

PERCEPCIÓN DE AUTOEFICACIA EN CURSOS CAPSTONE: UN INSTRUMENTO PARA SU MEDICIÓN

Ximena Hidalgo, Pontificia Universidad Católica de Chile, xhidalgo@ing.puc.cl

Manuela de la Vega, Pontificia Universidad Católica de Chile, mdelavega@ing.puc.cl

RESUMEN

La Escuela de Ingeniería de la PUC, durante los últimos años ha desarrollado un proceso de fortalecimiento de los cursos capstone, los que en la malla curricular adquieren especial relevancia ya que integran competencias complejas y necesarias para el desempeño profesional.

Un motor fundamental para este trabajo ha sido el proceso de acreditación de la Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET), agencia que estipula los elementos centrales que este tipo de cursos debieran integrar. Si bien el trabajo inicialmente se focalizó en entregar apoyo a los profesores en el diseño e implementación de sus respectivos cursos capstone, en una segunda etapa se ha levantado información desde la perspectiva de los principales protagonistas del proceso educativo, los estudiantes.

A través de este artículo se presenta una iniciativa que consistió en el diseño de un instrumento orientado a medir la percepción de autoeficacia en alumnos de cursos capstone en relación al logro de las competencias de egreso declaradas por ABET. Se presentan los resultados de la aplicación piloto del instrumento junto a consideraciones para un futuro trabajo orientado a implementar dicho instrumento de manera sistemática en la Escuela de Ingeniería, así como utilizar su análisis en pos de reflexiones para futuras mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje.

PALABRAS CLAVES: Cursos capstone, percepción de autoeficacia, competencias de egreso, acreditación internacional.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del proceso de acreditación ABET, la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile ha planificado diversas acciones con el objetivo final de fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de la evaluación que realiza ABET a los programas de ingeniería, los cursos capstone adquieren especial relevancia debido a su ubicación curricular. Estos cursos representan una instancia formativa en que los estudiantes deben integrar los conocimientos y habilidades adquiridos previamente, para poder aplicarlos en proyectos reales de ingeniería.

Por consiguiente, durante los últimos años se ha implementado un trabajo sistemático de fortalecimiento de este tipo de cursos, comenzando con la caracterización de las prácticas pedagógicas claves, para luego, difundir estos lineamientos a los equipos docentes.

El proceso incluye apoyo por parte de asesores en docencia (de la Dirección de Educación en Ingeniería) para su implementación, de modo de asegurar que los cambios se vean reflejados en el diseño y desarrollo de cada curso capstone. Finalmente, el proceso incluye la recolección de

material pedagógico, en una plataforma informática, para su constante análisis y propuesta de mejoras de uso interno de la Escuela.

Hasta el momento, el trabajo de fortalecimiento de los cursos capstone ha estado orientado principalmente a apoyar a los equipos docentes en cuanto a la planificación y diseño de sus cursos capstone, según el marco requerido por ABET. En una segunda etapa, se han definido acciones para levantar información desde la perspectiva de los estudiantes de estos cursos.

Este artículo presenta un instrumento elaborado para conocer la percepción de autoeficacia de los estudiantes de estos cursos, en relación a 10 competencias de egreso adaptadas a partir del listado propuesto por ABET. Se ha elegido el concepto de autoeficacia, ya que la literatura destaca su importancia en tanto representa la capacidad de los alumnos de confiar en las competencias que les ha entregado el curso, y cómo esto pueden influir en su futuro desempeño (Bandura, 1997). En este sentido, el nivel de autoeficacia declarado por los alumnos entrega información relevante tanto a nivel de profesores como de la Escuela completa, ya que los estudiantes de cursos capstone están en el final de su recorrido curricular, etapa en la que debiera verificarse el logro de las competencias comprometidas en el perfil de egreso.

CURSOS CAPSTONE Y CONCEPTO DE AUTOEFICACIA

El concepto “capstone”, proviene desde el área de la arquitectura, representando la piedra “cúlmine” de una estructura. En un contexto educativo, refiere a la culminación de logros de aprendizaje que un estudiante ha adquirido durante su proceso de formación.

Los capstone, tienen el rol de integrar y movilizar las competencias desarrolladas en cursos previos, evaluar su nivel de logro y promover la transferencia de aprendizajes a contextos reales de aplicación. Se considera el desarrollo de competencias complejas propias del área disciplinar, reconociendo además la importancia de complementarlas con otras de carácter transversal (trabajo en equipo, comunicación efectiva, pensamiento crítico, etc). Su relevancia para la ingeniería radica, entre otros, en la vinculación de conocimientos y conceptos que el estudiante ha incorporado desde un plano teórico, con su aplicación a través de un proyecto de diseño final, y los desafíos que esta tarea reviste (Dutson et al, 1997).

Los cursos capstone han sido influenciados por diversas fuentes, entre ellas se encuentran la industria, el mundo de la academia y especialmente la agencia acreditadora ABET. Específicamente, el Criterio 5 de ABET para acreditar programas de ingeniería, señala: *“los estudiantes deben estar preparados para la práctica de la ingeniería a través de una experiencia culmine de diseño basada en el conocimiento y habilidades adquiridas en cursos previos, incorporando adecuados estándares de ingeniería y múltiples restricciones realistas¹”*.

En esta línea, la Escuela de Ingeniería ha desarrollado diversas acciones para potenciar los cursos capstone, proceso que ha decantado en un plan sistemático semestral que finaliza con la recopilación de material docente (a través de una plataforma informática que almacena información para su posterior análisis).

Dado que la primera etapa de trabajo con los equipos docentes se ha consolidado de manera exitosa, en una segunda etapa se levantó información desde el punto de vista de los estudiantes.

¹ ABET (2014). Criteria for Accrediting Engineering Programs

Para este fin, se ha elaborado un instrumento para conocer su percepción de autoeficacia en cuanto a una selección de competencias de egreso propuestas por ABET.

De acuerdo a Bandura (1997), la autoeficacia puede entenderse como la creencia de una persona en su capacidad de tener éxito en una situación particular. Según el autor, el establecimiento de metas personales está influenciado por la opinión respecto a las propias capacidades. Mientras más fuerte sea la percepción de autoeficacia, más altos son las metas y desafíos que las personas establecen para sí mismos y más comprometidos estarán con éstos. Por tanto, aquellas personas que tienen un alto sentido de autoeficacia, visualizan escenarios exitosos que proveen de referencias positivas para su desempeño futuro. Por el contrario, aquellos que dudan de su autoeficacia, visualizan escenarios de fracasos de manera anticipatoria.

Este concepto adquiere relevancia para los estudiantes de cursos capstone, los que se encuentran en una etapa que los enfrentará próximamente a los desafíos del mundo laboral. Como señala el autor, se requiere un fuerte sentido de eficacia para permanecer orientado en la tarea en situaciones de alta presión y ante la posibilidad de enfrentarse a fracasos y contratiempos. Cuando las personas se ven enfrentadas a manejar circunstancias agobiantes, aquellos que dudan de su propia eficacia resultan ser más erráticos en sus análisis, tienen bajas aspiraciones y la calidad de su desempeño se deteriora. Por otra parte, aquellos que mantienen un alto sentido de eficacia se plantean metas desafiantes y utilizan un pensamiento analítico positivo que da como resultado logros en cuanto al desempeño. (Bandura 1994). En contextos educativos, en este caso en educación superior, la satisfacción de los estudiantes respecto a su desempeño, así como la retroalimentación que reciben respecto a sus competencias, son los principales predictores de autoeficacia. Bandura resalta la importancia de la autoeficacia como predictor de buen desempeño en general así como predictor de una exitosa práctica profesional (Chen et al, 1998).

El levantamiento de información respecto a la percepción de autoeficacia en los estudiantes, además de ser un predictor de su futuro desempeño laboral, entrega información con implicancias tanto a nivel de curso como a nivel curricular. En relación a cada curso, informa al equipo docente respecto al contraste entre los logros de aprendizaje esperados (competencias ABET que el curso declara desarrollar) versus lo que los estudiantes realmente perciben haber alcanzado. Desde una perspectiva curricular, entrega información relativa al logro de las competencias de egreso comprometidas en la trayectoria curricular, por tanto la percepción de su logro o no, por parte de los estudiantes, constituye un dato relevante para la futura toma de decisiones a nivel Escuela.

RESULTADOS

Para la elaboración del instrumento sobre percepción de autoeficacia en cursos capstone, se definió que, las competencias a evaluar debían ser las que ABET declara para el perfil de egreso. Sin embargo, dado que estas presentan enunciados generales, se adaptaron para que su redacción resultara más cercana a la vinculación que el estudiante realizara con el curso. Por otra parte, de las 11 competencias que define ABET, se realizó una selección y adaptación de 10 competencias para efectos del instrumento.

A continuación, se presenta el listado de competencias declaradas por ABET:

- a. Habilidad para aplicar conocimiento de matemáticas, ciencias e Ingeniería.
- b. Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar datos.

- c. Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos.
- d. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios
- e. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.
- f. Habilidad para comprender las responsabilidades éticas y profesionales
- g. Habilidad para comunicarse de manera efectiva.
- h. Habilidad para comprender el impacto de las soluciones ingenieriles en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
- i. Habilidad para reconocer la necesidad y comprometerse con el aprendizaje a lo largo de la vida.
- j. Conocimiento de temas contemporáneos.
- k. Habilidad para utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas para las prácticas de la Ingeniería.

El listado de competencias adaptadas, fue validado con los docentes de los 3 cursos capstone participantes. Además, se les dio la posibilidad de incluir otras competencias que fueran de su interés indagar. Para efectos de este estudio, se analizaron sólo las 10 competencias iguales para los 3 cursos.

La encuesta fue elaborada incluyendo un formulario de consentimiento informado y algunos datos de caracterización de la muestra con el fin de detectar posibles diferencias significativas en estas características: género, año de nacimiento, Major o Departamento al que pertenece.

A continuación, se presenta el listado de competencias adaptadas para efectos de la encuesta:

¿Cuán capaz serías de realizar eficazmente las siguientes tareas?

Indica tu grado de eficacia del 0 al 10 (0=Totalmente ineficaz; 10=Totalmente eficaz).

1. Trabajar colaborativamente en equipos para el desarrollo del proyecto del curso.
2. Comunicar de manera efectiva información del proyecto del curso, a través de presentaciones orales.
3. Comunicar de manera efectiva información del proyecto del curso, a través redacción de informes.
4. Considerar algunas de las siguientes restricciones en el desarrollo del proyecto: económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, manufactura y sustentabilidad, etc.
5. Diseñar un prototipo o servicio que permita responder a determinados requerimientos y necesidades (p.e producto o asesoría).

6. Utilizar herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del proyecto del curso (p.e software de simulación).
7. Identificar las decisiones pertinentes en contextos de incertidumbre y falta de información.
8. Buscar, procesar y analizar información procedente de diferentes fuentes para resolver problemas.
9. Comprender las responsabilidades éticas de un ingeniero en el desarrollo de un proyecto.
10. Anticipar el impacto de las soluciones propuestas en el proyecto, en un contexto económico, ambiental o social.

Se utilizó una escala tipo Likert (de 0 a la 10), lo que permite hacer una equivalencia con la escala porcentual (de 0 a 100%), así como analizar cada competencia ABET por separado, como también conocer el nivel de percepción de autoeficacia global de cada alumno y por el total de ellos (escala sumativa).

Para realizar el análisis se recodificó la escala, considerando los resultados de 1 a 3 como: baja autoeficacia; de 4 a 6: moderada autoeficacia y por último de 7 a 10 alta auto eficacia.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta por cada competencia evaluada:

Promedio de percepción de autoeficacia de competencias ABET



Figura 1. Promedio de percepción de autoeficacia de competencias ABET

Se calculó la variable sumativa con el programa estadístico SPSS 24. Como resultado se obtuvo un 0,912 de fiabilidad (Alfa de Cronbach), lo que da cuenta de la precisión de lo que está midiendo el instrumento. La media de la fiabilidad de este alfa asume que los ítems miden el mismo constructo y que están correlacionadas, cuanto más cerca de 1 es el alfa mayor la consistencia

interna. (Welch & Comer, 1998) Por lo mismo, al tener un 0,91, se da cuenta de la correlación de los ítems (competencias ABET) medidos (p1.p-10 autoeficacia) y de la fiabilidad del instrumento.

Al analizar los datos como un constructo global (escala sumativa), se tiene, para el total de competencias ABET una media de 74,3% (escala de 0 a 100) indistinto del curso, mayor, género, con un mínimo de 15,46% y un máximo de 93. Este aspecto se analizó con las variables demográficas para ver si existen diferencias significativas. Se observa que no hay diferencias para género respecto a la escala sumativa en los ítems de autoeficacia para cursos capstone.

No obstante lo anterior, la variable sumativa si tiene diferencias significativas respecto a los años de nacimiento de los estudiantes: estudiantes cuyo año de nacimiento es el 1995, presentan en promedio 5 puntos más de autoeficacia llegando a 80,5%. Sin embargo, si se analizan años de nacimiento versus cada competencia evaluada por separado, no se reportan diferencias.

Como se puede observar a continuación, también existen diferencias significativas al 95% en relación a los cursos en que se realizó la encuesta de autoeficacia, teniendo una diferencia de 9 puntos en la escala respecto al curso 3.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Máximo	
					Límite inferior	Límite superior		
Curso 1	6	73,5	4,80625	1,96214	68,4562	78,5438	68	80
Curso 2	7	73,1667	6,73548	2,74975	66,0982	80,2351	65	83
Curso 3	9	82,2222	6,64789	2,21596	77,1122	87,3322	69	93
Total	21	77,1429	7,42486	1,62024	73,7631	80,5226	65	93

Figura 2. Promedios autoeficacia por curso.

Si Se realiza un análisis de variables por separado, al analizar cada ítem (autoeficacia del 1 al 10) con las variables demográficas se puede ver que no existen diferencias ni por género ni por año de nacimiento. Sin embargo, si existen diferencias por el tipo de curso para tres ítems de los 10 medidos. Como se puede apreciar a continuación.

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Significancia
						Límite inferior	Límite superior			
Autoeficacia 5	Curso 1	7	7,43	0,98	0,37	6,53	8,33	6	9	0,014
	Curso 2	6	5,50	1,87	0,76	3,54	7,46	2	7	
	Curso 3	9	8,11	1,62	0,54	6,87	9,35	5	10	
Autoeficacia 6	Curso 1	7	4,86	1,68	0,63	3,31	6,41	3	7	0,001
	Curso 2	6	8,17	1,17	0,48	6,94	9,39	7	10	
	Curso 3	9	7,78	1,48	0,49	6,64	8,92	6	10	
Autoeficacia 7	Curso 1	7	7,29	1,11	0,42	6,26	8,31	6	9	0,021
	Curso 2	6	6,67	0,82	0,33	5,81	7,52	5	7	
	Curso 3	9	8,22	0,97	0,32	7,48	8,97	7	10	

Figura 3. Promedios autoeficacia para cursos con ítems que presentan diferencias significativas

Para la pregunta 5 (*“Diseñar un prototipo o servicio que permita responder a determinados requerimientos y necesidades (p.e producto o asesoría)”*), existe una diferencia en la media del curso 2 con los otros cursos. Esto podría explicarse debido a que, para este curso en particular, hay alumnos que están en el rango de baja percepción de autoeficacia (rango entre 1 y 3). Sin embargo, la media es sensible a que se cuenta con un bajo número de respuesta, siendo una limitación en esta conclusión.

Algo similar ocurre para la pregunta 6 (*“Utilizar herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del proyecto del curso (p.e software de simulación)”*), donde el curso 1 tiene en promedio tres puntos menos respecto a los otros dos cursos.

Por último, en la pregunta 7 *“Identificar las decisiones pertinentes en contextos de incertidumbre y falta de información”*, si bien, los promedios son más parejos que en los dos casos anteriores, igualmente existen diferencias que son significativas.

Dentro de las limitaciones a considerar, cabe señalar que el contar con un acotado número de respuestas (21), se tiene una limitación para obtener resultados estadísticos contundentes. Por lo mismo, se tiene en consideración que hay conclusiones que podrían estar sesgadas en relación a la baja tasa de respuestas.

CONCLUSIONES

La Escuela de Ingeniería UC, impulsada por el proceso de acreditación internacional ABET, ha desarrollado y sistematizado una serie de acciones para el fortalecimiento de los cursos capstone. Experiencias internacionales corroboran la creciente tendencia a incluir en el curriculum de Ingeniería, cursos de diseño tipo capstone para entregar a los graduados herramientas para su futuro desempeño profesional, a través de cursos que permitan el desarrollo de proyectos de diseño similares a aquellos que los estudiantes encontrarán luego en la industria (Dutson, 1997).

Como se mencionó anteriormente, las primeras etapas del trabajo se orientaron a entregar a los equipos docentes, un marco de referencia respecto al tipo de elementos que debiera incluir el diseño e implementación de los cursos capstone. Sin embargo, este primer plan no incluía estrategias de levantamiento de información desde los estudiantes, lo que como señala Marín (1999), resulta relevante ya que debe existir una continua mejora de los cursos capstone basada en la retroalimentación entregada tanto por estudiantes como por representantes de la industria.

A partir de esta premisa, se elaboró un instrumento orientado a medir la percepción de autoeficacia en alumnos de cursos capstone, concepto relevante en esta etapa de formación final. Se diseñó una encuesta basada en una lista de competencias de egreso ABET (adaptadas), la que fue aplicada piloto en una muestra de 3 cursos capstone.

Los resultados de esta experiencia piloto señalan que los alumnos de los cursos capstone, en promedio, perciben que su nivel de autoeficacia corresponde a la categoría “alta autoeficacia” para 9 de las 10 competencias ABET evaluadas. La competencia ABET percibida con mayor autoeficacia corresponde a *“Comprender las responsabilidades éticas de un ingeniero en el desarrollo de un proyecto”*, mientras que *“Utilizar herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del proyecto del curso (p.e software de simulación)”* cae en el rango de *moderada autoeficacia*.

Si bien, como se señaló anteriormente, para efectos de la primera aplicación del instrumento la muestra corresponde a alumnos de sólo tres cursos, por tanto los resultados son de alcance acotado, esta iniciativa permitió determinar la validez interna del instrumento, el que será aplicado a fines cada semestre a todos los cursos capstone de la Escuela de Ingeniería PUC, como parte del Plan de Medición proyectado por la Dirección de Educación en Ingeniería (este plan define qué instrumentos serán aplicados en las distintas etapas de la carrera, desde el ingreso de los alumnos hasta después de egresados) .

Esta información a ser recabada de manera semestral, permitirá alimentar la toma de decisiones en distintos niveles: al interior de cada capstone en base a los resultados de sus respectivos estudiantes, los docentes podrán detectar competencias más débiles o más logradas desde la perspectiva de sus éstos, y por consiguiente diseñar acciones de mejora; a nivel departamental se podrán analizar estos resultados para generar un diálogo en torno al proceso de formación según su área disciplinar; y a nivel curricular permitirá abrir una reflexión en torno al cumplimiento de las competencias de egreso comprometidas en la formación de nuestros futuros ingenieros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los profesores de cursos capstone Felipe Delgado (curso Taller Ingeniería de Transporte, Patricio Lillo (curso Taller de Planificación Minera) y Sergio Aguilera (curso Diseño de Sistemas Robóticos), y a los alumnos de sus respectivos cursos, por haber participado en el diseño y aplicación del instrumento presentado en este artículo.

REFERENCIAS

Bandura, A. (1997): *Self-efficacy: the exercise of control*. Worth Publishers.

Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4).

Lucas, W. A., Cooper, S. Y., Ward, T., Cave, F. (2009): Industry placement, authentic experience and the development of venturing and technology self-efficacy. *Technovation*, (29), 738-752.

Welch, S. y Comer, j. 1988). *Quantitative Methods for Public Administration: Techniques And Applications*. Editorial Books/Cole Publishing Co. ISBN 10:0534108881/ 13: 9780534108885. U.S.A