



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Methodology for the evaluation of graduation attributes: case of the School of Civil Engineering, University of Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga¹

nidia.cruz@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

Erick Centeno Mora²

erick.centenomora@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

[DOI: http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325](http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325)


Volumen 14, Número 2


30 de noviembre de 2023

pp. 391 –433

Recibido: 12 de julio de 2022

Aprobado: 30 de mayo de 2023

¹ Nidia Cruz-Zúñiga, profesora asociada, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. M.Sc. en Medio Ambiente (USACH). M.Sc. en Evaluación de Programas y Proyectos de Desarrollo (UCR). Correo electrónico: nidia.cruz@ucr.ac.cr  <https://orcid.org/0000-0002-4416-0626>

² Erick Centeno-Mora, profesor, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. MSc. Ingeniería Ambiental (AgroParisTech, Francia). Ph.D. Correo electrónico: erick.centenomora@ucr.ac.cr  <https://orcid.org/0000-0001-8806-0355>

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

Resumen

La medición de atributos de egreso es un criterio de evaluación común de las agencias acreditadoras de programas de ingeniería. Este trabajo evalúa la experiencia de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, con el fin de sintetizar la metodología evaluativa piloto creada, que mide tres atributos de egreso: conocimientos básicos, investigación y uso de herramientas de ingeniería. Se valora la idoneidad del uso de rúbricas como instrumento evaluativo mediante un abordaje cuantitativo. La muestra es de 347 estudiantes durante el 2017. Los resultados muestran que las rúbricas requieren trabajo para prepararlas y aplicarlas y pueden no resultar la opción más adecuada para evaluar atributos duros. La metodología tiene un gran potencial de réplica, aunque se identifican limitaciones para estandarizarla a otros atributos.

Palabras clave: acreditación; educación superior; evaluación del programa educativo Ingeniería Civil.

Abstract

The measurement of graduation attributes is a common evaluation criterion of the accrediting agencies of engineering programs. This work evaluates the experience of the School of Civil Engineering, University of Costa Rica, in order to synthesize the pilot evaluation methodology created that measures three graduation attributes: basic knowledge, research and use of engineering tools. The suitability of the use of rubrics as an evaluation instrument is assessed,

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



through a quantitative approach. The sample was 347 students during 2017. The results showed that the rubrics require work to prepare and apply, and may not be the most suitable option to evaluating hard attributes. The methodology has great replication potential, although limitations were identified to standardize it to other attributes.

Key Words: Accreditation, Civil Engineering, Higher education, Education program evaluation.

Los más recientes estándares de las agencias de acreditación de carreras de ingeniería y arquitectura instan a las universidades a realizar una medición de la calidad de la formación que imparten en estas áreas disciplinares mediante la evaluación de atributos de egreso en sus estudiantes (AAPIA, 2018; ABET, 2019; CEAB, 2015). Existen diferentes abordajes de como operacionalizar dicha evaluación, pero las experiencias documentadas que puedan dar una luz respecto a posibles metodología por implementar son escasas en la literatura, particularmente para América Latina (Cruz, 2017; Espericueta et al., 2019; San Martín et al., 2004).

Desde la Universidad de Costa Rica (UCR), se da un acompañamiento a las carreras del área de ingeniería y arquitectura al propiciar una reflexión profunda respecto al abordaje de atributos de egreso. En este contexto, la Escuela de Ingeniería Civil (EIC) de la UCR ha realizado esfuerzos para concretar la evaluación de atributos desde el año 2015 (Cruz, 2017). Así, se inició el proceso con capacitaciones docentes, el estudio de referentes de otras universidades, el mapeo de atributos en la malla curricular y la ejecución de planes piloto. El

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

mayor desafío ha estado en la selección de la forma de evaluar el nivel alcanzado por el estudiantado en cada atributo y en la selección de las evidencias asociadas a esta evaluación.

La evaluación de los atributos en la EIC se circunscribe al proceso de acreditación de la carrera, inicialmente, ante el Comité de Acreditación de Carreras de Ingeniería de Canadá (CEAB) y a partir del 2018 ante la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y de Arquitectura (AAPIA) en Costa Rica. Estas agencias requieren la evaluación de 12 atributos de egreso, que abarcan aspectos técnicos específicos de la profesión y habilidades de naturaleza más genérica necesarias para el buen desarrollo de la profesión en ingeniería. Con esto, se pretende demostrar que las personas graduadas de la formación en ingeniería tienen el potencial para adquirir las competencias profesionales que requerirán en su futuro ejercicio de la profesión (International Engineering Alliance, 2014). Además, se consigue, indirectamente, medir la calidad de la formación ofrecida en el programa.

El objetivo de este artículo es presentar la metodología desarrollada para la evaluación de los atributos de egreso en la carrera, junto con los resultados más importantes derivados de la evaluación de tres atributos de egreso en las personas estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, según el primer plan piloto realizado en el año 2017. La prioridad de este artículo es el análisis de la metodología de evaluación usada para dicha medición. Adicionalmente, se presentan las reflexiones respecto a la metodología, las dificultades, los obstáculos encontrados, los ajustes que se han requerido y el abordaje epistemológico asociado al proceso realizado.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

1.1 Acreditación de carreras de ingeniería y evaluación de atributos

La evaluación de atributos es una labor que se menciona desde las agencias acreditadoras de carreras de ingeniería hace más de 20 años (ABET, 2019; CEAB, 2015); esto en respuesta a la necesidad de corroborar que la formación recibida por el estudiantado lo esté facultando para la competencia profesional que se le asignará. Bolaños et al. (2015) indican que, desde 2009, se inicia en América Latina el desarrollo de un proyecto que buscaba establecer un acercamiento teórico–conceptual al tema del diseño curricular por competencias al implementar acciones piloto y sistematizar los resultados; esto como respuesta paralela a los esfuerzos del proyecto Tuning (Beneitone et al., 2007) y de la Declaración de Boloña, en Europa (Comisión Europea, 1999), y como preámbulo al enfoque de atributos del que se habla en el presente artículo.

Según menciona Espericueta et al. (2019), las acreditaciones y las certificaciones han permitido que se mantenga un sistema integral de calidad asociado a la gestión de las carreras y a su calidad académica en sí. Dentro de los requisitos de los organismos acreditadores, se tiene la definición, la difusión y la evaluación de los atributos de egreso (Isaacson, 2016).

Sumado a lo anterior, se recalca que la evaluación es uno de los aspectos más desafiantes que enfrenta el personal docente y cualquier institución dedicada a la formación de personas. Dicha complejidad plantea un reto aún mayor cuando se trata de evaluar si el estudiantado que se egresa cumplió con los estándares definidos en un perfil de egreso del programa de formación. Esto requiere, entre otros aspectos, una preparación de estrategias específicas, contar con recursos humanos y equipos especializados así como, en muchos

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



casos, impulsar cambios de paradigma relacionados con el entendimiento del aprendizaje y la enseñanza en el profesorado y estudiantado (Barrie, 2007; Owens, 2016). Otros autores (Dew, Lavoie y Snelgrove, 2011) proponen contar con un procedimiento completo de gestión de la acreditación, que incluye la medición de los atributos de egreso, dentro de un sistema de información y gestión de roles muy bien definido. Mientras ello no ocurra, la evaluación del logro de los perfiles de egreso seguirá siendo un elemento pendiente que aparecerá como debilidad en los procesos de acreditación (Riquelme et al., 2017).

Como indican San Martín et al. (2004) y Heywood (2005), la experiencia internacional demuestra que no es una tarea simple verificar que los objetivos educativos expresados en los perfiles de egreso se han cumplido. En múltiples ocasiones, existen problemas de validez y confiabilidad de las herramientas utilizadas para ese fin (Heywood, 2016). Esta dificultad es más evidente cuando se trata de medir las habilidades o actitudes asociadas al desempeño profesional. Dichos elementos suelen estar orientados a la experiencia y la práctica profesional (conocimiento funcional) más que al conocimiento declarativo, a diferencia de otras áreas del conocimiento como las ciencias exactas (Biggs, John, Tang y Catherine, 2011). De acuerdo con Villardón (2006), la universidad, en general, se ha preocupado de la evaluación del conocimiento adquirido al recoger información por medio de pruebas estandarizadas, escritas y orales. Sin embargo, se requieren herramientas más sofisticadas para avanzar hacia un sistema de evaluación que permita recoger información y valorar todos los resultados de aprendizaje, de una forma válida y confiable para lograr una evaluación auténtica (Heywood, 2016). En el proceso de construcción del perfil de egreso de la carrera en análisis, se reflexionó

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



acerca de la gran diversidad de saberes que debían ser contemplados y se está claro en que trasciende los atributos que enmarcan las diferentes acreditadoras.

1.2 Definición de atributo

Riquelme et al. (2017) indican que el perfil de egreso académico profesional es una declaración pública que implica el logro, al finalizar el proceso formativo, de un conjunto de atributos (habilidades, conocimientos y actitudes) que demuestran los titulados en el ejercicio del desempeño profesional.

Para evaluar es necesario tener clara su definición y alcance; por tanto, es importante recontar las diferentes definiciones que le dan al “atributo”. Inicialmente, se usaba el término “competencias” o “capacidades” (Bowden, 2004). A nivel del estudiante, se le llama atributo debido a que es una cualidad que debería adquirir para luego lograr una competencia profesional futura; pero, sigue refiriéndose a las habilidades, conocimientos y aptitudes a formar en el estudiantado. Así, un atributo (también conocido en la literatura en idioma inglés como *outcome*) puede ser definido como un conjunto de resultados individuales evaluables que permiten inferir el potencial del graduado para desarrollar competencias profesionales en el futuro (AAPIA, 2018). Esta definición, la cual ha sido adoptada por la EIC, parte de que sea medible; por ello, debe estar asociado a indicadores objetivos y garantizar una trazabilidad en cuanto al origen de las evidencias utilizadas y la evolución de la formación a lo largo de la carrera.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Los atributos de egreso pueden separarse en dos familias (Barrie, 2006; Shaeiwitz, 1996): aquellos llamados atributos duros (relacionados con conocimientos ingenieriles y su aplicación), también conocidos como genéricos (Barrie, 2006; Heywood, 2005) y los llamados atributos blandos (habilidades “blandas”, como propone Penzenstadler et al., 2009), que son más aptitudinales y relacionados con el quehacer profesional, pero no específicamente de la ingeniería, sino de toda profesión, como lo son la ética, la comunicación, la relación con el ambiente y la sociedad, entre otros. En el caso de la educación superior en ingeniería, para efectos de la acreditación ante AAPIA (AAPIA, 2018) y CEAB (CEAB, 2015), y según la visión de la EIC, ambos tipos de atributos se consideran necesarios y deben ser desarrollados conjuntamente a lo largo de la formación del estudiantado en según el perfil de egreso del programa de formación.

1.3 Proceso de evaluación de atributos de egreso de estudiantes

La evaluación de los atributos pasa por una revisión extensa de los componentes de cada uno de ellos y con la identificación de en donde se enseñan en el currículo (mapeo). Durante la etapa de mapeo de atributos en el programa de formación, se deben seleccionar los cursos o las actividades pedagógicas en los que van a ser medidos. Espericueta et al. (2019) recomiendan definir, primeramente, los niveles cognitivos deseados para cada atributo en el curso, de acuerdo con la Taxonomía de Bloom y asociado al temario del curso en particular. Otras taxonomías, como la de SOLO (*Structure of Observed Learning Outcomes*, por sus siglas en inglés), también, han sido recomendadas por otros autores para este fin (Biggs et al.,

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



2011). Luego, se deben planificar las actividades pedagógicas en las que se realizarán las mediciones. Dichas actividades requieren ser diseñadas utilizando tecnologías de información y comunicación (Espericueta et al., 2019). Todo esto para garantizar la medición auténtica en el alumnado. Siempre se buscan incentivar los sistemas colegiados.

Riquelme et al. (2017) mencionan que la evaluación articula y apoya el aprendizaje para asegurar que la población estudiantil desarrolle conocimientos, habilidades y actitudes importantes tanto en relación con lo que se está estudiando como con las transiciones académicas para las que se preparan y las transferencias de saberes que ellas implican. Se debe tener claro que la evaluación de los atributos a la larga no está midiendo a la persona estudiante como individuo, sino al colectivo en formación y, en último caso, a la unidad académica y su capacidad de formar profesionales aptos para desarrollar su potencial en el futuro. A raíz de esto, nuevamente, Riquelme et al. (2017) enfatiza en que debido al tipo de aprendizaje que exige el modelo de formación por competencias, y en términos más amplios todo modelo centrado en los desempeños complejos, la evaluación como proceso y los productos evaluativos trascienden la mera reproducción o la mirada reduccionista sobre determinadas situaciones problemáticas y requiere un abordaje complejo que contemple el contexto y la capacidad de adaptabilidad.

Adicionalmente, según Heywood (2016), la evaluación educativa puede definirse como una observación multidimensional para emitir un juicio, con base a estándares previamente definidos, sobre el desempeño estudiantil. En ese sentido, y tal y como recomiendan Espericueta et al. (2019), es necesario definir estándares “aceptables” para interpretar el

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



resultado de la evaluación del atributo. Esos autores diseñaron un sistema de evaluación para obtener valores de entre 1 y 4 para el atributo en evaluación, definiendo como estándar aceptable que, al menos, el 85 % del estudiantado alcance valores entre 3 y 4.

La evaluación de los atributos tiene por objetivo que estudiantes y docentes sean evaluados en función de indicadores de desempeño conocidos e imparciales, que orienten las trayectorias de los diversos itinerarios formativos (Riquelme et al., 2017). Así, la evaluación se vuelve una herramienta de gestión de la calidad al existir indicadores específicos y medibles asociados al perfil de egreso y coherentes con el contexto en el que se desarrolla.

Báez et al. (2004) plantean que la evaluación del perfil de egreso debe considerar: “qué es el profesional, qué debe saber, qué debe ser capaz de hacer, cuáles actitudes debe reflejar en sus conductas, cuáles son sus obligaciones éticas y cómo debe participar en el medio social”. Esto calza con el esquema de desarrollo del perfil de egreso que se plantea desde la UCR, en el que debe responderse a los tres niveles de saberes: saber ser, saber conocer y saber hacer (UCR, 2015). Aunado lo anterior, existe la necesidad de ligar esos saberes con el marco epistemológico que acompaña todo currículo académico para así asegurar la calidad de los programas formativos.

Riquelme et al. (2017) mencionan varios criterios por tomar en cuenta para diseñar la evaluación de atributos: la coherencia o grado de concordancia con la propuesta formativa institucional; la pertinencia, que da cuenta de la relación entre demandas del currículo (según el mercado y la sociedad) y su configuración; el tercer criterio, la viabilidad, es decir, la estimación de las posibilidades de éxito en la implementación del programa y del logro efectivo

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



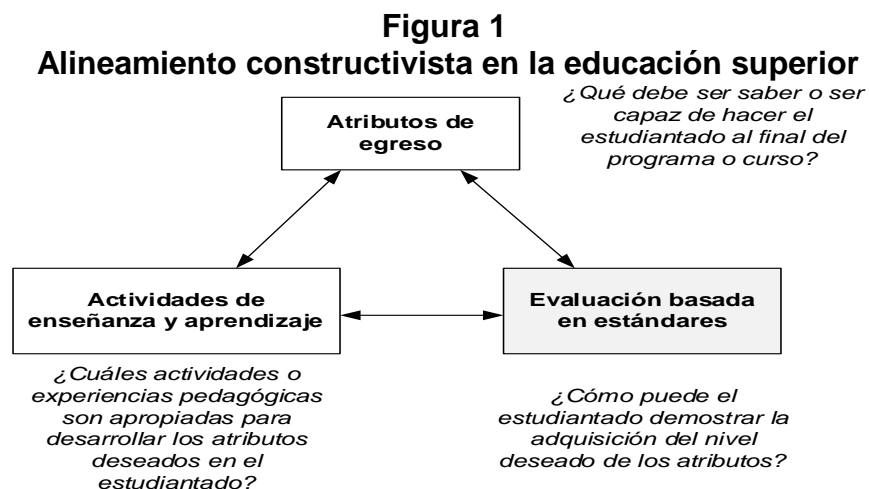
Artículo protegido por licencia Creative Commons



del perfil de egreso. Finalmente, la consistencia interna de los componentes de formación, una articulación que define el aporte particular de cada elemento en la formación del estudiantado.

1.4 Alineamiento constructivista y proceso de mejora continua del currículo

Diversos autores manifiestan la necesidad de que el currículo de un programa de formación sea coherente en tres dimensiones (Biggs et al., 2011; Heywood, 2005, 2016; Wankat & Oreovicz, 2016): objetivos de aprendizaje o atributos que el estudiantado debe demostrar al final de su formación, estrategias y experiencias pedagógicas y evaluación basada en criterios o estándares (Figura 1). Biggs et al. (2011) llaman a esta coherencia pedagógica como “alineamiento constructivista”, en el que la enseñanza debe centrarse en el estudiantado con el fin de promover un aprendizaje activo.



Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
 Instituto de Gestión de la Calidad Académica
 Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

La medición de los atributos responde a la fase de evaluación del programa de formación con la medición del desempeño del estudiantado, pero las tres fases deben ser integradas para garantizar el éxito del currículo. En ese sentido, Desha y Hargroves (2014) proponen usar la estructura del alineamiento constructivista para adoptar un ciclo de mejora continua por medio de mejoras cíclicas al currículo.

Biggs et al. (2011) proponen un marco para la evaluación del avance en la implementación de un enfoque constructivista en un programa de formación universitario, dividido en 4 niveles, según se observa en la

Tabla 1.

Tabla 1

Marco para evaluar el avance en la implementación de un enfoque constructivista en programas de formación universitaria

| Nivel | Descripción |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | El alineamiento constructivista se trabaja en el programa a nivel de entendimiento declarativo: existe claridad con respecto a la necesidad de alinear atributos, actividades y evaluación. |
| 2 | Los atributos de egreso están definidos en el programa, pero las actividades y evaluación no están alineadas a ellos. |
| 3 | Atributos, actividades y evaluación están alineados. Existe evidencia de colecta de datos para evaluar la efectividad de la implementación del sistema. |
| 4 | Además de lo indicado en el nivel 3, existe un programa de mejora continua soportado por medio de la reflexión y la investigación activa. |

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Fuente: adaptado de Biggs et al. (2011)

Este enfoque de alineamiento constructivista (Biggs et al., 2011) fue utilizado para discutir los resultados derivados de esta investigación.

Metodología

El enfoque de la investigación es predominantemente cuantitativo. La fase de referentes y la de reflexión tienen un abordaje cualitativo. La fase de evaluación de los atributos del plan piloto se aborda mediante técnicas cuantitativas para la recolección de la información y su análisis. El alcance de la investigación fue exploratorio, porque no se tenían experiencias previas de este tipo de evaluación ni se encontraron casos de estudio concretos que fueran replicables a la realidad de la EIC en ese momento. Los datos son recolectados durante el I semestre de 2017 y su análisis se realiza durante el II semestre del mismo año; durante el I semestre 2018 se presentan los resultados a las autoridades universitarias y se concretan reflexiones sobre la metodología empleada, su replicabilidad y los recursos que este tipo de evaluaciones ameritan.

El proceso seguido en la EIC para la evaluación de los atributos se refleja en la

Figura 2.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>

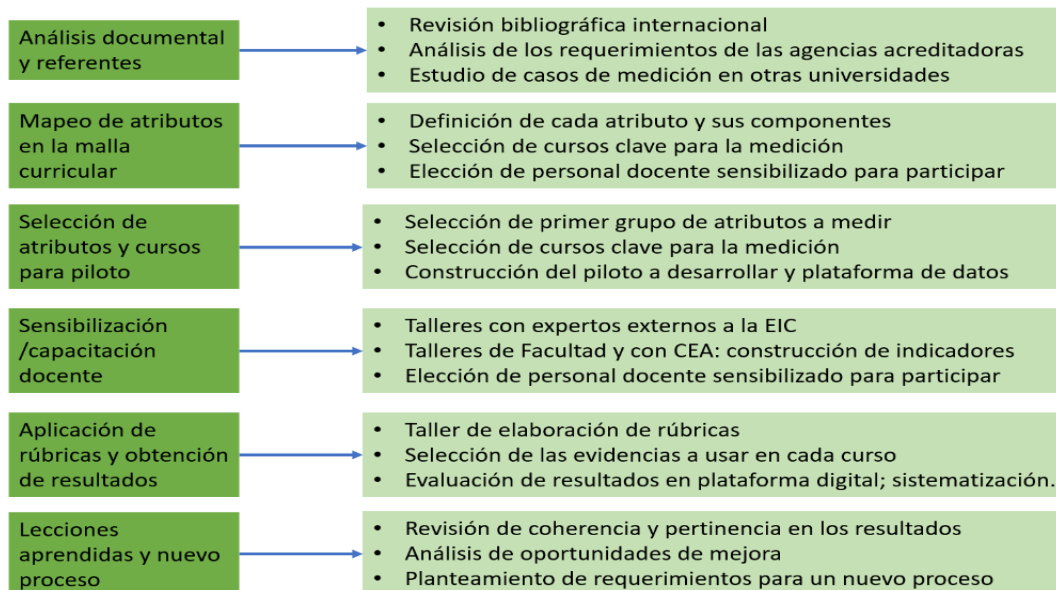


Artículo protegido por licencia Creative Commons



Figura 2

Proceso de medición de los atributos en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica



Fuente: Elaboración propia con base en las experiencias de la EIC.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



En este artículo se enfatiza en las dos últimas etapas correspondientes a la aplicación de las rúbricas, el análisis de resultados y el proceso reflexivo derivado de esta experiencia.

2.1 Unidades de análisis: Atributos de egreso que fueron medidos en el Plan Piloto I-2017

Se definen 3 niveles para la medición de los indicadores: Inicial (I), en Desarrollo (D), y Avanzado (A) con el fin de medir el progreso del estudiantado en relación con el desarrollo de los diferentes atributos. Se seleccionan cuatro de los 12 atributos (con siete indicadores), en el que se evalúa a más de 700 estudiantes y se cuenta con la participación de más de 30 docentes. En este trabajo se presentan, como ejemplo, los resultados obtenidos para la medición de tres de los atributos (3 indicadores, con la participación directa de 347 personas estudiantes), según se describe en la Tabla 2, en donde se muestran los cursos en los que se aplican los instrumentos de medición.

Tabla 2

Atributos, indicadores y cursos involucrados en el plan piloto I-2017 de evaluación de atributos

| Atributo | Indicadores | Curso de medición I-2017 |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01 CBE – Conocimiento Básico de Ingeniería | CBE01: Aplica los conceptos científicos, tecnológicos e instrumentales que sustentan teóricamente el proceso de concepción, propuesta, diseño, ejecución y evaluación de | <i>Inicial:</i> Mecánica 1 IC0401 <i>En Desarrollo:</i> Mecánica de fluidos IC0605 <i>Avanzado:</i> Concreto I IC0801 |

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

| Atributo | Indicadores | Curso de medición I-2017 |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | proyectos de arquitectura o ingeniería. | |
| 03 INE – Investigación | INE01: Plantea problemas pertinentes de la profesión para el desarrollo de investigaciones. | <i>Inicial:</i> Comunicación técnica IC0403 <i>En Desarrollo:</i> Materiales de Construcción IC0604 <i>Avanzado:</i> Investigación Dirigida IC9500 |
| 05 UHE – Uso de herramientas de Ingeniería | UHE01: Utiliza herramientas modernas y pertinentes para las diferentes fases de desarrollo de un proyecto. | <i>Inicial:</i> Diseño Gráfico IC0302 <i>En Desarrollo:</i> Estadística Aplicada IC0606 <i>Avanzado:</i> Laboratorio de Diseño Vial IC0810 |

En cuanto a las personas participantes de la investigación, tanto personal docente como estudiantado, se les informa de los fines de la evaluación, los alcances y de la confidencialidad de las personas. En relación con el cuerpo docente, que participa durante la elaboración de las rúbricas utilizadas para la medición de los atributos, la gran mayoría son profesional en ingeniería civil (más del 95 %) con grado de licenciatura, maestría o doctorado y algunas personas profesionales de otras disciplinas, que también son docentes de la EIC.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Con respecto a las personas estudiantes, todas (347 estudiantes) formaban parte del cuerpo estudiantil de la EIC en el primer semestre del 2017 y pertenecen a 20 grupos distintos distribuidos en los semestres 1, 3, 4, 5, 6, 8 y 9 del programa del plan de estudios vigente a la fecha de la investigación, según se detalla en la Tabla 2. Del total de personas estudiantes, 72.8 % eran hombres y 27.2 % mujeres, lo que es congruente con la distribución de género en la población de estudio. No hubo criterios predefinidos de exclusión en el estudio y todas las personas estudiantes, quienes participan de las actividades pedagógicas en las que se aplicaron las rúbricas de evaluación de los atributos de interés, son incluidas en el estudio.

Se realiza un proceso de información amplio en el que se explica a todos los implicados que los resultados se procesan de forma general, no personal, y que se buscaba evaluar a la Escuela, no a las personas, y aceptan participar del estudio bajo esos términos.

2.2 Recolección de datos

Para la recolección de los datos se aplican rúbricas en los distintos cursos que se muestran en el Tabla 2. El cuerpo docente involucrado en el Plan Piloto participa en el diseño de las rúbricas después de participar de varios talleres de capacitación y con asesoría del CEA. Las personas docentes de los cursos seleccionados definen una actividad del curso para la aplicación de la rúbrica y crean criterios de evaluación (aproximadamente 3 a 8 criterios, según el nivel de medición), que estuvieran asociados al indicador que se pretende medir. Luego, para cada uno de ellos, se definen los aspectos de la actividad de evaluación que consideran

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

que reflejaban los niveles de desempeño de cada estudiante en forma de escala (No aceptable, debajo de la expectativa, satisface la expectativa y excede la expectativa).

Se elabora una rúbrica por indicador y por nivel y se intenta reflejar un nivel de progresión o aumento del nivel exigencia en los atributos de las personas estudiantes a lo largo de la carrera medido con los niveles Inicial, En Desarrollo y Avanzado. Para ello, se considera la taxonomía de Bloom (Bloom, 1956) como base para esa progresión. Para los niveles Iniciales, las rúbricas tienen menos criterios (o con un nivel cognoscitivo menor); los criterios de evaluación definidos por el cuerpo docente durante la elaboración de la rúbrica aún más exigentes a medida que aumenta el nivel evaluado. En ese sentido, no necesariamente debe reflejarse una “mejor calificación” o un valor numérico más elevado en la evaluación de las personas estudiantes a medida que aumenta el nivel, pero sí debe, al menos, mantenerse un patrón de rendimiento similar entre los tres niveles evaluados para garantizar que se cumplen las expectativas de desempeño en ese atributo/indicador a lo largo de la formación del estudiantado.

A modo de ejemplo, en la sección Apéndice se presentan, como material complementario, algunas de las rúbricas aplicadas para los tres atributos/indicadores de este trabajo (para el atributo Uso de Herramientas de Ingeniería, UHE), pues se considera pertinente compartir este tipo de material como referencia.

Cada docente involucrado en el proceso estuvo a cargo de facilitar los resultados de la aplicación de la rúbrica en su respectivo curso. Se diseñó una plataforma en Moodle para digitalizar la información en forma de base de datos y se capacita a los docentes para su uso.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

2.3 Métodos de análisis de los resultados

Se define un índice numérico o puntaje en escala numérica a partir de los datos recolectados. Para cada criterio de evaluación se asocia un valor numérico en relación con la escala de calificación de la rúbrica (No aceptable: 0 puntos, Debajo de las expectativas: 1 punto, Satisface las expectativas: 2 puntos y Excede las expectativas: 3 puntos). Se da el mismo peso relativo a cada criterio de la rúbrica al asignar la nota final de cada estudiante al sumar los puntos totales la persona consigue en su evaluación y se divide por el máximo de puntos que es posible obtener en la actividad. Al pasar ese valor a una escala de 100, se obtuvo un puntaje para cada estudiante en el indicador que es evaluado.

Los resultados de cada estudiante se trabajan de manera anónima. Se realiza estadística descriptiva e inferencial sobre la muestra para el análisis de los resultados, para lo cual se utilizó el *software* Microsoft Excel. Este punto fue crucial y se le explica a toda la población estudiantil que participa del proceso.

Dos análisis diferentes son aplicados. Primero, se comparan los resultados para cada atributo/indicador y se detectan diferencias entre los tres niveles. Para ello, se comparan las medianas de los diferentes niveles de evaluación en un mismo indicador por medio de pruebas estadísticas no paramétricas. Se usa el test estadístico de Kruskal-Wallis complementado con test de Dunn para comparación múltiple uno a uno en caso de encontrar diferencia significativa entre los niveles en la primera prueba. Se considera una significancia (α) de 5 % para todos los análisis estadísticos. Estos análisis son realizados por medio del *software* Statistica 10.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Luego, siguiendo la metodología propuesta en Meza et al. (2017) y en congruencia con lo sugerido por Riquelme et al. (2017), se establece un puntaje mínimo que el estudiantado debe alcanzar para satisfacer un estándar mínimo. Este puntaje mínimo es de 65 puntos de 100 posibles (valor cercano a 2/3, suponiendo que el valor número 2 es el que “satisface las expectativas”, como se menciona anteriormente). Los puntajes entre 55 y 65 se describen como en una “zona de transición” próxima al estándar mínimo establecido. Después, se establece que para que la evaluación del atributo en cada nivel sea satisfactoria, al menos, 70 % de la muestra debe alcanzar el puntaje mínimo.

Es importante destacar que, al ser la primera vez que se aplica la evaluación de atributos, no existen referencias anteriores que permitan establecer una comparación con otros programas de formación en ingeniería en la UCR o con el mismo programa en años anteriores, de tipo “benchmarking”. El aporte más valioso de esta primera corrida de evaluación es la de permitir afinar la metodología de medición seleccionada, detectar aspectos por mejorar, definir acciones para la delimitación más detallada y medir la capacidad que tiene la Unidad Académica para su aplicación.

3 Resultados y discusión

En este apartado se presenta una síntesis de los resultados de la evaluación de los atributos seleccionados. Acto seguido, se ofrecen las reflexiones del proceso metodológico. De forma posterior, se expone la necesidad de reconstrucción de indicadores y criterios a medir. Finalmente, se sintetizan los aspectos de logística y replicabilidad. Al cierre, se presenta

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



un análisis respecto a cómo este proceso responde al alineamiento constructivista que se plantea desde el plan de estudios en la EIC.

3.1 Resultados de medición de atributos del Plan Piloto I-2017

A continuación, se presentan los resultados tras la aplicación del plan piloto I-2017 para los tres atributos e indicadores considerados en este trabajo. También, se muestra el resultado de las pruebas estadísticas para comparación de cada nivel por indicador.

La Figura 3 evidencia los resultados de la evaluación registrados para el indicador 1 del atributo de CBE (Conocimientos básicos de Ingeniería).

Figura 3

Distribución y pruebas estadísticas para resultados de evaluación de atributo CBE - Conocimientos Básicos de Ingeniería, indicador 01

CBE-01: *Aplica los conceptos científicos, tecnológicos e instrumentales que sustentan teóricamente el proceso de concepción, propuesta, diseño, ejecución y evaluación de proyectos de arquitectura o ingeniería.*

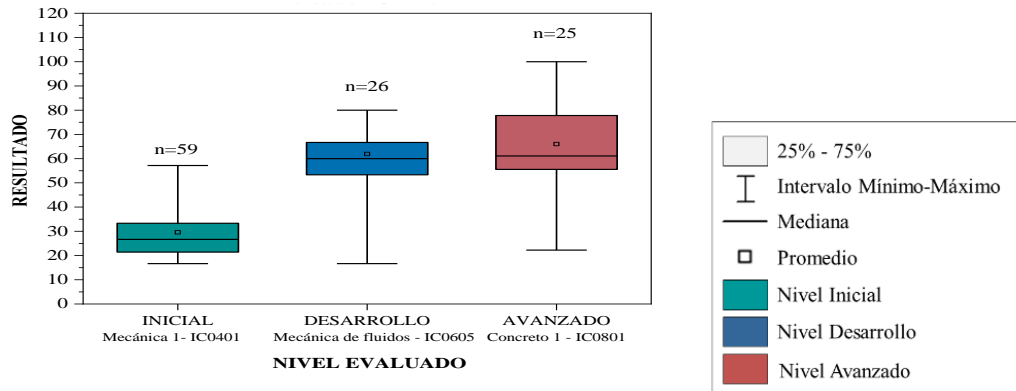
Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



| Prueba estadística | Resultado |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$) | Diferencia significativa entre mediana de los niveles ($p < 10^{-4}$) |
| Comparación múltiple entre niveles ($\alpha = 5\%$) | Inicial < Desarrollo ($p < 10^{-4}$) Inicial < Avanzado ($p < 10^{-4}$) Desarrollo = Avanzado ($p = 1,0$) |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las rúbricas aplicadas (2017)

La Figura 3 muestra la progresión de las personas estudiantes evaluadas en el indicador CBE-01. Se observa un resultado muy bajo en el nivel Inicial (mediana de 27), que crece en el nivel del en Desarrollo (mediana de 60) y Avanzado (mediana de 61). Cabe resaltar que las pruebas estadísticas no detectaron diferencia significativa, al 95 % de confiabilidad, entre el nivel en Desarrollo y el Avanzado y ambos niveles mostraron un rendimiento superior (estadísticamente significativo al 95 % de confiabilidad) al Inicial. Esto podría evidenciar que existe una mejora en este indicador entre el inicio de la carrera (cuarto semestre de la formación) y el medio (sexto semestre). Esta tendencia parece mantenerse para los cursos

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

superiores (octavo semestre) al recordar que el nivel de exigencia de la rúbrica del nivel Avanzado era mayor. Las mediciones corresponden a cohortes distintas, posteriormente, cuando se tenga un historial de evaluaciones se podrá valorar y comparar la mejoría en una misma cohorte en el tiempo.

La Figura 4 muestra los resultados de la evaluación registrados para el indicador 1 del atributo INE (Capacidad para investigar), junto con los resultados de las pruebas estadísticas de comparación de medianas entre los 3 niveles.

Figura 4

Distribución y pruebas estadísticas para resultados de evaluación de atributo INE – Investigación, indicador 01

INE-01: Plantea problemas pertinentes de la profesión para el desarrollo de investigaciones.

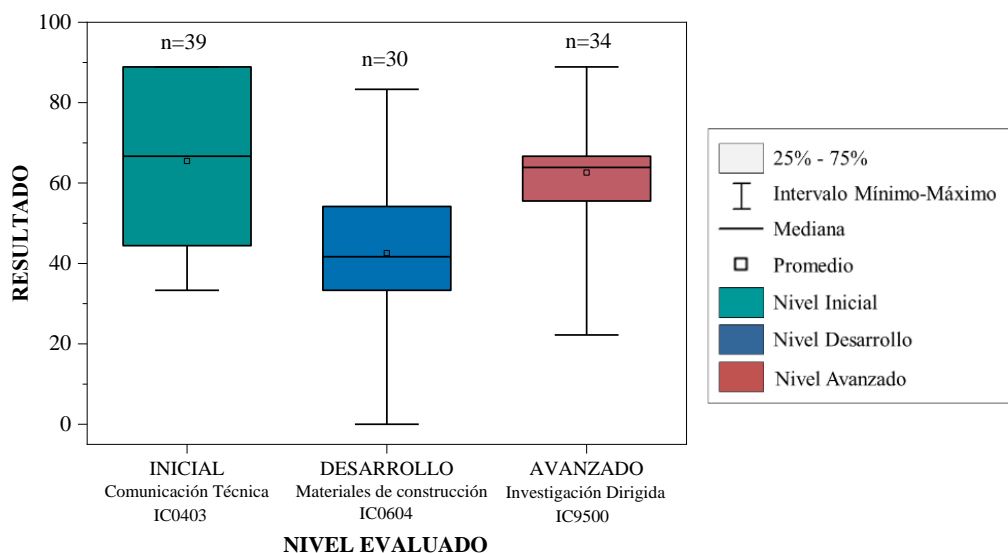
Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



| Prueba estadística | Resultado |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$) | Diferencia significativa entre mediana de los niveles ($p < 10^{-4}$) |
| Comparación múltiple entre niveles ($\alpha = 5\%$) | Inicial > Desarrollo ($p < 10^{-4}$) Inicial = Avanzado ($p = 1,0$) Desarrollo < Avanzado ($p < 10^{-4}$) |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las rúbricas aplicadas (2017)

Para el indicador INE-01, vinculado con el planteamiento de problemas de investigación, la

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Figura 4 muestra un resultado menos favorable para el nivel intermedio (sexto semestre – mediana de 42) en relación con el nivel Inicial (cuarto semestre – mediana de 67) y que se recuperó en el nivel Avanzado (noveno semestre – mediana de 67). El nivel en Desarrollo mostró un resultado menos favorable (estadísticamente significativo al 95 % de confianza), mientras que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los niveles Inicial y Avanzado. Este resultado estaría señalando que se requieren esfuerzos adicionales en la formación de las personas estudiantes para desarrollar sus habilidades de investigación después del curso de Comunicación Técnica con el fin de mejorar su desempeño en esta área. Otro aspecto, que podría estar ocurriendo, y que se discute en el equipo investigador, consiste en que la disminución del desempeño en nivel intermedio podría deberse a una falla de medición al seleccionar una actividad en el curso intermedio que no era del todo representativa.

La

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr/index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

Figura 5 muestra los resultados de la evaluación registrados para el indicador 1 del atributo UHE (uso de herramientas de ingeniería), junto con los resultados de las pruebas estadísticas de comparación de medianas entre los 3 niveles.

Figura 5

Distribución y pruebas estadísticas para resultados de evaluación de atributo UHE – Herramientas de Ingeniería, indicador 01

UHE-01: Utiliza herramientas modernas y pertinentes para las diferentes fases de desarrollo de un proyecto.

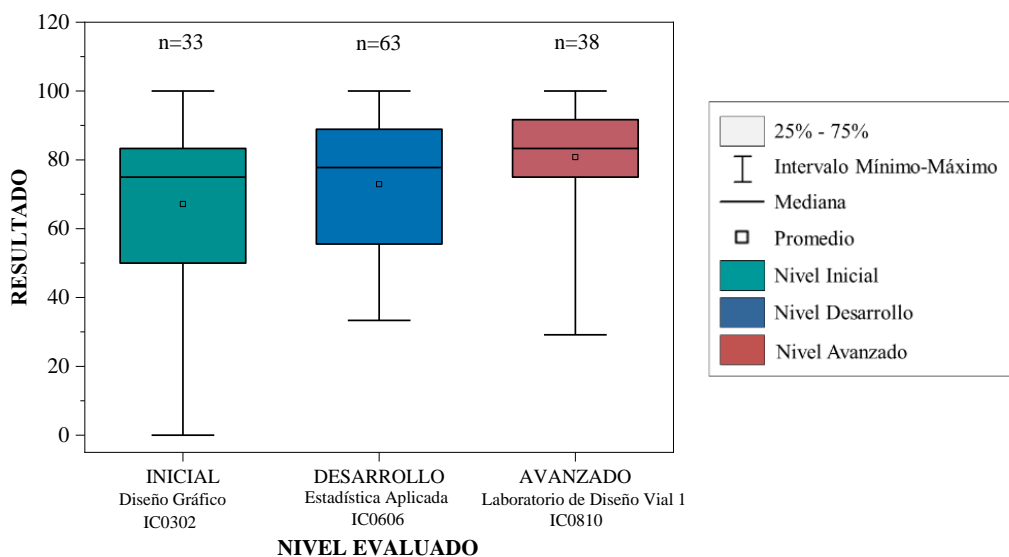
Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



| Prueba estadística | Resultado |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$) | Diferencia significativa entre mediana de los niveles ($p = 0,025$) |
| Comparación múltiple entre niveles ($\alpha = 5\%$) | Inicial = Desarrollo ($p = 1,0$) Inicial = Avanzado ($p = 0,12$) Desarrollo = Avanzado ($p = 0,11$) |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las rúbricas aplicadas (2017)

La

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Figura 5 muestra el indicador CBE-01 relacionado con el uso de herramientas de ingeniería. Las medianas fueron de 75, 78 y 83 para los niveles Inicial (tercer semestre), en Desarrollo (sexto semestre) y Avanzado (octavo semestre), respectivamente, y las pruebas estadísticas no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre cada nivel al 95 % de confiabilidad. Los resultados para este indicador parecen señalar que las personas estudiantes tienen un buen manejo de las herramientas de ingeniería (programas informáticos particularmente).

En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos en relación con el cumplimiento de los criterios mínimos de satisfacción definidos para la medición de los atributos de egreso evaluados durante el Plan Piloto I-2017.

Tabla 3

Resultados de satisfacción del estándar mínimo deseado para los atributos evaluados

| | Atributo | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|----|----|-------------------|----|----|---------------------------------------|----|----|
| | Conocimientos Base de Ingeniería CBE | | | Investigación INE | | | Uso de Herramientas de Ingeniería UHE | | |
| | I | D | A | I | D | A | I | D | A |
| Número de observaciones | 59 | 26 | 25 | 39 | 30 | 34 | 33 | 63 | 38 |
| Supera límite mínimo de 65 | 0 | 12 | 11 | 22 | 6 | 19 | 24 | 41 | 32 |

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
 Instituto de Gestión de la Calidad Académica
 Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Inferior a mínimo requerido de 65 | 59 | 14 | 14 | 17 | 24 | 15 | 9 | 22 | 6 |
| En transición (entre 55 y 65) | 3 | 7 | 10 | 4 | 2 | 9 | 0 | 13 | 3 |
| Porcentaje que superó estándar mínimo (%) | 0.0 | 46.2 | 44.0 | 56.4 | 20.0 | 55.9 | 72.7 | 65.1 | 84.2 |

I: nivel inicial; D: nivel en Desarrollo; A: nivel Avanzado.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las rúbricas aplicadas (2017)

Según se observa en la Tabla 3, los resultados presentan una tendencia similar a los expuestos anteriormente para las distribuciones de cada atributo (Figuras 4, 5 y 6). En el caso del atributo CBE (Aplicación de conceptos básicos), ningún nivel presenta un porcentaje por encima del mínimo establecido de 70 % de las personas estudiantes que superaran el estándar mínimo. Según se documenta por el profesor del curso donde se mide el nivel inicial, en este caso en particular, la actividad seleccionada hubo problemas en el diseño de la actividad y la comunicación con el estudiantado. Esto refleja la necesidad de seleccionar más cuidadosamente los instrumentos de evaluación. Con una mejora moderada en estos niveles, para este atributo, es posible alcanzar el objetivo de que 70 % de la muestra esté por encima del nivel mínimo de satisfacción. En el caso del atributo INE (Investigación), tampoco se llega al objetivo de 70 % de las personas estudiantes que superaran el límite inferior. En este caso, con una mejora moderada en el nivel Avanzado, sería posible alcanzar el objetivo fijado. Sin embargo, esfuerzos más importantes serán necesarios para los niveles Inicial y particularmente, en Desarrollo. Por último, en el caso del atributo UHE (Uso de Herramientas de Ingeniería), sí se supera el objetivo fijado de que 70 % de la muestra superara el puntaje

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



de 65 de 100 para los niveles Inicial y Avanzado y, en el caso del nivel en Desarrollo, el resultado de 65.1 %, junto con 13 observaciones (20.6 % de la muestra) en la zona de transición. Esto indica que con poco trabajo adicional por parte de estudiantes y docentes será posible alcanzar el objetivo definido para todos los niveles.

3.2 Reflexiones sobre los resultados obtenidos y del proceso metodológico seguido

Los resultados en el plan piloto permiten identificar diferencias en el nivel de desempeño del cuerpo estudiantil para cada uno de los tres atributos evaluados. La finalidad de la evaluación era enlazar dicho nivel de desempeño estudiantil a la calidad de la formación recibida. Los resultados de esta primera medición reflejan una nota particularmente baja para el atributo de Conocimientos Básicos de Ingeniería (CBE) en su nivel inicial, una nota intermedia (aunque todavía insuficiente) para el atributo de Investigación (INE) en sus tres niveles y los mejores resultados fueron obtenidos para el atributo de Uso de Herramientas de Ingeniería (UHE).

Algunos autores reportan resultados de desempeño de estudiantes de ingeniería en atributos similares para otros programas de acreditación (Ayadat et al., 2020; Espericueta González et al., 2019; Sundararajan, 2014). Sin embargo, debido a la especificidad de los atributos medidos y de la población estudiantil evaluada en este estudio, una comparación directa entre los resultados en los distintos procesos no es viable. No obstante, sí es posible revisar el proceso metodológico seguido en esta primera evaluación para meta-evaluarlo y compararlo con otros casos reportados en la literatura. Para las fases iniciales de definición de los atributos de egreso (que dependen de cada agencia acreditadora), selección de

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

indicadores y mapeo de atributos en el plan de estudios, el proceso suele ser bastante homogéneo en la literatura (Biggs et al., 2011; Easa, 2013; Felder y Brent, 2016; Heywood, 2016) y corresponde con lo realizado para este estudio. Sin embargo, distintos métodos de evaluación o medición de los atributos de egreso están disponibles en la literatura. En este caso, la evaluación se realiza por medio de rúbricas aplicadas a una actividad pedagógica, mientras que otros estudios reportan y recomiendan el uso de pruebas estandarizadas o métodos directos como exámenes cortos, evaluaciones formativas, cuestionarios, portafolios, entre otros (Henri, Johnson y Nepal, 2017). Cabe destacar que este otro tipo de instrumentos de medición suelen ser aplicados para evaluar los atributos considerados de menor complejidad (Easa, 2013; San Martín et al., 2004). Para atributos más complejos puede ser necesario el uso de métodos indirectos (encuestas, entrevistas, expedientes académicos). Adicionalmente, Easa (2013) recomienda el uso de rúbricas para atributos complejos (trabajo en equipo, ética, por ejemplo) y no considera que sea necesario usar esta herramienta para todos los atributos. La experiencia sintetizada en el presente estudio ayuda a llegar a una conclusión similar a la de dichos autores, pues se evidencia la complejidad de la elaboración, la aplicación y la estandarización en la calificación que se requiere para que las rúbricas sean exitosas.

Además, algunos autores no enfatizan en el desempeño de su cuerpo estudiantil para distintos niveles de avance en el plan de estudios a la hora de publicar sus experiencias evaluativas (Ayadat et al., 2020; Espericueta Gonzáles et al., 2019; Sundararajan, 2014). No está claramente establecido en la literatura que sea necesario medir el desempeño del cuerpo

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

estudiantil en diferentes niveles. Este es un requerimiento específico de algunas agencias acreditadoras (AAPIA, 2018) y parece ser útil para una evaluación más detallada del desarrollo de los atributos a lo largo del plan de estudios.

También, existe una dispersión en la literatura en relación con el análisis e interpretación de los datos colectados. En este trabajo se sigue la recomendación de Meza et al. (2017) para definir el criterio mínimo de aceptabilidad del desempeño del cuerpo estudiantil, que además se complementa con la distribución de frecuencia de los resultados finales obtenidos para cada atributo y nivel. Usualmente, en la literatura, se presenta un promedio general del resultado obtenido (Ayadat et al., 2020) o una calificación de tres niveles de desempeño (pobre, promedio y excelente) con los porcentajes de estudiantes en cada categoría (Easa, 2013). Sin embargo, para este caso particular, se toma la decisión de contar con una nota de corte y con base en el análisis valorar para futuras evaluaciones incursionar en otros modelos de valoración. Normalmente, las agencias acreditadoras no proponen un modelo para esta etapa, solo definen los atributos e indican la necesidad de medirlos.

Para obtener resultados más concluyentes acerca de la vía más adecuada para medir los atributos de egreso en carreras de ingeniería, se requieren más estudios de comparación de métodos de evaluación o que también consideren distintos modelos de interpretación de los resultados diversos. Por ello, la EIC continúa aún hoy definiendo el mejor método evaluativo junto con la más idónea combinación de herramientas de medición, que sean factibles con los recursos disponibles.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



3.3 Reconstrucción de indicadores y criterios por medir

Posteriormente a la experiencia del piloto, se determina que el proceso de construcción de los indicadores debe afinarse, pues, en algunos casos, todavía no se logra una separación de componentes adecuada y se tiene criterios similares en dos o más indicadores. Por ello, para un mejor abordaje en el futuro, se realiza una reconstrucción desde las definiciones de cada atributo al segregar los diferentes componentes explicitados y con base en esto definir potenciales indicadores nuevamente. Fue necesario clarificar adecuadamente los límites y los alcances de cada indicador. En primera instancia, se toma la decisión de unificar los indicadores para que fueran utilizados por todas las carreras de la Facultad de Ingeniería (FI) de manera que se tuviera un solo sistema de medición. Sin embargo, a la hora de detallar el plan de evaluación, se pudo constatar que esa primera construcción no era tan clara, debido a que, al tratar de abarcar la realidad de diferentes carreras en unos mismos indicadores, estos habían quedado muy generales y difíciles de operacionalizar.

3.4 Aspectos de logística y replicabilidad de la evaluación

A la luz de los resultados de la implementación del primer plan piloto de evaluación de atributos de egreso, se requiere analizar la experiencia desde el punto de vista logístico y procedimental para lograr mejores resultados en el futuro.

Como ya se menciona, el trabajo adicional, que requiere para las personas docentes de cursos particulares el seleccionar y adaptar una actividad para la medición del atributo y luego aplicar la rúbrica, podría no ser sostenible. En este sentido, también, resulta necesario un proceso de convencimiento en la población docente o el seleccionar los cursos dependiendo

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



del grado de convencimiento del docente, debido a que, de los atributos seleccionados del piloto, en dos ocasiones, no se obtuvo la medición porque la persona docente no está totalmente comprometida o no entiende la relevancia del proceso. Esto concuerda con lo sugerido por Biggs et al. (2013), en que se sugiere comenzar con la parte del cuerpo docente que se comprometa más rápidamente con el proceso.

Además, se observa que mientras más automatizado sea el proceso es mejor para asegurar la replicabilidad y la continuidad. En este sentido, el uso extensivo de plataformas como el aula virtual resulta esencial para asegurar una disminución significativa del trabajo. Asimismo, surge la necesidad de migrar a instrumentos de medición que puedan utilizar las herramientas del aula virtual, como los exámenes vía plataforma, pues esto estandariza de alguna manera la subjetividad de la persona docente al aplicar un criterio y, a la vez, reduce el tiempo de revisión y análisis de los resultados. Siempre se consideran que no todos los componentes de los diferentes atributos son aptos para los exámenes estandarizados y que algunos siguen requiriendo la aplicación de rúbricas similares a las aplicadas en este piloto.

3.5 Alineamiento constructivista en la Escuela de Ingeniería Civil

La evaluación de la información recolectada junto con el análisis de los elementos logísticos y metodológicos empleados durante este plan piloto permiten situar a la EIC en una fase de implementación de nivel 2 con algunas características del nivel 1, según la escala propuesta por Biggs et al. (2011). Esto es inferido al considerar que, aunque existe un entendimiento declarativo sobre la necesidad de implementar un enfoque de formación por atributos en el programa (Nivel 1), no hay una política clara a nivel institucional para alinear actividades

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



pedagógicas y evaluación (Nivel 2). Existe una definición de los atributos de egreso del cuerpo estudiantil (principalmente a través del perfil de egreso), pero la estructura logística no es clara a nivel de roles y existe un involucramiento limitado del cuerpo docente (Nivel 2). Aún falta de un mecanismo sistemático y automatizado para la recolección de los datos (Nivel 2). El elemento que parece estar más atrás en esta escala (Nivel 1) es la permeación de los atributos de egreso al nivel de cada uno de los cursos y en todo el cuerpo docente de la EIC. A pesar de que en 2019 la dirección de la EIC gira directrices para que se incluyan en cada uno de los programas de curso los objetivos de aprendizaje en función de las capacidades que iba a desarrollar el estudiantado y que se dedique una sección explícita con los atributos a desarrollar en el curso. Esto no es suficiente para interiorizar el enfoque de atributos en todo el proceso de enseñanza–aprendizaje. Es necesario que cada curso del programa refleje los atributos de salida del estudiantado y que estén alineados al perfil deseado. Adicionalmente, a la fecha, se trabaja en un segundo mapeo más exhaustivo de los atributos de egreso en todo el currículo correspondiente al primer indicador del Nivel 3 de la escala de Biggs et al. (2011).

4 Conclusiones, lecciones aprendidas y retos futuros

La aplicación del plan piloto permite contar con una primera experiencia de evaluación al utilizar como herramienta única las rúbricas. Se evidencia la carga de trabajo que un proceso de esta índole demanda. Además, muestra que las rúbricas pueden no ser los mejores instrumentos para medir los componentes de algunos atributos y que, además, es complejo

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



mantener la posibilidad de rastrear el grado de mejora en la obtención del atributo por parte del estudiantado a lo largo de la carrera.

Respecto a la metodología aplicada en este estudio, se considera que está razonablemente consolidada en la literatura hasta la fase de mapeo de los atributos de egreso en el plan de estudio. Para las etapas posteriores, particularmente para la definición de las herramientas de medición y el análisis e interpretación de los datos recolectados, el estudio describe y reflexiona sobre la metodología que es seguida, aunque la literatura no es contundente sobre estos puntos y se requiere más investigación al respecto, en particular para las áreas de ingeniería y en América Latina. Se espera que esta sea la base para futuras investigaciones que apliquen otros instrumentos de evaluación y valorar la idoneidad de los mismos en aras, no solo de contar con los resultados deseados para cada atributo, sino también que se contemplen otros aspectos relevantes como los recursos requeridos, el cumplimiento de los requerimientos de las agencias para las acreditaciones e incluso a más largo plazo estudiar la relación que existe entre los resultados de las evaluaciones de estos atributos de egreso con el adecuado cumplimiento de las competencias deseadas en los profesionales (razón que origina la necesidad de medición en un principio).

En adición a la opinión de los autores, los indicadores para cada atributo, inicialmente definidos a nivel de Facultad, no cumplen con las expectativas de evaluación de los atributos debido a problemas de validez (el instrumento mide lo que se quiere medir, según Heywood, 2016), pues, en algunos casos, el indicador seleccionado no responde a una medición oportuna o integral de los atributos inicialmente definidos por las agencias acreditadoras. Esto

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

produjo algún sesgo en los resultados de este estudio, aunque era una condición obligatoria al momento de la realización. El principal problema encontrado fue una descomposición excesiva de los atributos en indicadores, al ser que, con la aplicación del plan piloto, se percibe que se estaba midiendo apenas algunos de los componentes importantes de un atributo. Actualmente, se trabaja en redefinir los componentes de cada atributo (al contemplar las propias definiciones de los atributos dadas por AAPIA) y segregar los mismos en indicadores puntuales. Al mismo tiempo, se trabaja en un segundo piloto que utiliza como instrumento de medición el examen estandarizado y automatizado, como complemento a lo que las rúbricas pueden evaluar, y una medida para simplificar el análisis posterior de los resultados.

Otro tema de relevancia es el de la confiabilidad de la herramienta de evaluación. Según Heywood (2016), es poco explorado en la literatura de educación en ingeniería. Sin embargo, es necesario validar más profundamente los instrumentos que utilizan para garantizar que la medición que se consigue es precisa.

Por último, la evaluación de atributos requiere que el sistema evaluativo como un todo migre hacia una evaluación más auténtica, que ligue más claramente los desempeños de las futuras personas profesionales con los procesos de formación a lo interno de las universidades (por medio de un alineamiento constructivista, por ejemplo). Este proceso permite migrar hacia el aseguramiento de la calidad del perfil de egreso en el estudiantado, que cumple con las expectativas de forma más integral y no solamente con una serie de cursos aprobados. De este modo, se espera que el proceso de evaluación de atributos contribuya a generar los

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



ajustes necesarios que requiere el currículo como un proceso dinámico y que guíe las próximas reformas curriculares.

Referencias

- AAPIA. (2018). Evaluación de la introducción del enfoque por atributos en los planes de estudio de ingeniería, según el modelo de la Agencia de Acreditación del CFIA (AAPIA). <http://aapia.cfia.or.cr/evaluacion-de-la-introduccion-del-enfoque-por-atributos-en-los-planes-de-estudio-de-ingenieria-segun-el-modelo-de-la-agencia-de-acreditacion-del-cfia-aapia/>
- ABET. (2019). Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2019 – 2020. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2019-2020/#GC3>
- Ayadat, Tahar, Ahmed, Danish, Chowdhury, Saidur, y Asiz, Andi. (2020). Measurable performance indicators of student learning outcomes: A case study. *Global Journal of Engineering Education*, 22(1), 40–50.
- Báez, Mario, Guzmán, Luis, Mella, Elia, Solar, María Inés, Poblete, Álvaro, Vergara, Carolina, Zúñiga, María, Alvarado Virginia, Cárcamo Anahí, y Cazenave, Mario (2004). Evaluación de competencias de egresados universitarios en el área de educación. En GOP CINDA (Ed), *Competencias de Egresados Universitarios* (pp. 71-73). Santiago. CINDA.
- Barrie, Simon (2006). Understanding what we mean by the generic attributes of graduates. *Higher Education*, 51(2), 215–241. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6384-7>

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

- Barrie, Simon (2007). A conceptual framework for the teaching and learning of generic graduate attributes. *Studies in Higher Education*, 32 (4), 439–458.
<https://doi.org/10.1080/03075070701476100>
- Beneitone, Pablo, Esquetini, César, González, Julia, Marty, Maida, Siufi, Gabriela, y Wagenaar, Robert (Eds.). (2007). Informe Final Proyecto Tuning - América Latina: reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina 2004-2007. Bilbao: Universidad Deusto (Vol. 7+). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Biggs, John y Tang, Catherine. (2011). *Teaching for quality learning at university* (Vol. 2011).
- Bloom, Benjamin (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. New York: D. McKay.
- Bolaños Cubero, Carolina, Cedeño Suárez, María Agustina, Rodríguez Guerrero, Ulises, y Umaña Mata, Ana Cristina (2015). *Discusión conceptual y sistematización de experiencias para el diseño curricular por competencias, proyecto piloto innovación docente: formación por competencias*. San José, C.R.: CONARE, OPES.
- Bowden, John (2004). Capabilities-driven curriculum design. En: Baillie, Caroline y More, Ivan (Eds.), *Effective Learning and Teaching in Engineering* (pp. 36–47). London: Routledge.
- CEAB. (2015). *A Guide to Outcomes-based Criteria*. Revisado el 27 de junio de 2021, de: http://ehea.info/Upload/document/ministerial_declarations/1999_Bologna_Declaration_English_553028.pdf

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

Comisión Europea. (1999). Declaración de Bolonia. Bolonia: The European Higher Education Area.

https://www.engineerscanada.ca/sites/default/files/draft_program_visitor_guide_v1.25.pdf

Cruz, Nidia (2017). Medición de atributos de egreso como herramienta de mejora educativa: el caso de la Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.

Pensamiento Educativo: Revista de Investigación Educativa Latinoamericana, 54(2), 1–16. <https://doi.org/10.7764/pel.54.2.2017.6>

Desha, Cheryl, y Hargroves, Karlson (2014). *Higher Education and Sustainable Development: a model for curriculum renewal*. New York: Routledge.

<https://doi.org/10.5840/thought1939141169>

Dew, Steven, Lavoie, Mathieu, y Snelgrove, Ashley (2011). An Engineering Accreditation Management System. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*, 2–7. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.3577>

Easa, Said (2013). Framework and guidelines for graduate attribute assessment in engineering education. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40(6), 547–556.

<https://doi.org/10.1139/cjce-2012-0485>

Espericueta, Dora Erika, Ramírez, Arturo, Colunga, Juan Carlos, y Lara, Paula Marisol (2019). Propuesta para la evaluación de atributos del egresado, utilizando nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje. *Revista Electronica Anfei Digital*, 11, 1–10.

Felder, Richard, y Brent, Rebecca. (2016). *Teaching and Learning STEM Resource: a Practical Guide*. San Francisco, Estados Unidos: Jossey-Bass.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



- Henri, Maria, Johnson, Michael, y Nepal, Bimal. (2017). A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 607–638. <https://doi.org/10.1002/jee.20180>
- Heywood, John (2005). Engineering education. Research and Development in Curriculum and Instruction. New Jersey: Wiley-Interscience. <https://doi.org/10.4271/560201>
- Heywood, John (2016). The assessment of learning in engineering education. Practice and Policy. Dublin: Wiley.
- International Engineering Alliance. (2014). 25 years of the Washington Accord. Nueva Zelanda.
<http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/History/25YearsWashingtonAccord-A5booklet-FINAL.pdf>
- Isaacson, Michael (2016). Graduate attributes and accreditation. Canadian Civil Engineer, Spring 2016, 19–21,
- Meza, Eva Cristina, Aguilar, José Fabián, Quesada, Martha Isabel y Delgado, William (2017). Atributos de egreso en carreras de ingeniería. Cartago, Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
- Owens, Demian (2016). Outcome-based Education and Engineering Education Accreditation. CAST Innovation and Integration Engineering Education Accreditation International Symposium, Beijing, ppp 1–8.
- Penzenstadler, Birgit, Schlosser, Tobias, Haller, Gabriele, y Frenzel, Gabriele (2009). Soft skills Required: A practical approach for empowering soft skills in the engineering world.

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

2009 Collaboration and Intercultural Issues on Requirements: Communication, Understanding and Softskills, CIRCUS 2009, 31–36.

<https://doi.org/10.1109/CIRCUS.2009.5>

Riquelme, Paula, Ugüeno, Novoa, Del Valle, Rodrigo, Jara, Enriqueta y Del Pino, Miguel. (2017). Desafíos para la evaluación del perfil de egreso, aproximaciones conceptuales. en libro: evaluación del logro de perfiles de egreso: experiencias universitarias (pp.19-37).

San Martín, María Elena, Trumper, Rosa Eugenia, Pérez, Carlos, Blackhouse, Peter, Bañados, Claudia, Herrera, José Antonio y Ponce, Mauricio (2004). Evaluación de resultados de aprendizaje asociados a un perfil de egreso en ingeniería. De: Ayarza, Hernán y González, Luis Eduardo (Eds.), Competencias de egresados universitarios (1a ed.). Santiago de Chile: Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA).

Shaeiwitz, Joseph. (1996). Outcomes Assessment in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 85(3), 239–246. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.1996.tb00239.x>

Sundararajan, Sriram. (2014). A strategy for sustainable student outcomes assessment for a mechanical engineering program that maximizes faculty engagement. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--20002>

Universidad de Costa Rica (2015). Diseño Curricular Universitario, Orientaciones para los procesos de diseño curricular. Centro de Evaluación Académica, Universidad de Costa

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons



Vicerrectoría Académica
Instituto de Gestión de la Calidad Académica
Co-creando Excelencia ✓



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: revistacalidad@uned.ac.cr

Rica.

Villardón, Lourdes (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educativo siglo XXI*, (24), 57-76.

Wankat, Phillip C. y Oreovicz, Frank (2016). *Teaching engineering* (2da ed.). Purdue University Press. <https://doi.org/10.1109/EMR.2009.2039956>

Metodología de evaluación de atributos de egreso: caso de la Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Nidia Cruz Zúñiga y Erick Centeno Mora

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v14i1.4325>



Artículo protegido por licencia Creative Commons