

Retos y oportunidades para una evaluación cualitativa, bidimensional y por competencias de ingeniería

Sandra Milena Merchán Rubiano & Hernando Rodríguez-Rico

Grupo de Investigación Osiris&Bioaxis, Facultad de Ingeniería, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
smerchanr@unbosque.edu.co, hrodriguezri@unbosque.edu.co

Resumen—La evaluación por competencias es un campo de estudio con amplia producción sobre estándares, marcos de referencia e implementaciones tecnológicas en distintas áreas disciplinares, que se valoran mayoritariamente desde la perspectiva metodológica. No obstante, se encuentran pocas contribuciones que permiten valorar los potenciales y desafíos que implican su implementación a la luz de los factores socioculturales involucrados (las creencias, los valores, las comprensiones); entendiéndose las prácticas de evaluación como acciones que configuran el hecho social de la educación. El trabajo que se presenta reflexiona sobre algunos de estos aspectos a partir de indagar a una muestra de actores del proceso evaluativo en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque, con el fin de valorar la práctica actual de evaluación de aprendizajes, y de reconocer los retos y oportunidades que deben tenerse en cuenta para la implementación de un sistema de evaluación por competencias.

Palabras Clave— evaluación por competencias, competencias de ingeniería, sistema de evaluación.

Recibido: 30 de mayo de 2020. Revisado: 15 junio de 2020. Aceptado: 30 de junio de 2020.

Challenges and opportunities for a qualitative, bidimensional and engineering's competencies assessment

Abstract— Competency assessment is a field of study with extensive production on standards, reference frameworks and technological implementations in different disciplinary areas, which are evaluated mostly from a methodological perspective. However, there are few contributions that allows us to evaluate the potentials and challenges that its implementation implies considering the involved sociocultural factors (beliefs, values and comprehensions), understanding assessment practices as actions that shape the social fact of education. The present work reflects about some of these topics from investigating a sample of evaluation process' actors in the Systems Engineering Program at Universidad El Bosque, in order to evaluate the current practice of learning's assessment, and to recognize the challenges and opportunities that must be taken into account for the competencies' assessment system implementation.

Keywords— competency assessment, engineering competencies, assessment system.

1 Introducción

Si bien la idea de evaluar los resultados del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería con un enfoque de competencias no es una idea nueva, ya que se tienen los marcos conceptuales de competencias de ingeniería internacionales y nacionales definidos, los currículos de ingeniería se enuncian en términos de competencias, y la

investigación en este tema es abundante; desde la observación y participación misma de los autores en las prácticas de enseñanza y evaluación en una Facultad de Ingeniería, y desde la revisión de la literatura, se identifica que, llevar a la realidad práctica las propuestas existentes, se constituye en uno de los desafíos que reviste mayor importancia en el camino de enseñar y evaluar a los estudiantes de ingeniería con un enfoque de competencias.

En el caso particular que se estudia, que es el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque, si bien el currículo está planteado en términos de competencias de ingeniería; según la experiencia y algunos resultados de este trabajo, se encuentra que, pese a que es común el uso del término “competencia” en el lenguaje de los diferentes actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, los conocimientos y prácticas sobre el tema no son compartidos, lo que tiene como consecuencia directa la desarticulación entre la intencionalidad curricular y las prácticas de aula. Lo anterior también es consecuencia de la declaración pedagógica de la institución, en la cual es el Diseño Integrado de Cursos para el Aprendizaje Significativo propuesto por L. Dee Fink en [1], el que orienta el diseño didáctico de los distintos cursos o escenarios de aprendizaje, definiendo a los objetivos de aprendizaje significativo como las metas a alcanzar, no las competencias disciplinares particulares.

Para contribuir en el camino de hacer real la enseñanza y evaluación por competencias en el programa, se han alcanzado algunos resultados e iniciativas. En primer lugar, el Comité Curricular del Programa ha emprendido una ardua e importante labor en construir un mapa que permite vincular los objetivos de aprendizaje significativo definidos para cada uno de los cursos, con las competencias de ingeniería definidas para cada uno de los núcleos problémicos del programa [2], logrando que los docentes empiecen a unificar lenguajes e ideas respecto de lo que implica el cumplimiento de tal o cual competencia definida en términos de desempeños y aptitudes de los estudiantes. Adicionalmente, el trabajo se materializa en un mapa general de objetivos y competencias, el cual se constituye en un paso importante en la explicitación del currículo en las prácticas de enseñanza y evaluación.

Como segundo resultado, desde la línea de investigación denominada “Ingeniería y Educación” del grupo de investigación Osiris&Bioaxis, se ha propuesto un *framework*

para la evaluación bidimensional de aprendizajes [3], teniendo las competencias de ingeniería como primera dimensión, y como segunda, los objetivos de aprendizaje significativo determinados por la taxonomía de Fink. El resultado principal de este trabajo es un modelo conceptual, un conjunto de procesos y procedimientos a implementar, y una propuesta de implementación tecnológica a través de insignias digitales.

Aunque las mencionadas iniciativas son importantes, el camino por recorrer aún es largo. Para contribuir en el campo de conocimientos de la educación en ingeniería, y además en el fortalecimiento curricular, el modelo propuesto aún debe ser probado y el mapeo de competencias aún debe ser validado. Es en este sentido que se han propuesto dos líneas de trabajo para continuar en el programa. Una, orientada a la implementación tecnológica y práctica que conlleve a la valoración del modelo propuesto; y otra, orientada a estudiar las posibilidades reales de su implementación, es decir, aquellos factores del sistema actual de evaluación que deben tenerse en cuenta como favorecedores o impedimentos para su puesta en marcha. El trabajo que se presenta hace parte de esta segunda línea, la cual surge en el reconocimiento de que ninguna solución educativa es viable de lograr sin la anuencia y participación activa de los actores en el contexto en la cual se inserta.

2 Marco teórico

En esta sección se presenta una breve revisión de literatura relacionada con el tema y los referentes conceptuales más importantes.

2.1 Sobre las competencias y su evaluación

El término “competencia” tiene múltiples acepciones y apropiaciones que se derivan de los marcos de referencia adoptados en las distintas políticas educativas, y desde las diversas disciplinas.

En el escenario internacional de la educación en ingeniería, dentro de los referentes populares se encuentra el Modelo de Competencias de Ingeniería [4] elaborado en el Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. Este modelo define un marco de competencias fundamentales y específicas clasificadas en 4 niveles de especialización. En este modelo la competencia se define como “un conjunto relacionado de conocimientos, destrezas y habilidades que afecta una mayor parte del trabajo de alguien (un rol o responsabilidad), se correlaciona con el desempeño en el trabajo que puede ser medido según estándares bien aceptados, y que pueden ser mejoradas a través del entrenamiento, desarrollo y experiencia”. Si bien esta definición reside en los dominios cognitivo y procedimental, las competencias del modelo contemplan las dimensiones personal, académica, laboral de los individuos.

Se encuentran otros referentes como el *framework* de competencias para los ingenieros de sistemas propuesto por la NASA [5], clasificadas por áreas de desempeño (diseño de sistemas, realización de producto y administración técnica), la Guía del cuerpo de conocimientos de la ingeniería de sistemas

(SEBoK) [6], que las define como la suma de conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes requeridas para desempeñarse en las tareas asociadas al rol de la ingeniería asignado, el Cuerpo de conocimientos de la ingeniería profesional [7], el Manual de estándares de competencia para el ingeniero de nivel avanzado de Filipinas [8] el Estándar del Reino Unido para la Competencia profesional de Ingeniería [9] que las clasifica en cinco áreas genéricas y en el entorno iberoamericano, el documento estratégico de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería [10] que expresa el acuerdo hecho por la organización en relación con el perfil que debe tener el ingeniero iberoamericano en las dimensiones académica, profesional, ambiental y social.

Para el caso de Colombia, el Ministerio de Educación Nacional en su glosario de términos define a la competencia como “Conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socioafectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores. Por lo tanto, la competencia implica conocer, ser y saber hacer” [11]. En este caso, la definición es compleja por cuanto implica diferentes componentes (conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades), dimensiones (cognitivas, socioafectivas, comunicativas) y características de desempeño (flexible y con sentido). Se demanda que, para su aterrizaje en las disciplinas se definan a partir de la explicitación de cada uno de estos elementos.

ACOFI por su parte, adopta la definición de competencia como “un conjunto de características propias del ser humano que se ponen en juego en un contexto específico y particular, evidenciada a través de acciones concretas que se consideran indicadores de la misma” [12].

Respecto de la evaluación por competencias, como resultado de la revisión de antecedentes, la autora en [13] infiere lo que debería caracterizar las buenas prácticas de evaluación: “(a) la obligatoriedad de partir de un mapa de competencias realista que distribuya el desarrollo y la evaluación de competencias a lo largo del programa de grado o de máster exigiendo niveles progresivamente mayores; (b) la conveniencia de que dicho mapa permita alcanzar competencias profesionales que integren competencias específicas y genéricas relevantes no solo para el ejercicio profesional sino también para la ciudadanía activa y comprometida; (c) la importancia de diseñar entornos... para la evaluación auténtica de competencias; (d) la relevancia de disponer de sistemas de registro de la evolución y alcance competencial; y (e) la necesidad de incorporar mecanismos de reflexión sobre la práctica por parte de los estudiantes”.

A su turno el trabajo presentado en [14] reivindica “la necesidad de establecer lineamientos, diseños, implementaciones y desarrollos instrumentales para determinar los impactos de los aprendizajes por competencias como una forma de evidenciar la apropiación de saberes integrales complejos” y el desafío de este tipo de evaluación por “incorporar a los principales actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, a objeto de realizar una evaluación más participativa y democrática”.

2.2 Sobre sistemas de evaluación de competencias

Se encuentran varios trabajos que proponen y/o implementan sistemas de evaluación de competencias. En [15] se examina el impacto potencial que tienen las iniciativas de evaluación “de bajo riesgo” en educación en ingeniería en la mejora educativa, y presenta un rango de rutas y condiciones para implementarlas. Evalúa las lecciones que dejan las experiencias AHELO y KOM-ING y resalta la atención necesaria para detallar lo requerido en el diseño de las condiciones para el mejoramiento educativo. Los autores en [16] presentan una plataforma de enseñanza aprendizaje que soportará el *framework* curricular de matemáticas para educación en ingeniería desarrollado por el SEFI-Mathematical Working Group. En [17] se propone una aproximación basada en ontologías para el modelamiento de un portafolio electrónico (e-portfolio), usando la web semántica para describir los artefactos del portafolio que evidencian el logro de cada una de las competencias evaluadas.

En [18] la autora presenta un sistema de credenciales en línea que especifican el conocimiento matemático que requieren aplicar los estudiantes en el desarrollo de un proyecto particular permitiéndoles registrar la evidencia de la habilidad aplicada. La evaluación es basada en dicha evidencia recogida. En [19] los autores realizan un conjunto de entrevistas para identificar las competencias transversales que se pueden fortalecer a través de la experiencia “fábricas de aprendizaje”. Los autores en [20] crean una taxonomía de 16 competencias en 5 familias principales para crear perfiles individuales de los estudiantes aportando una herramienta para monitorear su avance. En [21] se valida una herramienta metodológica para evaluar competencias “técnicas” y “funcionales” en ingeniería de sistemas, permitiendo la autoevaluación.

El trabajo en [22] presenta un sistema de soporte a la toma de decisiones para coordinar acciones de formación entre universidades, compañías y estudiantes en la formación de competencias. En [23] y [25] son desarrollados *frameworks* de evaluación de competencias y la valoración de su implementación incluyendo también la ingeniería de sistemas. Finalmente, en [26] se desarrolla un modelo estructural como guía para el Desarrollo de la evaluación de competencias para el aprendizaje autorregulado.

2.3 Sobre implementación de insignias digitales para la evaluación de competencias

La literatura acerca de la implementación de insignias digitales demuestra ampliamente la importancia de esta estrategia para la motivación, la satisfacción de los estudiantes, el incremento de su participación activa, el autorreconocimiento de los resultados de aprendizaje, e incluso su contribución en el desarrollo de habilidades en la dimensión espiritual [27] si se integran transversalmente y no en un entorno competitivo [23]-[25]. En [30] se analiza la contribución de las insignias digitales en la valoración de los procesos de aprendizaje en estructuras de andamiaje, y en el desarrollo profesional. En este mismo sentido, en [31] se

analizan las oportunidades y desafíos en el diseño instruccional usando insignias digitales. En [32] se comparan plataformas de implementación de insignias digitales determinando como características más importantes su apoyo en el registro de evidencias sobre habilidades o desempeños requeridos en contextos reales, aportando algunos elementos a tener en cuenta en la primera línea de trabajo que se propone en el contexto de estudio. Se encuentran otras experiencias de gamificación en diferentes escenarios con una estructura escalonada [33] y en entornos tradicionales de enseñanza aprendizaje [34], llamando la atención este último por cuanto encontró que en el escenario gamificado los estudiantes mostraron menores niveles de motivación, satisfacción y empoderamiento en comparación con quienes fueron analizados en un escenario no gamificado.

3 Metodología

Siendo el propósito principal del trabajo que se presenta valorar el sistema actual de evaluación de aprendizajes en el programa de Ingeniería de Sistemas, desde la perspectiva de la práctica real y percibida por los actores en el proceso, se diseña una indagación a través de dos grupos focales y cuestionarios semiestructurados, dirigidos a estudiantes, docentes y al gestor curricular, en las categorías y dimensiones que se presentan en la Tabla 1, permitiendo reconocer los retos y oportunidades que emergen para la implementación de un sistema de evaluación como el que se propone.

La técnica de grupo focal se utilizó con 8 docentes del programa que atienden 19 grupos de asignatura. La Tabla 2 presenta los indicadores que orientaron la indagación para cada dimensión y sujeto. Las entrevistas tanto a docentes como coordinador curricular fueron grabadas y transcritas para su análisis.

Tabla 1
Categorías de análisis

Categoría	Dimensión	Propósito
¿Qué se evalúa?	Metas evaluadas percibidas por los actores (objetivos, competencias, logros, etc.)	Identificar contenidos y propósitos de la evaluación
¿Cómo se evalúa?	Instrumentos Momentos Actores, roles e interacciones	Conocer artefactos, mediaciones, tiempos, y puestas en escena
Evaluación como cultura	Opiniones/concepciones sobre la evaluación	Identificar aspectos socioculturales inmersos en los procesos de evaluación

Fuente: Los autores

El análisis de información se hizo en dos niveles. En un primer nivel denominado “entendimiento de los datos” se aplicaron tres diferentes técnicas: Una triangulación general con las fuentes de información, comparando las respuestas dadas según los indicadores contenidos en las preguntas. Se

generaron nubes de palabras para identificar patrones o las más frecuentes en las respuestas en las que se requería. Finalmente, se generaron los gráficos de distribución de respuestas para aquellas preguntas con opción múltiple.

En un segundo nivel de análisis, denominado interpretación, se identificaron las divergencias/convergencias, diferencias/similitudes, contradicciones/reafirmaciones enunciadas por cada tipo de sujeto, con el fin de establecer los retos y oportunidades de cara a la implementación de un sistema de evaluación bidimensional y cualitativo en el marco pedagógico de la universidad y los estándares de la educación en ingeniería.

Tabla 2
Matriz de indagación

Dimensión	Indicadores por dimensión y sujeto indagado			
	Indicadores	D	E	C
Metas	Menciones de objetivos/logros/competencias.	X	X	X
	Propósitos declarados			
	Principios y/o referentes enunciados			
	Criterios aplicados para evaluar			
Instrumentos	Tipos de instrumentos	X	X	-
	escenarios y medios de aplicación (virtual, presencial, etc.)			
Momentos	Tiempos y frecuencia de evaluación	X	X	-
	Periodos de evaluación			
Actores, roles e interacciones	Quiénes evalúan	X	X	X
	Roles de quienes evalúan			
	Rol del evaluador			
	Flujos de información relacionados con la evaluación			
	Acciones de realimentación			
Evaluación como cultura	Creencias sobre la evaluación	X	X	X
	Hábitos			
	Deseos/expectativas			

D: Docentes, E: Estudiantes, C: Coordinación curricular

Fuente: Los autores

4 Resultados y análisis

4.1 Entendimiento de los datos

Los datos presentados en este acápite se organizan de acuerdo con las dimensiones de cada variable.

Respecto de las **metas evaluadas**, en el nivel curricular se precisa que estas son determinadas por los núcleos problémicos definidos para el programa y los objetivos de aprendizaje significativo determinados por la taxonomía de Fink [1] (Un núcleo problémico define las capacidades, escenarios y criterios de desempeño del estudiantes y el egresado del programa). Los docentes reafirman la aplicación del enfoque de aprendizaje significativo en las metas evaluadas, e introducen en su lenguaje términos como “competencia”, “habilidad” y “capacidad”, además de los conocimientos. Especifican tipos de habilidades como “aplicación de conceptos”, “habilidades blandas”, “trabajo en equipo” y “solución de problemas”. Se encuentran pocos casos en los que se enuncia la “transmisión de conocimientos” así como la enunciación de habilidades explícitas de la ingeniería. Para la valoración de estas características se indican criterios

como “cumplimiento”, “apropiación”, “integración”, “funcionalidad”, “comprensión” y “aplicación”. Se reconoce también la aplicación de criterios subjetivos para valorar el desempeño. Para el caso de los estudiantes es recurrente la mención a “conocimientos” o “conceptos” como metas evaluadas aplicando criterios como “claridad”, “memorización”, “correctitud”, “interpretación”, “entender”, “razonar” y “ser capaz de...”, “falencias”. También se mencionan habilidades como la solución de problemas y el “modelamiento de procesos”.

En relación con los **propósitos** enunciados en el nivel curricular aparece la “valoración del nivel de aprendizaje”, mientras que los docentes usan términos como “medir”, “verificar”, “analizar”, “evaluar”, “asignar nota”, llamando la atención que sólo en un caso se indicó como propósito de la evaluación “orientar al estudiante” y en otro “determinar la capacidad cognitiva” del mismo. Los estudiantes coinciden en varios de estos propósitos de la evaluación, encontrándose un único caso en el que se reconoce el papel de la evaluación para “velar por la calidad de la educación” y formar personas “profesionalmente competentes”. Si bien fueron pocos los criterios de evaluación que los estudiantes respondieron, llaman la atención la frecuencia con la que se refirió a “lo bien o mal, lo correcto o incorrecto”, e incluso la importancia que tienen las calificaciones numéricas como indicadores de su desempeño. En la Figuras 1 y 2 se presentan las nubes de palabras de las respuestas de estudiantes y docentes para esta primera dimensión.

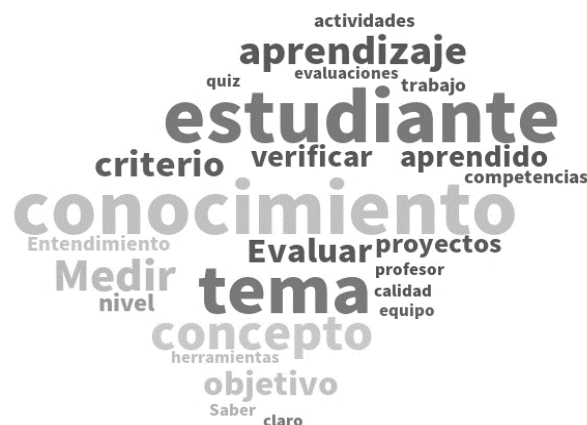


Figura 1. Gráfico de nube de palabras de los estudiantes

Fuente: Los autores

Al indagar por los referentes en las tres fuentes, en los lineamientos curriculares se corrobora la propuesta de Fink como el deber ser de la evaluación, sin embargo, llama la atención que sólo 2 de los 8 docentes indagados afirmaron usar este lineamiento en la evaluación, ya que lo indicaban para el diseño de los objetivos de aprendizaje. Sólo un docente hizo alusión a otro referente conceptual aplicado a sus actividades de evaluación.

Sobre los instrumentos y mediaciones para la evaluación, la Fig. 3 presenta la distribución de respuestas sobre las opciones dadas para el caso de los estudiantes. Los docentes corroboran todas las respuestas de los estudiantes habiéndoseles hecho la pregunta abierta y no con opciones

como sí se hizo con los estudiantes. Los momentos de evaluación se pueden ver en la Figura 4, en donde se evidencia que, aunque el requisito de frecuencia para evaluar es cada uno de los 3 cortes, la evaluación se hace semanalmente para la mayoría de los estudiantes indagados o al menos quincenalmente.



Figura 2. Gráfico de nube de palabras de los docentes
Fuente: Los autores



Figura 3. Gráfico de instrumentos seleccionados por estudiantes
Fuente: Los autores

También se indagó por los diferentes roles e interacciones que se dan en los procesos evaluativos, encontrándose en los estudiantes que reconocen predominantemente el modelo de dos actores (heteroevaluación) e importante aparición de la coevaluación como se observa en la Figura 5.

De manera adicional a estas opciones, los estudiantes indicaron que también se daban interacciones en equipos de trabajo en los procesos evaluativos, como juegos de roles. Esto último lo informan también los docentes, añadiendo que también aparecen terceros evaluadores como jurados y asesores en los proyectos. Las demás interacciones entre evaluador y evaluado se dan para la resolución de dudas sobre las calificaciones, sobre las clases dadas y para realimentar los desempeños en los proyectos y tareas.

Finalmente, se indagó sobre las creencias, los hábitos y las expectativas que se tienen en el proceso evaluativo, encontrando en la declaración curricular los “deber ser”. Tales enunciados reconocieron la función formativa de la evaluación

tanto para estudiantes como para docentes y la necesidad de diversificarla. Se cree que los estudiantes homologan los

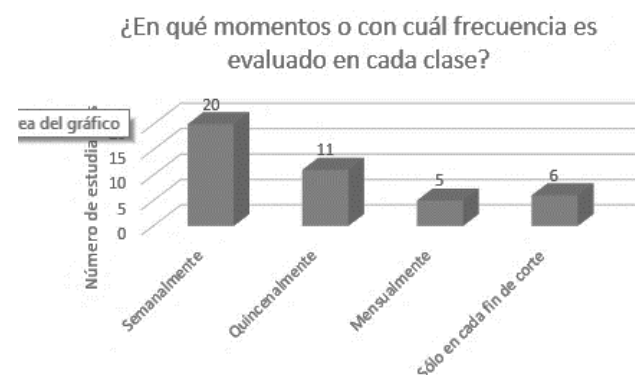


Figura 4. Gráfico de frecuencia de evaluación seleccionada por estudiantes
Fuente: Los autores



Figura 5. Gráfico de roles de evaluación seleccionados por estudiantes
Fuente: Los autores

conceptos “calificar” y “evaluar” y se reconoce que hace falta que todos los docentes apropien el modelo pedagógico institucional.

En las creencias de los maestros aparece que la evaluación “busca falencias” que identifiquen “los estudiantes que no son capaces” de resolver algún tema. Se cree que el sistema de evaluación cuantitativo es limitado por cuanto desconoce la diversidad de los estudiantes y determina la aprobación o no de una asignatura desconociendo lo que puede implicar la distancia entre un 3.0 y un 5.0. Este sistema impulsa a los estudiantes a estudiar más por la calificación como indicador de pérdida o aprobación que por el placer de aprender. Se menciona incluso que este sistema es “monetario” en el que la calificación es como un “pago” por el trabajo realizado. Del lado de los estudiantes aparecen calificativos para el proceso de evaluación, llamando la atención adjetivos como “riguroso”, “tedioso”, “innecesario” y “poco efectivo” entre otros. Se reclama sobre la no correspondencia de las evaluaciones con el contenido visto en clases, sobre la mayor importancia dada a los resultados y no al proceso y las limitaciones de las evaluaciones a través de medios virtuales.

Sobre las expectativas uno de los maestros manifestó la necesidad de contar con modelos de evaluación adecuados al contexto moderno de la educación. También la necesidad de hacer la evaluación más cualitativa restando la importancia que tiene actualmente la calificación numérica y valorando lo indicado por el modelo pedagógico. Un sistema en el cual se logre que el egresado llegue a la vida laboral a aplicar y no a aprender desde 0. Por su parte los estudiantes esperan que la evaluación mejore estableciendo “conexiones con escenarios de la vida real”, donde no se requiera interpretar “de la misma forma que lo hacen los maestros”. Se espera que la evaluación “brinde confianza” y estimule el aprendizaje autónomo y el “aprender a aprender”, que no existan preferencias al momento de evaluar, que haya correspondencia con los objetivos de cada curso, que se reconozcan las diversidades de los estudiantes, que se desestime el interés por el resultado y no por el proceso, que realmente la práctica del maestro, que no “genere estrés” ni la necesidad de “prepararse psicológicamente” para el parcial.

Como primer paso en la identificación de retos y oportunidades para la implementación de un sistema de evaluación cualitativa y bidimensional con insignias digitales, se determinan las convergencias/divergencias, diferencias/similitudes, y contradicciones/reafirmaciones en cada una de las categorías y dimensiones analizadas.

En referencia a las metas evaluadas se encuentra correspondencia entre la intencionalidad curricular y la de los docentes en la idea de evaluar habilidades y/o competencias, lenguaje y percepción que se pierden casi por completo en los estudiantes. Sin embargo, la declaración de los docentes no incluye la estructura curricular por núcleos de competencia de ingeniería y excepto por un caso, tampoco declaran que las habilidades evaluadas sean de ingeniería. Tanto docentes como estudiantes coinciden en que la mayoría de los criterios de evaluación se concentran en la dimensión cognoscitiva del aprendizaje y poco en el procedimental, ninguno en lo actitudinal. La escasa mención a la evaluación intencionada sobre los objetivos indicados por el modelo pedagógico institucional no especifica criterios. Sobre los propósitos percibidos de la evaluación se encuentra que en los tres niveles se considera como útil para dar información sólo a quienes evalúan y no a los que son evaluados. Sólo dos participantes adujeron que la evaluación era útil para el estudiante mismo.

Sobre los referentes se confirma la baja apropiación del modelo pedagógico institucional y/o de otros referentes sobre evaluación educativa. No se refieren conceptos sobre evaluación en ingeniería. Los instrumentos predominantes se encuentran en los dominios cognoscitivo y procedimental. Los momentos indican que existe el hábito de evaluar constantemente.

Desde la perspectiva de la interacción entre los actores del proceso se resalta la apropiación de estrategias formales como la hetero y la coevaluación, con escasa mención de la autoevaluación. Los entornos simulados de ingeniería parecen ser una práctica de evaluación constante.

Al analizar los anteriores hallazgos a la luz de las creencias se encuentran algunas contradicciones. La primera respecto del papel formativo que se declara sobre la evaluación en el

nivel curricular, ya que, como se mencionó antes, en los tres niveles su utilidad se reconoce para el evaluador y no para el evaluado. Contrario a como se piensa en el nivel curricular, si bien los estudiantes priorizan la obtención de la calificación aprobatoria sobre los resultados en sus aprendizajes, estos se consideran forzados a esta forma de actuar y reclaman que al ser evaluados se valore su proceso, la diversidad de sus capacidades, y que se aplique diversidad de estrategias, teniendo en cuenta su correspondencia con el “mundo real”. Esto converge con algunas de las expectativas que tienen los maestros para cambiar la evaluación a sistemas más cualitativos y efectivos en relación con la demanda del escenario laboral. Tanto maestros como estudiantes esperan cambios en la evaluación respecto de las emociones y actitudes que el sistema actual genera.

5 Conclusiones

La definición de retos y oportunidades se hace a la luz de las características y cualidades que se proponen para el sistema de evaluación, orientados por sus principales referentes: Las competencias y su evaluación, las competencias de ingeniería, el aprendizaje significativo y las bondades de la evaluación con insignias digitales.

Como retos se identifican aquellas situaciones que deben atenderse/resolverse de forma previa o paralela en el diseño del sistema pretendido y que se refieren a transformaciones sobre la cultura de evaluación:

1. *Generar/fortalecer capacidades y conocimientos en los docentes sobre las competencias de ingeniería definidas para el currículo del programa desde los referentes nacionales, internacionales, y cuáles estrategias son adecuadas para su evaluación.* Si bien puede leerse como obvio este reto, se pone en evidencia este principal factor humano, por cuanto son los maestros los principales articuladores de un sistema de evaluación por competencias al ser quienes valorarán los resultados alcanzados por los estudiantes y realimentarán el sistema.
2. *Deben buscarse mecanismos para que los estudiantes conozcan cuáles son los desempeños que se espera de ellos, también en términos de competencias de ingeniería especificando los criterios a cumplir.* Este es uno de los principios tanto para la evaluación educativa [1] como para el uso de insignias digitales [35] que no es un hábito en el escenario actual de prácticas de evaluación.
3. *Unificar los lenguajes y lineamientos de la evaluación desde el nivel curricular hasta los estudiantes, o al menos hasta el nivel de los docentes.* Dentro de los aspectos culturales, el lenguaje es determinante en la socialización de conocimientos y prácticas, y es un indicador también de su apropiación y transformación.
4. *Integrar los dominios metacognitivo y personal en las prácticas de evaluación.* Esto se vincula con la necesidad de apropiar que el concepto de competencia no solo se compone por conocimientos y habilidades, sino también por disposiciones y actitudes que deben ser valoradas. [14]. Las insignias digitales son útiles para este propósito [35] y según los resultados de esta indagación, dichas dimensiones poco se contemplan en las prácticas actuales

en el Programa analizado, por lo que es necesario *incluir en la evaluación las competencias genéricas además de las disciplinares*, como por ejemplo la ciudadanía activa y comprometida [13].

5. *Diseñar e incluir escenarios para la reflexión y el autorreconocimiento de las metas alcanzadas por los estudiantes, tanto en el ámbito del aula como de manera transversal al plan de estudios.* Este se considera como un factor clave de éxito del sistema, además de una de sus “razones de ser”. El estudiante debe conocer su situación actual para impulsar nuevos aprendizajes y trabajar en los logros no alcanzados, entendiéndose además que el desarrollo completo de la competencia no se alcanza en escenarios únicos de asignaturas.
6. *Transformar la creencia generalizada de que la evaluación es útil sólo para quien evalúa y no para el evaluado.* Relacionado con lo anterior, también es un factor clave en el sistema. La evaluación debe comprenderse como una acción de formación y no de medición. Aunque de esto se ha hablado mucho, aún las prácticas se limitan a calificar y en algunos casos a explicar los resultados dejando de lado la realimentación general para los actores en el sistema (el maestro, los gestores curriculares, la dirección, el modelo pedagógico, los estándares de competencia).

Como oportunidades se reconocen aquellas prácticas actuales que contribuyen a la consolidación de un sistema de evaluación por competencias, o aquellas necesidades detectadas que pueden satisfacerse a través del sistema propuesto:

1. El mapeo que sea ha iniciado sobre los objetivos de aprendizaje y las competencias de ingeniería es un paso muy importante y necesario para la implementación del sistema de evaluación. Como se indica en los distintos referentes y también en los datos recopilados, es necesario contar con una estructura de andamiaje en niveles de progreso más allá del alcance de cada asignatura [12] y [26].
2. El implementar un sistema como el que se propone permitiría resolver el problema de integración de la evaluación mencionado por [1], en el cual los objetivos de aprendizaje, las actividades de enseñanza y evaluación y la realimentación están frecuentemente desconectadas. Este propósito se cumple si se aplican los principios del diseño integrado de cursos, los objetivos de aprendizaje corresponden con los desempeños futuros esperados, y las actividades de aprendizaje y evaluación se piensan para alcanzar dichos objetivos de una manera significativa.
3. Los estudiantes y maestros están dispuestos al cambio -e incluso algunos lo reclaman-. Hay que buscar las estrategias para que se inicie un proceso de transformación progresiva que responda a sus expectativas.
4. El sistema de evaluación con insignias digitales motivaría a los estudiantes a ir por más que la calificación y a preocuparse por la calidad de la formación recibida [23-25].
5. Las prácticas de evaluación en entornos simulados de ingeniería, y el uso de evidencias de aprendizaje son pertinentes [32] y se potencian con la implementación de

un sistema cualitativo de evaluación con insignias digitales, que tiene como principio que el aprendizaje se extiende a múltiples contextos, experiencias e interacciones. Este principio es compartido con la propuesta de [1].

6. El sistema respondería a la necesidad de tener un perfilamiento de competencias para cada estudiante que sea conocido no solo por quienes evalúan sino por quienes son evaluados. También respondería a la necesidad de realimentar el diseño curricular al dar cuenta de los logros alcanzados y no alcanzados.

Desde los retos y oportunidades identificados se comparte la conclusión de [36], en la que se reafirma que la evaluación por competencias tiene -requiere tener, para nuestro caso- dimensiones ontológica, epistemológica, axiológica y metodológica (prefiriéndose acá llamarla praxiológica). Ontológica por cuanto se aproxima a las diferentes realidades de los actores bajo una conceptualización compartida (retos 1, 2 y 3). Epistemológica porque permite a los actores su cuestionamiento (retos 6, 7 y 8 y oportunidad 6). Axiológica finalmente porque indiscutiblemente involucra el “ser humano” (retos 4 y 5, oportunidades 3 y 4), y praxiológica por cuanto refiere a acciones didácticas planificadas que buscan garantizar el aprendizaje (oportunidades 1, 2 y 5). Afirma la autora que “La fundamentación de la evaluación por competencias, desde las dimensiones indicadas, minimiza sus vacíos teóricos y filosóficos, marcando pautas para el accionar del proceso de evaluación”

Referencias

- [1] L. D. Fink, *A self-directed guide to designing courses for significant learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2003.
- [2] Universidad El Bosque, “Plan de Desarrollo Facultad de Ingeniería 2016-2021,” 2016.
- [3] S. M. Merchán et al. “Significant learning assessment model using digital badges: A case study in the systems engineering program of El Bosque University,” *2017 Res. Eng. Educ. Symp. REES 2017*, pp. 1–9, 2017.
- [4] C. Leslie, “Engineering Competency Model,” ASEE Conferences, New Orleans, Louisiana, 2016, doi: 10.18260/p.26627.
- [5] National Aeronautics and Space Association, “NASA’s Systems Engineering Competencies,” *Systems Engineering Handbook*, 2019. <https://www.nasa.gov/seh/2-7-competency-model-for-systems-engineers> (accessed May 24, 2020).
- [6] BKCASE Editorial Board, “Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge,” 2016. [Online]. Available: <http://g2sebok.incose.org/app/mss/menu/index.cfm>.
- [7] L. and Q. for P. C. NSPEE, “Professional Engineering Body of Knowledge,” 2013. [Online]. Available: <https://www.nspe.org/sites/default/files/resources/nspe-body-of-knowledge.pdf>.
- [8] Philippine Technological Council, “Competency Standards Handbook for Advanced Level Engineer.”
- [9] UK - SPEC, “Professional Engineering Registration,” 2014. [Online]. Available: [https://www.engc.org.uk/engdocuments/internet/Website/UK-SPEC third edition \(1\).pdf](https://www.engc.org.uk/engdocuments/internet/Website/UK-SPEC third edition (1).pdf).
- [10] CONFEDI, *Competencias y Perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación de Profesores y Desarrollo Tecnológico e Innovación*, Primera. Bogotá, 2016.
- [11] Ministerio de Educación Nacional, “Glosario.” <https://www.mineducacion.gov.co/1759/55247>.
- [12] ACOFI, “Marco de Fundamentación Conceptual - Ingeniería de Sistemas,” 2005. [Online]. Available: <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2015/07/Marco-de-Fundamentación-Ingeniería-de-Sistemas-ICFES-ACOFI-2005.pdf>.
- [13] E. Cano, “Evaluación por Competencias en la Educación Superior :

- Buenas Prácticas ante los Actuales Retos,” *Rev. Iberoam. Evaluación Educ.*, vol. 12, no. 2, pp. 5–8, 2019.
- [14] D. Ríos and D. Herrera, “Los desafíos de la evaluación por competencias en el ámbito educativo,” *Educ. e Pesqui.*, vol. 43, no. 4, pp. 1073–1086, 2017, [Online].
- [15] F. Musekamp and J. Pearce, “Assessing engineering competencies: the conditions for educational improvement,” *Stud. High. Educ.*, vol. 40, no. 3, pp. 505–524, Mar. 2015, doi: 10.1080/03075079.2015.1004238.
- [16] A. Queiruga and D. Rasteiro, “RULES_MATH: New Rules for assessing Mathematical Competencies,” in *The 19th SEFI Mathematics Working Group Seminar on Mathematics in Engineering Education*, 2018, pp. 15–18.
- [17] K. Rezgui, H. Mhiri, and K. Ghédira, “Ontology-based e-Portfolio modeling for supporting lifelong competency assessment and development,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 112, pp. 397–406, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.041>.
- [18] E. Cook, “Mathematical Competencies and Credentials in a Practice-Based Engineering Degree,” in *The 19th SEFI Mathematics Working Group Seminar on Mathematics in Engineering Education*, 2018, pp. 147–151.
- [19] P. Raj, A. Venugopal, B. Thiede, and C. Herrmann, “Development of the Transversal Competencies in Learning Development of the Transversal Competencies in Learning Factories,” *Procedia Manuf.*, vol. 45, pp. 349–354, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.04.031.
- [20] Y. Liakos, S. Rogovchenko, and Y. Rogovchenko, “Students’, A New Tool for the Assessment of the Development of Competencies, Mathematics,” in *The 19th SEFI Mathematics Working Group Seminar on Mathematics in Engineering Education*, 2018, pp. 158–163.
- [21] E. B. Dano, “A validated systems engineering competency methodology and functional/domain competency assessment tool,” in *ISSE 2019 - 5th IEEE International Symposium on Systems Engineering, Proceedings*, Oct. 2019, doi: 10.1109/ISSE46696.2019.8984471.
- [22] O. Zlatkin-Troitschanskaia, R. J. Shavelson, and C. Kuhn, “The international state of research on measurement of competency in higher education,” *Stud. High. Educ.*, vol. 40, no. 3, pp. 393–411, Mar. 2015, doi: 10.1080/03075079.2015.1004241.
- [23] H. Vargas *et al.*, “Automated assessment and monitoring support for competency-based courses,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 41043–41051, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2908160.
- [24] A. Sociro, “CALOHEE: Learning outcomes and assessment in civil engineering,” in *3rd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education, CISPEE 2018*, Dec. 2018, doi: 10.1109/CISPEE.2018.8593498.
- [25] P. Zhang and J. P. Wade, “Automated Assessment of Systems Engineering Competencies,” in *2018 ASEE Annual Conference & Exposition*, 2018, [Online]. Available: <https://peer.asee.org/29840>.
- [26] M. Dresel *et al.*, “Competencies for successful self-regulated learning in higher education: structural model and indications drawn from expert interviews,” *Stud. High. Educ.*, vol. 40, no. 3, pp. 454–470, Mar. 2015, doi: 10.1080/03075079.2015.1004236.
- [27] A. Samuel and P. S. Wardrip, “Can digital badges strengthen religious ethnic-cultural identity in a religious education setting?,” *Br. J. Relig. Educ.*, 2019, doi: 10.1080/01416200.2019.1626219.
- [28] D. Gibson, K. Coleman, and L. Irving, “Learning journeys in higher education: Designing digital pathways badges for learning, motivation and assessment,” in *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials: Demonstrating and Recognizing Knowledge and Competencies*, D. Ifenthaler, D. K. Mah, and N. Bellin-Mularski, Eds. 2016, pp. 115–138.
- [29] S. Yıldırım, A. Kaban, G. Yıldırım, and E. Çelik, “The effect of digital badges specialization level of the subject on the achievement, satisfaction and motivation levels of the students,” *Turkish Online J. Educ. Technol.*, vol. 15, no. 3, pp. 169–182, 2016, [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1106420>.
- [30] S. Brauer, A. M. Korhonen, and P. Siklander, “Online scaffolding in digital open badge-driven learning,” *Educ. Res.*, vol. 61, no. 1, pp. 53–69, Jan. 2019, doi: 10.1080/00131881.2018.1562953.
- [31] T. Newby, C. Wright, E. Besser, and E. Beese, “Passport to Designing, Developing and Issuing Digital Instructional Badges BT - Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials: Demonstrating and Recognizing Knowledge and Competencies,” in *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials: Demonstrating and Recognizing Knowledge and Competencies*, D. Ifenthaler, N. Bellin-Mularski, and D.-K. Mah, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 179–201.
- [32] S. Dimitrijević, V. Devedzić, J. Jovanović, and N. Milikić, “Badging Platforms: A Scenario-Based Comparison of Features and Uses BT - Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials: Demonstrating and Recognizing Knowledge and Competencies,” in *Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials: Demonstrating and Recognizing Knowledge and Competencies*, D. Ifenthaler, N. Bellin-Mularski, and D.-K. Mah, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 141–161.
- [33] A. Ortega-Arranz, M. L. Bote-Lorenzo, J. I. Asensio-Pérez, A. Martínez-Monés, E. Gómez-Sánchez, and Y. Dimitriadis, “To reward and beyond: Analyzing the effect of reward-based strategies in a MOOC,” *Comput. Educ.*, vol. 142, p. 103639, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103639.
- [34] M. D. Hanus and J. Fox, “Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance,” *Comput. Educ.*, vol. 80, pp. 152–161, 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2014.08.019.
- [35] The Mozilla Foundation and Peer 2 Peer University, “Open Badges for Lifelong Learning,” 2012. [Online]. Available: https://wiki.mozilla.org/images/5/59/OpenBadges-Working-Paper_012312.pdf.
- [36] M. Briceño, M. Chacín, and R. Lucente, “La evaluación por competencias: En búsqueda de respuestas TT - The competency assessment: In search of answers,” *An. la Univ. Metrop.*, vol. 16, no. 2, pp. 31–56, 2016, [Online]. Available: <http://ezproxy.unbosque.edu.co:2048/login?url=https://search.proquest.com/docview/1990799767?accountid=41311>.

H. Rodríguez Rico, Es estudiante de Ingeniería de Sistemas de último semestre (IX) 2020, de la Universidad El Bosque. Se vinculó en el proyecto de investigación en el año 2019. Sus intereses investigativos incluyen la educación en la ingeniería.

S.M. Merchán-Rubiano, recibió el título de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia en 2004, de Magíster en Docencia de la Universidad de La Salle en 2008, de Especialista y Magíster en Entornos Virtuales de Aprendizaje de la Universidad de Panamá en 2014. Actualmente es estudiante del Doctorado en Educación y Sociedad de la Universidad de La Salle. Tiene 15 años de experiencia docente, principalmente como metodóloga y directora de trabajos de grado de pregrado en Ingeniería, y posgrado en la Maestría en Gestión de Tecnología Educativa de la Universidad de Santander. Ha sido docente de la Especialización en Educación y Nuevas Tecnologías de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales de Buenos Aires, tutora en la Maestría en Entornos Virtuales de Aprendizaje - VirtualEduca, y miembro de la Education Society de la IEEE y de la AECT. Fellow de la Cátedra UNESCO – ICDE Movimiento Educativo Abierto para América Latina. ORCID: 0000-0003-3142-1417