Controles grupales en clases Evaluación de pares	Revisar estrategia de medición de competencia.
Ingeniería de Computación		Evaluación de pares	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería Mecánica		Presentaciones orales	Usar estrategias para definir roles.
Ingeniería Química		Controles grupales en clases	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.

Tabla N° 9. Medición de la competencia g) durante el segundo semestre del 2016 (la habilidad para comunicarse de forma efectiva tanto oral como escrita)

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de lenguaje apropiado.</li> <li>Uso de estructura adecuada.</li> <li>Toma en cuenta a su audiencia.</li> </ul>	Informes de laboratorio	Revisar estrategia de medición.
Ingeniería Eléctrica		Presentación oral	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.
Ingeniería de Computación		Presentaciones orales	
Ingeniería Mecánica		Informes escritos	
Ingeniería Química		Presentaciones orales	

Tabla N° 10. Medición de la competencia h) durante el primer semestre del 2017 (la habilidad para entender el impacto amplio de soluciones de ingeniería).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisa diferentes fuentes técnicas.</li> <li>Discute consideraciones ambientales y sociales.</li> </ul>	Entregables de proyecto	Reunión de evaluación pendiente.
Ingeniería Eléctrica		Entregables de proyecto	Reunión de evaluación pendiente.
Ingeniería de Computación		Taller Entregables de proyecto	Corregir entregables separando análisis del entregable versus el proceso.
Ingeniería Mecánica		Controles Entregables de proyecto	El programa consideró que no era necesario

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
			formular acciones de mejora.
Ingeniería Química		Informe final de proyecto Controles de lectura	El programa consideró que no era necesario formular acciones de mejora.

Tabla N° 4. Medición de la competencia j) durante el primer semestre del 2017 (la habilidad para conocer temas contingentes o asuntos contemporáneos).

Programas	Indicadores de Desempeño	Instrumentos de Evaluación	Acciones de Mejora
Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisa noticias e investigación sobre ingeniería.</li> <li>• Discute sobre aspectos contingentes al ejercicio profesional del ingeniero.</li> </ul>	Pregunta de interrogación	Reunión de evaluación pendiente.
Ingeniería Eléctrica		Preparación de mini clases	Reunión de evaluación pendiente.
Ingeniería de Computación		Talleres sobre temas contingentes Entregables de proyectos	Realizar clase introductoria que motive participación en actividades sobre temas contingentes.
Ingeniería Mecánica		Tareas	Revisar matriz de tributación
Ingeniería Química		Discusión en clases sobre temas contingentes	Medir en base a observación de clases (no trabajo posterior)

Durante el segundo semestre del 2017, se realizarán mediciones de las competencias f), la habilidad para entender responsabilidades profesionales y éticas del ingeniero, y la i), la habilidad para reconocer la necesidad de aprender a lo largo de la vida. El jueves 22 de julio se realizó un taller para que los profesores prepararán la medición de dichas competencias. A la fecha, la mayoría de los profesores ha enviado la planificación de la medición en su curso. No obstante, el análisis de instrumentos de evaluación, y acciones de mejora se hará al cierre de dicho semestre.

## CONCLUSIONES

Respondiendo a la primera pregunta de este estudio, se identifican algunos instrumentos de evaluación recurrentes a partir del plan de medición implementado en Ingeniería UC:

- Pautas de observación e informes de laboratorio (competencia b de laboratorio)
- Resolución de talleres, tareas y entregables de proyectos (competencia c de diseño)
- Resolución de tareas e interrogaciones escritas (competencia a y e de aplicación de conocimientos y resolución de problemas)
- Tareas y laboratorios (competencia k de uso de herramientas y técnicas)
- Evaluación de pares (competencia d sobre trabajo en equipo)
- Informes escritos y presentaciones orales (competencia g de comunicación efectiva)
- Entregables de proyectos (competencia h sobre impacto de soluciones de ingeniería)
- Variados instrumentos para competencia j sobre el conocimiento de asuntos contemporáneos

En relación a la segunda pregunta de este estudio, se observa que los programas son capaces de formular acciones de mejora curriculares y docentes a partir de resultados de logro de competencias en los cursos. A nivel curricular, la acción de mejora más recurrente es la revisión de matrices de tributación que relacionan cursos con competencias de egreso. A nivel docente, los profesores manifiestan el interés por revisar aspectos propios de la evaluación de logros de aprendizajes en sus cursos.

Respecto a las contribuciones de este trabajo, emergen líneas de acción a distintos niveles. A nivel institucional, se concluye que el plan de medición de tres años establece una línea base para la revisión de matrices de tributación. En lo que respecta a futuros ciclos de acreditación, se debe evaluar la percepción de jefes de programa y de docentes en lo que respecta a los beneficios y costos de haber implementado este proceso. A nivel nacional, este trabajo da cuenta de lo que implica implementar un diseño curricular por competencias. Se requiere de más trabajo de medición y evaluación de logros de aprendizaje para asegurar el cumplimiento de los perfiles de egreso de nuestros egresados, lo cual no necesariamente implica exámenes a nivel nacional, sino un trabajo más riguroso al interior de las escuelas. Finalmente, a nivel internacional, este trabajo implica que se requiere más investigación sobre cómo medir competencias. Diferentes entidades han propuesto marcos de habilidades, pero se requiere más trabajo colaborativo para acordar como esas habilidades son observables o medibles.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el trabajo colaborativo realizado con la Dirección de Pregrado de Ingeniería UC, como también el trabajo riguroso de los profesores de la Escuela en dar cuenta del logro de competencias de estudiantes en sus cursos.

## REFERENCIAS

- ABET (s/f). Criteria from Accrediting Engineering Programs-Proposed Changes. Obtenido el 12/08/2017 de: <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/11/Proposed-Revisions-to-EAC-Criteria-3-and-5.pdf>
- ABET (2014). Criteria for Accrediting Engineering Programs. Effective for Reviews During 2015-2016 Accreditation Cycle. Obtenido el 12/08/2017 de: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-alerts/rationale-for-revising-criteria-3/>
- Lattuca, L. R., Terenzini, P.T., & Volkein, J. F. (2006) Engineering Change: A Study of the Impact of EC2000. ABET: Baltimore.
- Lucena, J., Downey, G., Jesiek, B., and Elber, S. (2008) Competencies Beyond Countries: The ReOrganization of Engineering Education in the United States, Europe, and Latin America. *Journal of Engineering Education*, 97 (4) 433-447.
- Slaton, A. E. & Riley, D. M. (2015). The Wrong Solutions for STEM Education. Inside Higher Ed. Obtenido el 12/08/2017 de: <https://www.insidehighered.com/views/2015/07/08/essay-criticizes-proposed-changes-engineering-accreditation-standards>
- Tuning Educational Structures in Europe. (n/d). Retrieved from: <http://www.unideusto.org/tuningeu/> 12. Tuning América Latina. (n/d) Retrieved

from:

[http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)

OECD (n/d). Testing and university performance globally: OECD's AHELO. Retrieved

from: <http://www.oecd.org/edu/skills->

[beyondschool/testingstudentanduniversityperformancegloballyoecdshelo.htm](http://www.oecd.org/edu/skills-beyondschool/testingstudentanduniversityperformancegloballyoecdshelo.htm)