

Resumen

This paper aims to show the advances in the measurement of graduation attributes for the Civil Engineering program at University of Costa Rica, including a thought on the scope of this process and its contributions on the improvement of the quality of academic work. The results achieved until now have followed a mixed methodology, which combines qualitative interviews with quantitative surveys. It is evident how critical and reflexive thinking in the framework of curricular reforms, requires the involvement of different populations and the homologation of criteria to achieve solid and timely results. Finally, it is exposed the intimate relationship between the measurement of graduate attributes, graduate profile and curricular design, and how these tasks have been approached from the example program.

Keywords: graduate attributes, educational measurement, curricular design, civil engineering, accreditation

La medición ha demostrado ser un instrumento idóneo para fomentar la mejora de la calidad educativa en la educación superior. Lo que no se mide es difícil de evaluar y lo que no se evalúa no puede ser mejorado. Es por esto que en la Universidad de Costa Rica (UCR) se ha venido promoviendo una cultura de evaluación educativa desde hace más de 20 años. Para ello se han creado dependencias generales a nivel institucional y se ha provisto de recursos a las unidades académicas, de manera que estas cuenten con personal formado en esta área.

Ciertamente, los procesos de autoevaluación y evaluación de pares fomentan la medición de saberes. Desde 1999, la Licenciatura en Ingeniería Civil de la UCR se ha involucrado activamente en estos procesos, siendo la primera carrera del país en someterse a una medición de calidad, con lo cual sentó el precedente que contribuyó a que la acreditación universitaria iniciara a nivel nacional. Desde aquel entonces la carrera vio la necesidad de contar con un proceso de homologación de su titulación, con el fin de facilitar el intercambio estudiantil y la movilidad de sus graduados hacia otros países. En este sentido fue que optó por contactar al consejo canadiense para la acreditación CEAB (*Canadian Engineering Accreditation Board*). Así, de manera sostenida hasta el presente, los resultados le han permitido mejorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje. La medición continua del quehacer académico se ha vuelto una tarea común, pero no fácil ni rutinaria, pero si indispensable en el quehacer educativo a nivel superior.

No es un secreto que a lo largo de estos años se ha evidenciado la influencia de las agencias acreditadoras en los criterios relacionados con el proceso educativo y el enfoque pedagógico a seguir. Para el caso de análisis que se presenta en este artículo, se ha evidenciado la introducción, por parte de CEAB, de la evaluación de los atributos de egreso en las carreras de ingeniería. Esto ha implicado no solo una adaptación y apropiación del concepto, sino una creación de una metodología evaluativa de medición que dé cuenta de ellos. Los resultados expuestos presentan, por un lado, el proceso que se ha venido llevando a cabo en la Escuela como parte de la reflexión vinculada a la adaptación de este concepto, por otra, los primeros pasos en la construcción de una metodología, adaptada a la realidad de la carrera en estudio.

Hasta el momento, el proceso ha demostrado la necesidad de buscar herramientas que permitan realizar una evaluación formativa, entendida esta como una actividad crítica del aprendizaje, susceptible de cambiar la concepción común de que solo las evaluaciones con resultados cuantitativos son buenas. En la ingeniería es común entender que las mejores evaluaciones son las que dan puntuaciones numéricas directas, no obstante, este nuevo desafío requiere abrir las posibilidades a aquellas modalidades que permitan valorar aspectos más cualitativos y multivariables.

Marco conceptual

La conceptualización de los atributos de egreso

El objetivo de la evaluación de los atributos de egreso de una carrera es determinar, de alguna manera sistematizada, el grado en que las y los estudiantes que la cursaron, al salir, desarrollaron una serie de habilidades, conocimientos y actitudes indispensables para desempeñarse en el contexto laboral y social. La sociedad demanda a las instituciones de educación superior un tipo de profesional que se oriente hacia una actividad responsable y comprometida con ella y con el ambiente en el que se desenvuelve (Ysunza, 2010). Es para ese contexto que los atributos de egreso buscan establecer criterios mínimos esperados.

El modelo que CEAB plantea ofrece un listado de 12 atributos, el cual se tomó como base para su estudio y adaptación en el seno de la Escuela de Ingeniería Civil (EIC). Estos atributos pueden clasificarse en duros y blandos, dependiendo del tipo de cualidades que buscan reflejar. Los atributos duros como diseño, investigación y análisis de problemas siempre han estado directamente explicitados en los planes de estudio de las carreras de ingeniería y, por ende, son más fáciles de interpretar. El otro tipo de atributos, los blandos, como la capacidad de adaptarse al contexto nacional, la ética profesional o el aprendizaje para la vida cobran un sentido fundamental en el desarrollo de los futuros profesionales, y, a la vez, plantean retos significativos en cuanto a la conceptualización y a la definición de herramientas para su medición, ya que no es el trabajo usual de las y los docentes de ingeniería.

Hace algunos años, las tendencias evaluativas en el área de ingeniería, al igual que en otras áreas técnicas y de ciencias aplicadas, se enfocaron en algunos aspectos de mejora curricular basados en el enfoque por competencias. Su fin último era determinar la idoneidad de las y los graduados para desempeñarse o ser competentes en un ambiente de trabajo determinado. Sin embargo, en los últimos tres años, este enfoque ha virado hacia la evaluación de atributos de egreso, basados estos últimos en la premisa de que la carrera forma a personas que podrán desempeñarse competentemente, pero no exclusivamente en el ámbito laboral sino, como se mencionó antes, en la sociedad como un todo. Por lo anterior, no están directamente diseñados para el desempeño laboral, sino que van más allá.

Este cambio de enfoque ha desplazado levemente el objeto de evaluación: de uno que se centraba exclusivamente en los resultados individuales de las personas graduadas, a otro centrado en la carrera como tal (a partir de un conjunto de resultados individuales). El aporte de los evaluadores canadienses busca que se establezca la medición de los atributos de egreso como instrumento para lograr una mejor visión de la calidad de la formación que están recibiendo las y los estudiantes. Este es un aspecto sobre el que están haciendo énfasis en varios países y acerca del cual todavía se exploran diferentes metodologías

que ofrezcan resultados de forma sistemática, eficiente y a un costo accesible. Issacson (2016) plantea una serie de pasos generales a seguir, sin embargo, siempre se deja la decisión metodológica a cada universidad.

Como parte del proceso de revisión y adaptación de los atributos, en primer lugar, se estableció su definición como el conjunto de resultados alcanzados individualmente y evaluables, los cuales son indicativos del potencial de las personas graduadas para adquirir competencias para la práctica profesional posterior (adaptado de Frank, McCahan y Wolf, 2013; Canadian Engineering Accreditation Board, 2014). A partir de esta definición, se trabajó en responder a las siguientes preguntas: ¿qué medir?, ¿cómo medir? y ¿cuándo medir?

En efecto, uno de los puntos cruciales es que el atributo sea medible tanto en las personas graduadas como en el proceso de desarrollo del atributo en el estudiantado, esto es, a lo largo del proceso educativo al que son expuestos en la carrera. De este modo, el atributo debe ser medido al menos en tres niveles: inicial, intermedio (o en desarrollo) y avanzado, lo que lo vuelve una tarea compleja a nivel logístico. La definición de cada nivel viene establecida desde CEAB y su fin es obtener una noción del avance en la adquisición de cada atributo antes de que el alumnado salga del sistema, para así valorar en qué puntos debería ajustarse la malla curricular y los respectivos programas de los cursos, con el propósito de que se vayan cubriendo los vacíos detectados.

La relación necesaria entre los atributos y el currículo

Un aspecto conceptual fundamental para abordar la medición de los atributos de egreso está en su relación con el perfil de egreso de la carrera. Es importante comprender que los atributos, al constituir ese listado de cualidades deseables que deberían tener las y los estudiantes al culminar sus estudios, nutren de manera directa el perfil de egreso. Es por esta razón que, si bien la lista de atributos viene primeramente determinada por CEAB, cada unidad académica puede y debe decidir adaptarla según el propósito de su carrera. En otras palabras, diseñar una medición de atributos plantea la necesidad de conocer su relación con el perfil de egreso y, por ende, con el propósito (propio y único) de la carrera. Esto explica y justifica de manera especial el vínculo entre la evaluación de atributos y el proceso de mejora continua.

Es importante aclarar que el propósito de toda carrera de la UCR debe establecerse a partir de una serie de criterios definidos por la unidad académica a cargo y en al menos tres marcos: socioprofesional, epistemológico y pedagógico (Bolaños, 2015). De estos criterios deben derivarse las diferentes decisiones para la actualización del perfil de egreso, materialización curricular del propósito de la carrera (previo aval de la Asamblea de Escuela respectiva). En otras palabras, la metodología curricular institucional es una metodología cuyo núcleo es el perfil de egreso. Desde esta perspectiva, es evidente que la evaluación de los atributos de egreso solicitada por CEAB constituye una oportunidad para enriquecer los procesos de evaluación del perfil de egreso (puesto que los atributos nutren el perfil), y esto de una manera novedosa y sistemática.

Basado en la metodología curricular del CEA, las categorías según las cuales se organiza un perfil de egreso son el “saber”, el “saber hacer” y el “saber ser”. Por su parte, la lista de atributos que se busca medir debe responder a esas mismas tres dimensiones del conocimiento: la primera, el “saber”, hace referencia a los conocimientos teóricos que la persona graduada habrá adquirido al finalizar la carrera; la segunda, el “saber hacer”, a las habilidades y destrezas que habrá desarrollado con base en los conocimientos y las oportunidades para su ejecución a lo largo del plan de estudio; finalmente, la tercera, a todas aquellas actitudes, valores y principios éticos que deben acompañar el ejercicio profesional (Odio, 2015). Desde esta perspectiva también se observa por qué están tan ligados atributos y perfil. La construcción de los primeros debe ir totalmente de la mano con el segundo y todo aporta a la mejora continua de la carrera.

Metodológicamente, es fundamental insistir en que esta medición educativa se centra en la carrera y no en el alumnado de manera individual. Esto significa que hay que diseñar instrumentos de medición que se apliquen a los trabajos que realiza el estudiantado a lo largo de la carrera, sin que esto constituya una alteración en la carga de asignaciones ni implique una consecuencia en las calificaciones de cada uno de ellos. En otras palabras, se busca obtener resultados que reflejen la calidad de lo que se está enseñando en la disciplina a partir de la recolección de material elaborado por estudiantes de diferentes cursos (asignaciones habituales de cada curso) pero evaluado con una herramienta orientada al atributo (y no al curso en sí). Esto también implica que algunos profesores, además de desarrollar y evaluar su curso en la manera usual, evaluarán la carrera, siguiendo la metodología y los instrumentos diseñados con este propósito. Es evidente que crear el sistema que permita realizar estas mediciones de forma práctica y sistemática requiere de la capacitación del cuerpo docente, de modo que este cuente con insumos que le permitan generar las herramientas e idear la forma de adaptar el proceso sin que esto implique un aumento demasiado significativo en su labor docente usual. No cabe duda de que el proceso de medición de atributos requiere de un cambio en la cultura evaluativa universitaria que le permita trascender a las diferentes poblaciones, ya que estas son parte fundamental del currículo y su devenir.

El proceso de revisión curricular

Para diseñar, evaluar y actualizar el perfil de egreso de una carrera existen muchas teorías educativas. Como se señaló antes, la metodología de diseño y actualización curricular extendida en la UCR parte de un enfoque sistémico a partir de tres ejes principales (o marcos de evaluación). La figura 1 muestra un esquema general donde se visibilizan estos tres ejes curriculares, cada uno de los cuales plantea una serie de preguntas motivadoras que permiten entender qué abarca cada uno y cuáles son las interrelaciones entre ellos. Una vez más, al analizarlo, se puede observar su estrecha relación con los atributos de egreso.

El eje socio-profesional, por su parte, refleja la realidad del ejercicio de la disciplina. Busca definir cuáles son las prácticas comunes de la disciplina en relación con las necesidades de la sociedad (el bien común) y lo que demanda el mercado laboral, sin que alguna tenga que ser, a priori, más importante que la otra. La metodología invita a definir prácticas cotidianas de la profesión: aquellas presentes a lo largo de muchos años y aún vigentes (dominantes), otras que se han ido perdiendo (decadentes) y, finalmente, aquellas que son novedosas y vienen a responder a las últimas tendencias tecnológicas (emergentes). Acá también se debe ahondar en la relación entre la ingeniería civil y otras áreas afines. En las diferentes experiencias de autoevaluación que se han desarrollado en la EIC, se ha señalado como

una debilidad la necesidad de hacer más explícita esa interrelación, en especial con otras disciplinas de la ingeniería desde una perspectiva teórica y práctica.

El marco epistemológico es clave para entender y conocer a fondo el objeto de estudio propio de la disciplina: da las pautas para entender cómo se da la producción del conocimiento en el área. Se busca responder a preguntas como ¿qué se está investigando?, ¿cuáles son las tendencias y necesidades de investigación a mediano y largo plazo?

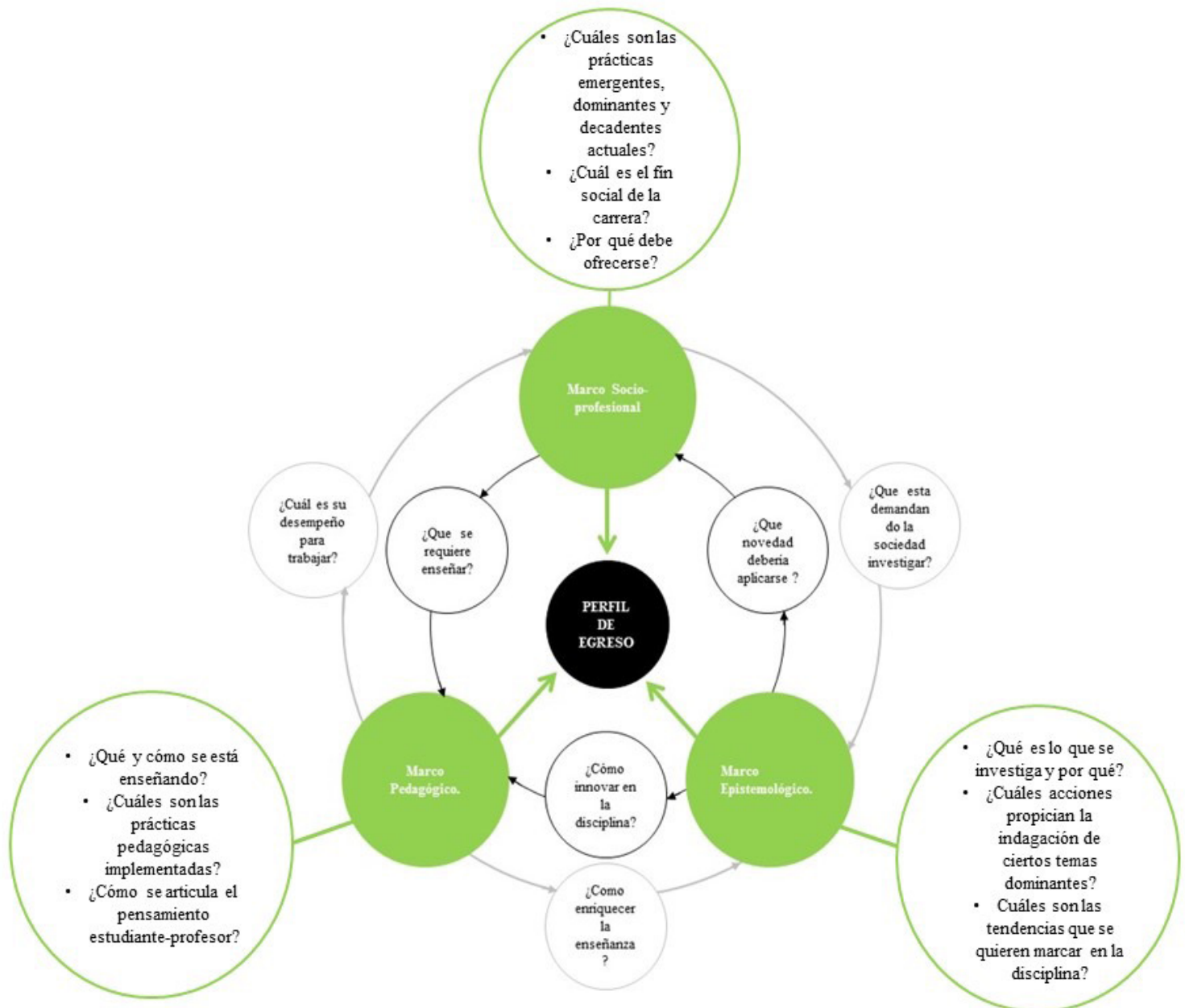


Figura 1. Relación entre ejes curriculares que conforman el perfil de egreso

El tercer marco, el pedagógico, busca explicar cómo se enseña y cómo se aprende en la carrera. Se pregunta por la transmisión y la construcción de los conocimientos y habilidades propios de la disciplina, tanto desde los docentes hacia el alumnado como en el sentido opuesto. Este marco se propone ir más allá, cuestionando cuáles deberían ser las cualidades de las personas docentes que enseñan la profesión y cómo reforzarlas, de la misma manera que aborda la cuestión de los atributos de egreso como objetivo fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje. En otras palabras, en la discusión que se propicia en torno a este marco se deben abordar, de manera explícita, los atributos de egreso que actualmente se encuentran en un proceso de evaluación.

El diálogo actual entre atributos y perfil de la carrera: hacia un nuevo enfoque de evaluación

De lo planteado hasta este momento se desprende que: 1- La metodología del CEA UCR propone un camino para el diseño curricular (o su revisión integral) centrado en el perfil de egreso; 2- El abordaje de los atributos de egreso propiciado por CEAB solicita una metodología sistemática para su evaluación. En este contexto, es que la carrera realiza su proceso de revisión curricular tomando como uno de sus insumos fundamentales la evaluación de los atributos de egreso. Actualmente, esto se lleva a cabo como parte de un plan piloto que involucra al CEA y a otras Escuelas de la Facultad de Ingeniería.

Como se sugirió anteriormente, los atributos dictados por una agencia acreditadora deben ser adaptados a partir de una discusión académica rigurosa. Es por ello que la Facultad de Ingeniería, de manera conjunta con el CEA, se encuentra en el proceso de definir una metodología propia que adapte los pasos sugeridos por CEAB (Issacson, 2016) a la carrera de Ingeniería Civil (su propósito), a la institución y al país. Lemaitre (2007) define este tipo de evaluaciones educativas como las “acciones desarrolladas para evaluar la calidad de programas, unidades, o instituciones de educación superior, [con el fin de] dar garantía pública de su ajuste a criterios previamente definidos y trabajar por una mejora continua de la calidad” (pp. 10), por lo que es claro que asegurar la calidad implica un proceso de construcción conjunta, con miras a cumplir con determinados estándares previamente definidos y acordados por las partes.

En síntesis, la evaluación entendida como actividad crítica de aprendizaje puede considerarse como un conjunto de acciones para facilitar la información, generar diversos tipos de aprendizaje, proporcionar retroalimentación oportuna, despertar el interés, estimular la creatividad, y generar habilidades para seguir aprendiendo (Canabal y Margalef, 2010). El presente caso resulta importante como aporte en la definición de metodologías de medición de atributos de egreso en ingeniería y como base para otras experiencias. Al mismo tiempo, se requiere que estas evaluaciones dejen de ser vistas como un simple instrumento de medición y rendición de cuentas a las agencias acreditadoras (Álvarez Méndez, 2008, citado en García y Canabal 2012), y pasen a ser vistas como posibilidades reales de mejora de la calidad de la educación superior.

Consideraciones metodológicas

En cuanto al proceso de revisión curricular que pretende usar como insumo la evaluación de los atributos de egreso, la primera fase se basó en un análisis documental exhaustivo, en el que se estudiaron a fondo todos los informes de evaluación, las resoluciones de la carrera, su plan de estudio

y los informes que a lo largo de los últimos 25 años se han desarrollado con respecto a diferentes mediciones de la calidad de la carrera. Esta revisión sirvió de base para conocer el contexto en el que se ha desarrollado la carrera y cómo el tema de los atributos de egreso ha tomado fuerza en los últimos años.

En cuanto a los antecedentes del actual plan piloto de evaluación de los atributos de egreso, cabe destacar que la EIC ha realizado varios ejercicios de diseño de sistemas de medición de los mismos, lo que ha sido un proceso continuo pero lento desde el año 2012. La primera medición a una población concreta se efectuó entre mayo de 2013 y marzo de 2014, mediante un instrumento de consulta acerca de la calidad educativa de los cursos que se estaban impartiendo y los atributos (o competencias, como se les llamaba en dicho momento) que estaban siendo enseñados. El instrumento de la primera consulta se pasó a una población total de 60 profesores, de los cuales solamente 19 respondieron de manera completa y válida. El proceso de validación del instrumento se realizó con colegas profesores de carreras de ingeniería civil impartidas en otras universidades (tres docentes). La herramienta se trabajó mediante un cuestionario en línea, con recordatorios semanales que invitaban a su participación durante los dos meses que se mantuvo abierta la encuesta (mayo - junio 2013). Los resultados se socializaron en un taller con representantes docentes y estudiantes en octubre de 2013. Estos dieron alguna luz acerca de cómo estaban siendo abordadas las competencias en el plan de estudio, pero no se publicaron en ese momento.

Con base en los resultados obtenidos, se presentó un plan de acción para iniciar una medición más concreta de los atributos de egreso en las y los graduados de la carrera. A finales del año 2015, se vio la necesidad de trabajar en un aspecto motivacional más profundo, dirigido a las poblaciones directamente involucradas (especialmente docentes y estudiantes). Es así como, para agosto de 2015, se retoma el trabajo, con un norte hacia la medición de atributos de egreso, y se conforma una comisión docente que actualmente lidera el proceso. Paralelamente, se ha iniciado el proceso de revisión integral del plan de estudio de la carrera con base en las primeras inquietudes reflejadas, vinculando el propósito de que los atributos de egreso que se quieren medir se traduzcan en una actualización del perfil de egreso existente.

Actualmente, la carrera se encuentra en una segunda fase, la cual sigue los pasos fundamentales de la revisión curricular, siempre con miras a establecer el vínculo necesario con los atributos de egreso:

- Interpretación de los atributos y su contexto, para lo que se consideró el análisis documental (retomando lo visto en la fase anterior) y las entrevistas a expertos en el campo disciplinar (se utilizó una guía de entrevista como recordatorio de temas relevantes a tratar, sin embargo fue de carácter abierta y no estructurada).
- Mapeo de los atributos a lo largo de los cursos de la malla curricular: se definió un listado de los principales atributos que se propician en cada curso, considerando el nivel de avance de los mismos. Para ello se tomó participación de cada docente para el o los cursos que imparten.
- Determinación de las prácticas decadentes, emergentes y dominantes de la profesión, con el propósito de ir perfilando las actividades propias de una persona profesional en ingeniería civil. Esto

se realizó mediante entrevistas personales semiestructuradas a ingenieros civiles sobresalientes en el país. Se trabajó entre enero y junio de 2016 y se contó con una muestra de 9 expertos representantes de las diferentes áreas de la disciplina. Los expertos se seleccionaron por recomendación de los docentes de cada área. La validación de este instrumento se realizó entre los miembros de la Comisión y el Consejo Asesor de la Escuela.

- Encuestas a personas empleadoras y graduadas para complementar este primer avance hacia el perfil socio-profesional, junto con encuestas a docentes y estudiantes para empezar a alimentar el marco pedagógico. En esta fase se está trabajando desde octubre de 2016. Los instrumentos se construyeron utilizando en su mayoría esquemas de preguntas cerradas con escalas de Likert de 5 opciones; las encuestas a empleadores y graduados se validaron mediante el apoyo de profesionales graduados que no pertenecieran a las cohortes de interés, las de docentes entre los miembros de la misma comisión (12 profesores) y la de estudiantes con representantes de la Asociación de Estudiantes de la carrera (10 personas). Las encuestas a las diferentes poblaciones fueron anónimas, con excepción de la población docente. Se enviaron a las poblaciones completas y se dio seguimiento vía telefónica a la respuesta; debido a las características de las poblaciones y los recursos disponibles, no se buscó un muestreo estadístico sino que se buscó obtener el máximo número de respuestas en el tiempo marcado (3 meses).

Un ejemplo de los ítems utilizados en los instrumentos indicaba “*El perfil de una persona egresada de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil responde a un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes de los que esta persona estaría en condiciones de dar cuenta precisamente al término de su formación académica. Para cada ítem a continuación, relativo al perfil de egreso de la carrera, indique el grado de relevancia que usted considera que dicho ítem tiene a la hora de que la persona graduada va a desempeñarse en el ámbito profesional. (En esta escala: 0 es nada relevante y 4 es muy relevante).*” Luego se listaron 19 atributos o cualidades que deberían ser valoradas (se consideró relevantes desglosar en detalle algunos de los atributos originales para tener mayor grado de información sobre posibles necesidades de mejora del plan).

Posteriormente se seguirá trabajando en la revisión del perfil de egreso, los atributos asociados y los cambios curriculares requeridos, tareas que quedan fuera de la discusión de este artículo.

Análisis de resultados y discusión

El trabajo realizado hasta el momento ha dado los primeros frutos al proveer a la carrera de una aproximación propia a los atributos de egreso, en el marco de una revisión curricular que es su responsabilidad frente a la sociedad costarricense y no únicamente frente a una agencia acreditadora. Uno de los principales resultados ha sido la sistematización parcial del proceso de medición de los atributos de egreso como una metodología propia y, de manera colaborativa, mediante la participación en el plan piloto mencionado.

Otro aspecto importante aportado por el proceso de revisión curricular ha sido la discusión de un marco epistemológico que permita consensuar una definición de ingeniería. Según lo plantean El-Zein y Hedemann (2016), las y los ingenieros, tanto en la academia como en la práctica, a menudo se definen como solucionadores de problemas, consecuentemente, al estudiantado de ingeniería se le dice que sus

habilidades para resolver problemas lo distinguirán del de otras áreas, y así aportará a la sociedad. Esto tiene algún sentido pues es una de las tareas primordiales que se reconocen en todo profesional en ingeniería, sin embargo, con seguridad, no es la única que requerirá para su futuro desempeño laboral. Así, la resolución de problemas es una de las habilidades primarias en los currículos universitarios de las carreras de ingeniería, no menos que en el campo laboral, pero no la más importante ni la única.

Parte de las premisas que hasta el momento se han clarificado con las mediciones realizadas es que el mundo educativo de la enseñanza superior es complejo y la formación que está recibiendo el alumnado depende de muchas variables asociadas: algunas cognitivas, otras sociales y otras más bien técnicas y tecnológicas. Por lo anterior, es cierto que “no basta sólo con evaluar lo que el estudiante conoce, define y recuerda, sino que también deben evaluarse sus habilidades cognitivas, lo que comprende, relaciona, integra, contrasta y transfiere” (Canabal y Margalef, 2010, pp. 3-4). García y Canabal (2012) argumentan que desde la perspectiva constructivista la evaluación debe estar al servicio del aprendizaje y de quien aprende y que, por lo tanto, una buena enseñanza debe conducir a un buen aprendizaje, lo que desemboca en una buena evaluación. A medida que las y los estudiantes van aprendiendo, las y los docentes deben plantear nuevas preguntas, construir a partir de los errores, alentar su razonamiento, fomentar las discusiones argumentadas y la tolerancia ante quien discrepa, entendiendo la curiosidad como actitud, valorando la implicación y la confianza en la intención de promover aprendizajes basados en la indagación y la ética. Todas estas acciones docentes ayudan al desarrollo de los atributos deseados a lo largo de la formación que el alumnado va recibiendo, y no de manera exclusiva al término de la misma.

Siempre existirán discrepancias entre lo que los docentes quieren enseñar y lo que el alumnado y la sociedad requieren que se enseñe. Como señala Kushner (2002), el profesorado se aferra a lo que sabe y huye de aquello que no sabe. Por eso es necesaria la formación en la evaluación de los aprendizajes para hacer conscientes a los docentes de que la incertidumbre es inherente a los procesos de cambio. Las mediciones realizadas hasta ahora reflejan que esta es la realidad de la carrera que se evalúa y que los cambios pedagógicos que se requieren pueden durar varios años en gestarse. Enseñar ingeniería no es tarea fácil, más aun si se considera que el cuerpo docente, en su mayoría, no ha recibido una educación formal para serlo. Según el criterio de Hills y Tedford (2003), la educación y el adiestramiento de las y los ingenieros deberían ser mucho más completos y más largos, sin embargo, este es uno de los retos que se desprenden de las evaluaciones efectuadas, lo que, desde ya, lleva a la conclusión de que no puede enseñarse todo en la universidad y de que un plan de estudio a nivel de licenciatura no puede ser tan extenso. Ahora, no toda la responsabilidad es de las personas docentes. La participación estudiantil en los procesos de evaluación incide en el desarrollo de los atributos, potencia las estrategias de pensamiento reflexivas, críticas e independientes, amplía la capacidad de formular y resolver problemas, mejorando la capacidad de discusión y negociación, motivando el pensamiento e incrementando el aprendizaje y la confianza (Salinas, 2013).

Otro resultado relevante obtenido hasta el momento parte de las sugerencias de los expertos, con muchos años de ejercer la disciplina, a los que se les preguntó por los cambios que se han dado, lo que se debería estar enseñando y los roles que han cambiado en la sociedad a la luz del ejercicio profesional en ingeniería civil. En la tabla 1 se muestra una síntesis de estos resultados y se marca con (*) aquellos que están relacionados con alguno de los atributos que se está midiendo:

Tabla 1

Síntesis resultados de la consulta cualitativa a expertos en la ingeniería civil en Costa Rica

Aspecto	Aportes de los actores entrevistados
Cambios de la Ingeniería Civil en los últimos 10 años	<p>Mayor desarrollo tecnológico (*)</p> <p>Análisis de proyectos complejos</p> <p>Brecha entre prácticas laborales del sector público y privado.</p> <p>Necesidades de optimización y racionamiento de recursos.</p> <p>Trabajo multidisciplinario. (*)</p> <p>Especialización que limita el enfoque global.</p> <p>Responsabilidad socioambiental. (*)</p>
Cambios de la Ingeniería Civil que deben promoverse desde la UCR	<p>Mayor capacidad de análisis y planificación. (*)</p> <p>Herramientas tecnológicas y computacionales. (*)</p> <p>Desarrollo de pensamiento crítico e integral.</p> <p>Liderazgo y manejo de personal.</p> <p>Enfoque ético de la profesión (*)</p> <p>Integralidad de especialidades al enfrentar un proyecto (interacción otras disciplinas) (*)</p> <p>Adaptabilidad de la infraestructura al cambio climático y resiliencia. (*)</p> <p>Rigurosidad profesional y recuperación de temáticas de trabajo.</p> <p>Creatividad y conceptualización de soluciones.</p> <p>Mejorar la gestión del riesgo (ambiental y antrópico) (*)</p> <p>Mapeo de actores sociales para los que servirá un proyecto. (*)</p> <p>Toma de decisiones sin depender de herramientas especializadas o modelaciones.</p>
Particularidades de graduados UCR	<p>Fortaleza analítica y conceptual (*)</p> <p>Formación más integral</p> <p>Capaces de cumplir objetivos</p> <p>Trabajo bajo presión.</p> <p>Proactivo en la búsqueda de soluciones</p> <p>Poco prácticos</p> <p>Falta mayores habilidades de comunicación (*)</p> <p>Poco flexibles laboralmente</p> <p>Poco innovadores</p>
Lo que debe enseñarse en esta carrera	<p>Ingeniería de valor agregado.</p> <p>Contabilidad y finanzas</p> <p>Sostenibilidad de las obras (*)</p> <p>Desarrollo de ciudades con perspectiva interdisciplinaria (*)</p> <p>Diseño conceptual y de planificación (*)</p> <p>Herramientas para la gestión y administración de proyectos</p> <p>Ética profesional (*)</p> <p>Integralidad y complementariedad entre áreas y disciplinas (*)</p> <p>Formulación y evaluación de proyectos</p> <p>Conocimiento de la realidad nacional (*)</p> <p>Modelaciones y simulaciones.</p> <p>Uso, reúso y tratamiento de recursos y residuos.</p> <p>Papel en la toma de decisiones a nivel nacional.</p> <p>Análisis de impactos y de riesgos (*)</p>
La profesión en 20 años	<p>Ingenieros capaces de plantear un proyecto integralmente.</p> <p>Conocedores de la normativa nacional e internacional (*)</p> <p>Capaces de trabajar interdisciplinariamente. (*)</p> <p>Involucramiento en políticas nacionales.</p> <p>Analistas de costos, repercusiones y alternativas.</p> <p>Adaptabilidad a condiciones cambiantes del mercado y la sociedad.</p> <p>Pensamiento complejo aplicado a proyectos.</p> <p>Capacidad de encadenamiento e intercambio profesional internacional.</p> <p>Apertura para trabajar en nuevas áreas del conocimiento.</p> <p>Orientación al usuario</p> <p>Análisis del ciclo de vida e indicadores ambientales. (*)</p> <p>Aprender a trabajar con menos recursos en resolver problemas más complejos.</p>

Fuente: síntesis elaborada a partir de las entrevistas realizadas a los expertos, 2016.

Al analizar los resultados planteados por los expertos, uno de los puntos más sobresalientes es la necesidad de realizar análisis profundos de las implicaciones ambientales y sociales de los proyectos. Esto concuerda con lo que se está desarrollando en las universidades más vanguardistas en la disciplina, las cuales fueron estudiadas como parte de las referencias de la carrera. El cambio más significativo en los planes de estudio de ingeniería en las últimas dos décadas ha sido la introducción, en varias formas, de competencias relacionadas con el ambiente y la sostenibilidad social (El-Zein y Hedemann, 2016). Con esto se busca ampliar una visión que vaya más allá de los proyectos individuales, para identificar externalidades ambientales y efectos sobre la sociedad que los rodea.

Comparando los resultados que se han obtenido en la EIC hasta hoy con lo reportado por Gutiérrez, Kikut, Rodríguez, Navarro y Azofeifa (2016) como resultado del estudio de empleadores de los graduados de ingeniería civil en universidades estatales, se encontraron grandes similitudes. Las encuestas que realizaron en dicho estudio correspondieron a 69 empleadores, de los cuales 56 pertenecían a empresas de más de 101 trabajadores. Ese estudio reveló que entre los aspectos que más se consideraron en el proceso de selección de las personas graduadas se encuentran la personalidad, el espíritu emprendedor, el grado académico y la disponibilidad de horario. Las competencias que valoraron como más importantes fueron el compromiso ético, el compromiso con la calidad, la capacidad de trabajar y organizar el tiempo y la capacidad de trabajo en equipo (Gutiérrez et al, 2016). Todos estos aspectos concuerdan con los atributos blandos de egreso que también se observan en las mediciones de graduados realizadas por la Escuela.

Entre las brechas más importantes según la percepción de los empleadores entre la importancia del atributo y el desempeño que se refleja, están la comunicación verbal y la escrita, junto con la capacidad de toma de decisiones, la capacidad para trabajar y organizar el tiempo (Gutiérrez et al, 2016). Estos atributos blandos también resultaron aspectos a mejorar en la formación que están recibiendo las y los estudiantes. Al concordar con los resultados de las entrevistas a expertos, se destaca la importancia de reforzar el enfoque de enseñanza y el abordaje de los problemas de forma sistémica. El-Zein y Hedemann (2016) afirman que la educación basada exclusivamente en la resolución de problemas evita que los ingenieros piensen fuera de la caja técnica y reduce su capacidad de abordar “problemas mal estructurados” donde deben enfrentar incertidumbre, información contradictoria e incompleta, diversidad de opiniones, entre otros. Si se vuelve a los resultados expuestos por Gutiérrez et al. (2016), hay coherencia cuando se indica que el único atributo duro que reflejó una brecha significativa entre la importancia y el desempeño fue la capacidad de análisis y síntesis.

Si, además, se analizan los resultados de las encuestas a docentes del año 2014, donde se evaluaron las competencias del plan de estudio vigente (1995), se nota nuevamente cómo algunos de estos aspectos son reiterativos. En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos en dicha medición, donde se preguntó qué tanto se enseñaba y qué tan pertinente era cada uno de estos aspectos.

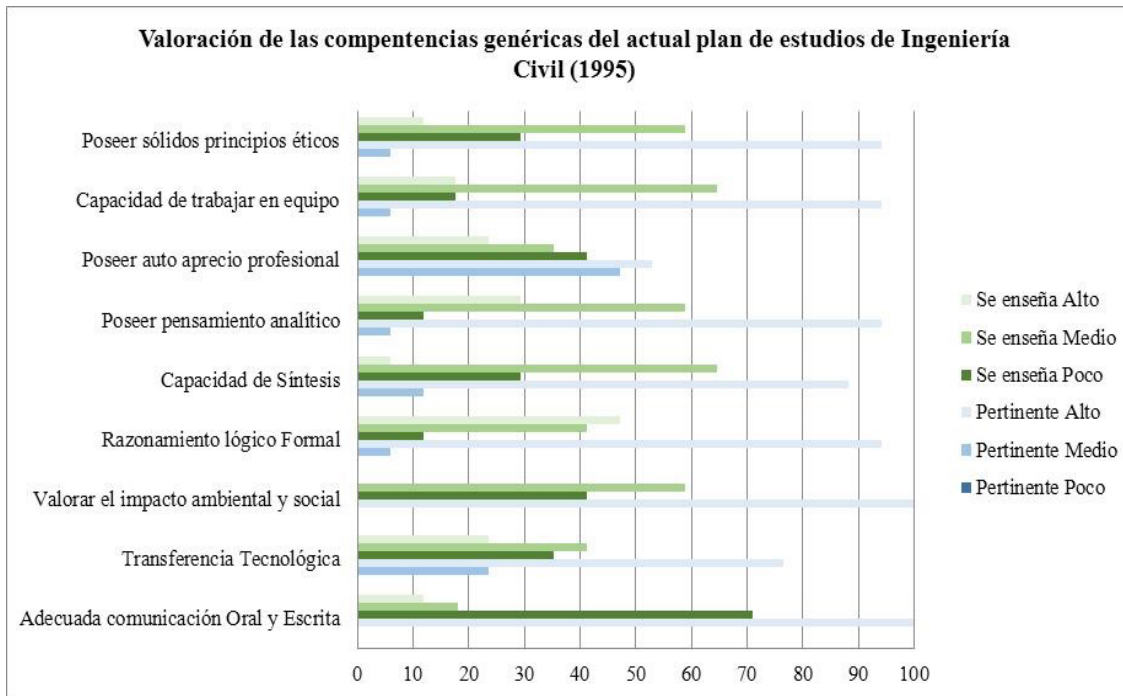


Figura 2. Resultados de la consulta a docentes respecto a las competencias existentes en el plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica

Adicionalmente, entre los resultados de la medición realizada en 2014, se obtuvo una opinión de las y los docentes en cuanto a los principales conocimientos, habilidades y actitudes que se propiciaban en el perfil de salida actual de la carrera. Los resultados se presentan en la figura 3.

Estos resultados están siendo comparados con los atributos que se busca adaptar al perfil de egreso. De hecho, parte de los resultados que el equipo de trabajo ha alcanzado en el plan piloto es definir los indicadores específicos que se medirán para cada atributo de egreso. La tabla 2 presenta dichos indicadores, los cuales se construyeron colectivamente en varios talleres participativos entre 2015 y 2016; se inició con una lluvia de ideas que arrojó más de 120 indicadores, los cuales luego fueron resumidos, considerando la posibilidad real de medición y la representación más completa del atributo.

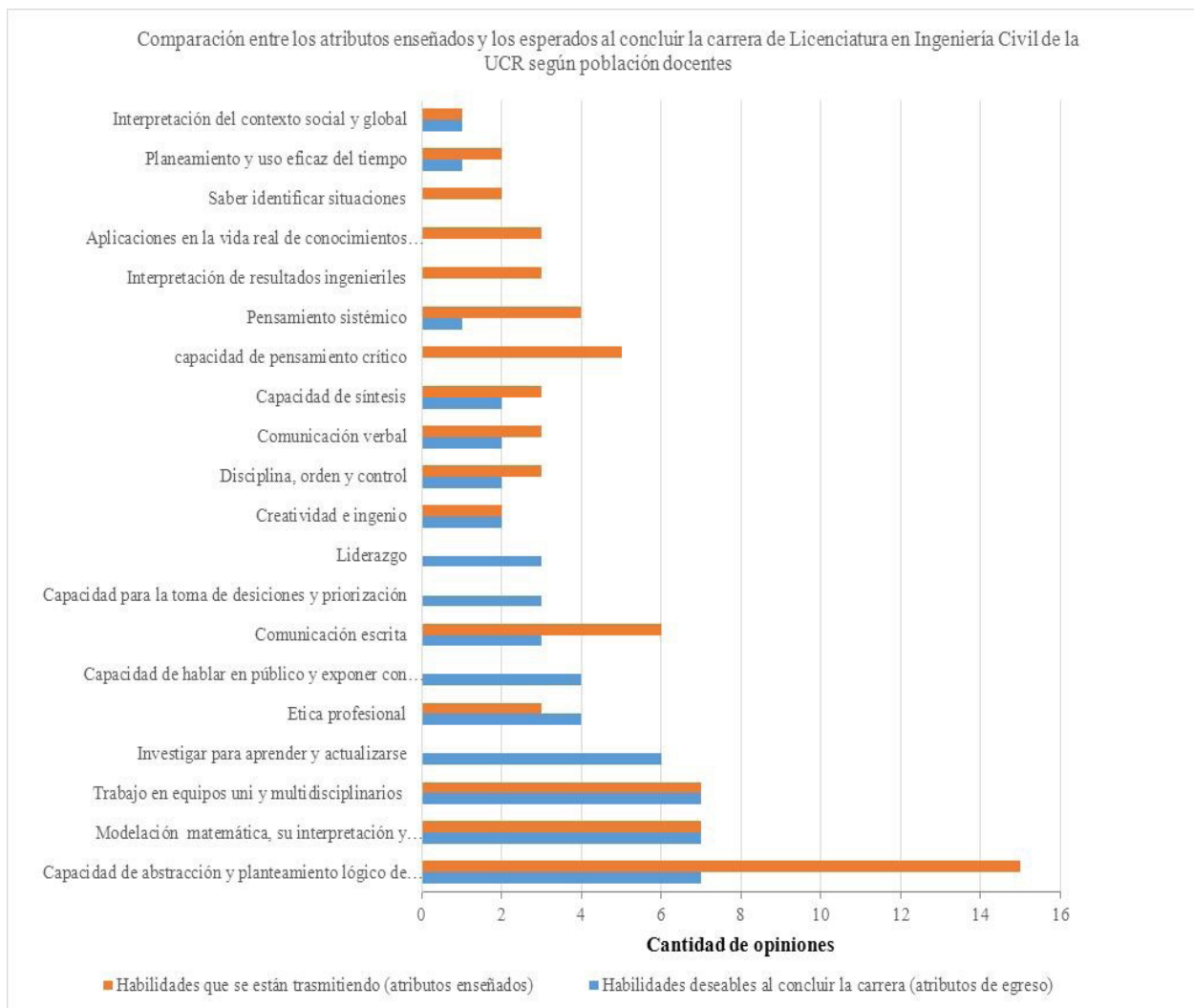


Figura 3. Resultados de la consulta a docentes respecto a los atributos enseñados y esperados para los graduados de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica

Actualmente se está en la definición de las rúbricas específicas para medir cada uno de estos indicadores en los tres niveles de desempeño y en los cursos seleccionados para este fin. Esta medición se efectuará en 2017.

Tabla 2

Indicadores seleccionados en la Universidad de Costa Rica para la medición de atributos de egreso de las carreras de Ingeniería

Atributo	Indicadores seleccionados
Conocimientos base de ingeniería	Aplica los conceptos científicos, tecnológicos e instrumentales que sustentan teóricamente el proceso de concepción, propuesta, diseño, ejecución y evaluación de proyectos Ensayo fenómenos físicos por medio de la experimentación para la comprensión de las leyes
Análisis de problemas	Utiliza modelos para el análisis de la realidad y la formación de metodologías que posibiliten la solución de problemas propios de la disciplina. Identifica la información necesaria, variables de influencia y principios teóricos asociados para la resolución de un problema
Investigación	Plantea problemas pertinentes de la profesión para el desarrollo de investigaciones Utiliza datos que son pertinentes para el desarrollo de investigaciones
Diseño	Selecciona, entre diferentes propuestas de diseño, soluciones para problemas de ingeniería, considerando los riesgos para la salud y la seguridad pública, aspectos legales, reglamentarios y otras consideraciones de carácter económico, ambiental, cultural y social Aplica los códigos, estándares y parámetros propios de la disciplina en una propuesta de diseño
Uso de herramientas	Utiliza herramientas modernas y pertinentes para las diferentes fases de desarrollo de un proyecto Utiliza nuevas técnicas, herramientas o aplicaciones según las necesidades y oportunidades que presenta el desarrollo de un proyecto
Trabajo individual y en equipo	Aporta ideas e insumos para la toma de decisiones tanto individualmente como en equipo. Desempeña el rol de trabajo de acuerdo con las expectativas establecidas por el equipo y las demandas propias del trabajo o proyecto.
Habilidades de comunicación	Emplea correctamente la ortografía, gramática y sintaxis del lenguaje verbal y los códigos de diseño gráfico pertinentes en la elaboración de documentos Expone de manera clara y eficaz un tema referente a la ingeniería ante una audiencia diversa
Profesionalismo	Aplica las normas, directrices y estándares pertinentes a su disciplina en proyectos Desarrolla conciencia sobre los problemas de realidad nacional
Impacto en la sociedad y ambiente	Aplica soluciones de ingeniería considerando el posible impacto sobre la sociedad, el ambiente y la economía. Propone acciones para mitigar los efectos de las soluciones dadas sobre la cultura, la sociedad, el ambiente y la economía.
Ética y Equidad	Reconoce los límites del ejercicio profesional y evita transgredirlos Promueve la igualdad de oportunidades y una cultura de respeto a las diferencias ideológicas y personales, así como la eliminación de toda forma de discriminación por orientación sexual e identidad de género, discapacidad física o mental, creencias religiosas, políticas, ideológicas, étnicas y culturales
Economía y administración de proyectos	Selecciona a partir del impacto económico de las decisiones de diseño, los recursos para completar tareas y proyectos Distingue los principios básicos de gestión aplicables en el desarrollo de proyectos
Aprendizaje a lo largo de la vida	Indaga, a través de fuentes de información pertinentes y oportuna, los avances científicos, tecnológicos y académicos que se generan en su disciplina para expandir el ámbito de su conocimiento Intercambia conocimientos con profesionales de otras disciplinas que enriquezcan y diversifiquen su propio aprendizaje

Fuente: Adaptado de CEAB (2014), Issacson (2016) y CEA (2016) para luego ser construido en colectivo con representantes de varias escuelas de la Facultad de Ingeniería de la UCR.

Conclusiones

El proceso de medición de atributos y de evaluación educativa general realizado hasta hoy arroja algunas conclusiones significativas, las cuales se apoyan en un posicionamiento teórico claro, un análisis documental y un proceso de consulta a diversas poblaciones. Destacan las siguientes:

El ingeniero(a) civil de hoy requiere de una formación holística, con un enfoque hacia la realidad nacional y un compromiso con la sociedad más fuerte que el que se ha venido desarrollando en la carrera durante los últimos 20 años. La enseñanza de la ingeniería civil se ha especializado y tecnificado en gran medida, lo que ha impactado negativamente en la adquisición y desarrollo de algunos atributos de egreso, especialmente los blandos. La formación de las personas graduadas de la carrera es sólida en cuanto a habilidades y conocimientos duros (teóricos); sin embargo, la falta de habilidades blandas dificulta el desempeño de estos profesionales a la hora de expresar sus ideas y conceptualizar soluciones prácticas que convengan a diferentes audiencias.

Los ejes transversales considerados fundamentales en la formación de profesionales, tales como conciencia ambiental, planificación integral, respeto a la diversidad o equidad de género, han estado poco presentes en el currículo de la carrera. Esto repercute directamente en la falta de habilidades de las personas graduadas a la hora de querer incorporar estos aspectos en su desempeño profesional. Diferentes estudios, tanto a lo interno de la UCR y de la carrera como a nivel de otros organismos externos, entre ellos el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) mediante el Observatorio de las profesiones, concuerdan en que el nivel alcanzado en algunos atributos de egreso, asociados al desempeño profesional posterior, deben ser reforzados.

Los procesos de medición de atributos de egreso son complejos y, hasta hoy, no existen metodologías estandarizadas que puedan ser igualmente replicables en cualquier realidad. Cada universidad debe desarrollar su propio proceso, a la luz de su realidad y sus posibilidades. Los resultados metodológicos en cuanto a la medición de atributos han ayudado a tomar decisiones para la mejora de la calidad de la carrera, y se verán reflejados en los cambios curriculares por proponer. Los cambios en la forma de enseñar y la exposición del estudiantado a la información que existe actualmente demandan una estrategia de enseñanza - aprendizaje diferente de la tradicional.

Finalmente, tal como indican Hills y Tedford (2003), se debe tomar en cuenta que la naturaleza de la educación en ingeniería también tiene que considerar otro contexto: el de los problemas mundiales, los valores humanos y las tecnologías. Por lo anterior, los atributos blandos resultan relevantes, tanto para quienes emplean ingenieros e ingenieras como para quienes ya tienen muchos años de experiencia profesional.

Referencias

- Bolaños, C. (2015). Diseño Curricular Universitario. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.cea.ucr.ac.cr/media/diea/publicaciones/orientacion-diseno-curricular.pdf>
- Canabal, C. y Margalef, L. (2010). Sistemas de evaluación innovadores e integrados: factores de riesgo y de éxito, en L. Margalef y C. Canabal (dirs.), *Innovar en la enseñanza universitaria*, pp. 15-22, Madrid: Biblioteca Nueva.
- Canadian Engineering Accreditation Board, (2014), *Accreditation Criteria and Procedures*, published by Engineers Canada
- CEA (2016). Atributos de egreso e indicadores para su evaluación. Tríptico desarrollado para el proceso de formación para la Facultad de Ingeniería.
- El-Zein, A.; Hedemann, C. (2016) Beyond problema solving: Engineering and the public good in the 21st century. Artículo publicado en *Journal of Cleaner Production*. Volume 137, 20 November 2016, Pages 692–700. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616310253>
- Frank, B.; McCahan, S. y Wolf, P. (2013) Continuous program improvement processes for accreditation. Recuperado de: <http://egad.engineering.queensu.ca>
- García, M. D. y Canabal, C. (2012). La coordinación docente en educación superior: una propuesta de cambio, en M. D. García y C. Canabal (dirs.), *Aproximaciones a la coordinación docente: hacia el cambio en la cultura universitaria*, pp.10-17, Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.
- Gutierrez, I.; Kikut, L; Rodríguez, N.; Navarro, G; Picado, C. y Azofeifa, C. (2016). Empleadores 2013 de personas graduadas de universidades estatales. Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Superior. Observatorio Laboral de Profesiones. Costa Rica.
- Hills, G. y Tedford, D. (2003) *The Education of Engineers: the Uneasy Relationship between Engineering, Science and Technology*. Artículo publicado en *Global Journal of Engineering Education*. Vol 7, N° 1. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.266&rep=rep1&type=pdf>
- Issacson, M. (2016) Graduate attributes and accreditation. Recuperado de: https://www.engineerscanada.ca/sites/default/files/graduate-attributes-accreditation-from-civilspring_2016.pdf
- Kushner, S. (2002). *Personalizar la evaluación*. Madrid: Morata.
- Lemaitre, M.J. (2007). Aseguramiento de la calidad en la Educación Superior. Conferencia presentada en sesión con el Consejo Nacional de Acreditación de Nicaragua (CNAE), Managua, Nicaragua.
- Odio, D. (2015) *Guía de trabajo general: Actualización del perfil de egreso*. Centro de Evaluación Académica, Universidad de Costa Rica.
- Orozo, B. (2009). *Currículum: experiencias y configuraciones conceptuales en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salinas Salazar, Marta (2013) *La evaluación como dispositivo para la participación*, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Ysunza, M. (2010). *Perfil de egreso y formación profesional, una estrategia metodológica en el diseño curricular*.