

Propuesta de innovación en el proceso de evaluación de Resultados de Aprendizaje Esperados RAE's. Modelo escalable para universidades colombianas

**Camilo Andrés Navarro Forero, Hugo René Sarmiento Espinosa,
Valeria Sofía Torregroza Montenegro, Miguel Ángel Hernández
Torres**

**Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Bogotá, Colombia**

Resumen

Este artículo presenta un piloto innovador para la evaluación de los Resultados de Aprendizaje Esperados (RAEs) y los Resultados de Aprendizaje del Programa (RAPs) en el Programa de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. La propuesta busca fortalecer la alineación de los programas académicos con estándares nacionales e internacionales, promoviendo una evaluación más objetiva y estructurada de las competencias adquiridas por los estudiantes a lo largo de su formación. En el contexto colombiano, la evaluación de resultados de aprendizaje es un desafío complejo, ya que implica articular los requisitos de acreditación establecidos por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA, 2024) con las exigencias globales definidas por organismos como el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET, 2024) y el European Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE, 2024).

La educación en Colombia se concibe como un Sistema Social Complejo (Navarro, 2023), en el que múltiples actores e instituciones interactúan en un entorno dinámico. En este sentido, la evaluación de habilidades y competencias en ingeniería debe repensarse (Navarro, 2024) para permitir su implementación en distintas universidades del país, garantizando la coherencia en los métodos de evaluación y la comparabilidad de resultados. Nuestro proyecto piloto aborda esta problemática mediante un modelo de evaluación estructurado en tres momentos clave del ciclo formativo: al inicio (primer semestre), en el punto medio (cuarto semestre) y en la fase final (prácticas profesionales). Este enfoque permite medir la evolución de las competencias de los estudiantes a lo largo del programa, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en la mejora del currículo y la orientación pedagógica.

Para la implementación del piloto, se han diseñado estrategias metodológicas diversificadas, incluyendo proyectos grupales e individuales, talleres de aprendizaje activo y evaluaciones escritas que permitan obtener una visión integral del desempeño de los estudiantes. Además, se ha desarrollado un instrumento tecnológico con una interfaz interactiva que facilita la recopilación, el análisis y el seguimiento de las evidencias de aprendizaje. Esta plataforma permite a estudiantes, profesores y coordinadores registrar los avances en cada uno de los RAEs y RAPs, proporcionando un espacio de retroalimentación continua y un marco para la mejora progresiva del aprendizaje.

Como parte del diseño metodológico, se ha creado un flujograma matricial del proceso de evaluación y una estructura sistemática para realizar un seguimiento longitudinal del desarrollo de competencias. La integración de este enfoque permite garantizar la alineación con estándares nacionales e internacionales, así como con las exigencias del entorno industrial y académico. Este modelo no solo facilita la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje, sino que también permite la generación de planes de acción efectivos para cerrar brechas en la formación de los futuros ingenieros.

El piloto tiene el potencial de fortalecer los procesos de evaluación en programas de ingeniería de distintas universidades, facilitando su replicabilidad y escalabilidad en otros contextos educativos. Su aplicación contribuirá a la construcción de sistemas educativos más orgánicos y adaptativos (Navarro et al., 2023, 2019), promoviendo una cultura de evaluación centrada en el desarrollo de competencias y en la mejora del aprendizaje.

Palabras clave: RAE's RAP's; acreditación; alta calidad; propuesta escalable; CNA; ABET; EUR-ACE

Abstract

This article presents an innovative pilot for the evaluation of Expected Learning Outcomes (ELOs) or RAEs and Program Learning Outcomes (PLOs) RAPs in the Industrial Engineering Program at Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. The proposal aims to strengthen the alignment of academic programs with national and international standards, promoting a more objective and structured assessment of the competencies acquired by students throughout their education. In the Colombian context, evaluating learning outcomes is a complex challenge, as it requires integrating accreditation requirements set by the National Accreditation Council (CNA, 2024) with global standards established by organizations such as the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET, 2024) and the European Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE, 2024).

Education in Colombia is conceived as a Complex Social System (Navarro, 2023), where multiple actors and institutions interact in a dynamic environment. In this sense, the evaluation of engineering skills and competencies must be reconsidered (Navarro, 2024) to enable its implementation across various universities in the country, ensuring consistency in assessment methods and comparability of results. Our pilot project addresses this issue through an

evaluation model structured in three key stages of the academic cycle: at the beginning (first semester), at the midpoint (fourth semester), and at the final stage (professional internships). This approach allows for measuring the evolution of students' competencies throughout the program, providing valuable information for curriculum improvement and pedagogical guidance.

For the implementation of the pilot, diversified methodological strategies have been designed, including group and individual projects, active learning workshops, and written assessments that provide a comprehensive view of student performance. Additionally, a technological instrument with an interactive interface has been developed to facilitate the collection, analysis, and tracking of learning evidence. This platform enables students, professors, and coordinators to record progress in each of the ELOs and PLOs, providing continuous feedback and a framework for progressive learning improvement.

As part of the methodological design, a matrix flowchart of the evaluation process has been created, along with a systematic structure for longitudinally tracking competency development. The integration of this approach ensures alignment with national and international standards, as well as with the demands of the industrial and academic environment. This model not only facilitates the continuous improvement of teaching-learning processes but also enables the generation of effective action plans to bridge gaps in the training of future engineers.

The pilot has the potential to strengthen evaluation processes in engineering programs across different universities, enhancing its replicability and scalability in other educational contexts. Its application will contribute to the construction of more organic and adaptive educational systems (Navarro et al., 2023, 2019), fostering an evaluation culture focused on competency development and learning improvement.

Keywords: (ELOs) RAEs; (PLOs) RAPs; accreditation; high quality; scalable proposal; CNA; ABET; EUR-ACE

1. Introducción

En el contexto de la educación superior en Colombia, la evaluación de los Resultados de Aprendizaje Esperados (RAEs) y los Resultados de Aprendizaje del Programa (RAPs) constituye un reto creciente para las instituciones que buscan fortalecer la calidad académica y cumplir con los estándares de acreditación nacionales e internacionales. Las exigencias del Consejo Nacional de Acreditación (CNA)(CNA 2025) y las directrices de organismos internacionales como ABET y EUR-ACE (ABET 2025) (EUR ACE 2025) han evidenciado la necesidad de contar con modelos estructurados, objetivos y comparables en la medición del aprendizaje que permitan hacer seguimiento de las habilidades y competencias de nuestros estudiantes. La educación, entendida como un sistema social complejo (Navarro,C.A 2023), y que sabiendo que trabajamos en un sistema complejo como lo dice Rafael Fonseca, no podemos ser simplistas en la manera de abordarlo (Fonseca R,E, 2012) la evaluación de estos sistemas requiere marcos flexibles pero rigurosos que permitan evidenciar el desarrollo de competencias

a lo largo de la formación universitaria. La buena gestión de las instituciones educativas requiere ser evaluada (Morales. C 2005,2014) Ante este panorama, se diseñó un modelo de evaluación basado en el seguimiento longitudinal de RAEs y RAPs, aplicado inicialmente como piloto en algunas asignaturas del Programa de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Esta iniciativa propone una interfaz tecnológica que facilita el registro, análisis y retroalimentación de los resultados de aprendizaje de las asignaturas en tres momentos de la formación al principio en el medio y al final, y apunta a convertirse en un modelo escalable aplicable a otras asignaturas, programas y universidades tanto a nivel nacional como regional y nacional.

2. Metodología

El desarrollo metodológico de esta propuesta inició con la implementación de un piloto en el espacio de prácticas profesionales, para luego extenderlo a otras asignaturas pensando un proceso de evaluación basado en tres momentos clave del ciclo formativo: ingreso (primer semestre), punto medio (cuarto semestre) y salida (último semestre/práctica). La metodología integró diferentes instrumentos de recolección de información cualitativa y cuantitativa, basado en varias estrategias educativas como rúbricas, talleres, actividades prácticas, y cuestionarios diagnósticos.

Se desarrolló una interfaz interactiva para profesores y estudiantes, que nos permitió centralizar el registro de evidencias de aprendizaje, retroalimentación docente y seguimiento continuo. Esta herramienta permite a profesores, estudiantes y coordinadores monitorear en tiempo real el cumplimiento de los RAEs y RAPs del programa en las diferentes asignaturas. Se utilizó un flujograma matricial para visualizar la relación entre los diferentes actores del proceso las diferentes acciones y los resultados, los contenidos curriculares y las evidencias recogidas par ahacer seguimiento de los RAPS.

El piloto se encuentra actualmente en fase de desarrollo, pero esperamos que una vez esté terminado podamos tener una segunda fase de expansión hacia otras asignaturas del programa de Ingeniería Industrial, con el objetivo de establecer un marco unificado de evaluación que facilite la trazabilidad de las competencias desarrolladas. La intención es escalar este modelo a nivel del programa, a nivel institucional y, posteriormente, proponer su adopción como referente para otras universidades del país regiones y nivel nacional.

Desarrollo de la Interfaz



Interfaz de Trabajo para evaluación RAPS Asignaturas Ingeniería Industrial Fuente Elaboración Propia 2025-1

Desarrollamos una primera interfaz donde profesores estudiantes y las personas del sector real que acompañan a nuestros practicantes podían interactuar y evaluar los RAPS Imagen Interfaz de trabajo para evaluación de RAPs en asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Resultados

Los resultados iniciales muestran una mayor claridad en la alineación entre los contenidos curriculares, los resultados esperados y las evidencias de aprendizaje. La interfaz tecnológica permitirá recopilar las evidencias clasificadas por RAP, fortaleciendo la trazabilidad del aprendizaje y facilitando los procesos de retroalimentación individualizada por asignatura por semestre y a nivel programa.

Existe una percepción positiva de estudiantes y docentes sobre el proceso de evaluación, resaltando la utilidad del seguimiento longitudinal para reconocer fortalezas y brechas en el desarrollo de competencias. Asimismo, los primeros análisis buscan mostrar que los estudiantes que participaron en los tres momentos del seguimiento al principio a mitad de carrera y al final presentaron una mejora sostenida en habilidades relacionadas con pensamiento crítico, comunicación efectiva y toma de decisiones en contextos reales de ingeniería.

Análisis de resultados

Esperamos que los resultados del piloto desarrollado respalden la hipótesis de que un modelo estructurado y apoyado en herramientas tecnológicas como el que estamos proponiendo puede mejorar significativamente la calidad de la evaluación de los RAPs, los RAEs y en general de los programas de ingeniería. La implementación de este enfoque ayuda también a superar algunas de las barreras tradicionales de la educación asociadas a la dispersión de información, subjetividad en la evaluación y falta de retroalimentación oportuna.

La posibilidad de aplicar el modelo a otras asignaturas sugiere que podría convertirse en un sistema integral de evaluación institucional. Su adopción por parte de otras universidades permitiría avanzar hacia un lenguaje común de evaluación en Colombia, contribuyendo a los procesos de aseguramiento de la calidad y comparabilidad de resultados a nivel regional y nacional.

Conclusiones

Este proyecto representa una contribución relevante desde la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito al mejoramiento de los procesos de evaluación en la educación superior colombiana. El modelo propuesto, centrado en el seguimiento longitudinal de los RAEs y RAPs, ha mostrado beneficios tangibles en términos de calidad, pertinencia y escalabilidad. La interfaz desarrollada fortalece el proceso de retroalimentación continua y contribuye a una cultura de evaluación basada en competencias. La escalabilidad del modelo lo convierte en una alternativa viable para su adopción por parte de diferentes programas académicos, instituciones educativas y sistemas universitarios del país. A futuro, se proyecta la consolidación de este enfoque como un marco nacional de evaluación, adaptable a distintos contextos institucionales y alineado con estándares internacionales.

En un siguiente trabajo podríamos expandir la aplicación de esta interfaz para la evaluación de los RAPs en otras asignaturas del programa de ingeniería industrial y en un segundo momento para evaluar los RAEs de la Universidad.

Referencias

Artículos de Revistas

- (Navarro Forero, C,A); Untangling Complexity Peace Building Engineering ISSN 1933-3633
- (Navarro C,A 2024) Importancia de los Fondos de Conocimiento en las nuevas praxis de ingeniería ISSN 2954-7288 DOI 10.26507 PAPER 3614
- (Navarro C,A 2023) Transformación Curricular y Inclusión, los retos para la facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Salesiana Bogotá DC Colombia
- (Navarro CA 2022) "Aplicación de la Cibernética Organizacional de Norbert Wiener y de la Metodología de Sistema Viable MSV de Stafford Beer a la estructura organizacional de la Fundación Universitaria Salesiana, Diagnostico Patologías Organizacionales y Sugerencias."
- (Navarro C et al 2023) "En búsqueda de un Sistema Académico más Orgánico" Aplicación

de la Cibernética Organizacional de Norbert Wiener y de la Metodología de Sistema Viable MSV de Stafford Beer a la estructura organizacional de la Fundación Universitaria Salesiana, Diagnostico Patologías Organizacionales y Sugerencias."

- (Navarro CA, Darlymple,O; 2020) Co-creation of a systemic models to support community engagement projects American Society of Engineering Education ASEE PRISM 2020 0000-0002-0299-3101DOI 10.182601-2—34293.
- (Navarro C,A; Global Education Leadership 2019) The Whole is more than the sum of the parts - The Complexity Funnel & The Social Transformation Workshops: A Model for Sustainable, Holistic Change. April 22 2020 webmasterglobaled Global ED Leadership. Camilo Andrés Navarro Forero
- > (Navarro CA et al 2019) Co-design with the community and empowerment of good production practices. humanitarian engineering degree option at Sergio Arboleda university quinoa challenge American Society of Engineering Education ASEE PRISM 2019 Tampa Bay Florid USA 0000-0002-0299-3101
- (Ramírez MC, Navarro, CA et al. 2019) Laboratorios de formación para la ingeniería: trabajo en equipo y responsabilidad social. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI ACOFI Asociación Colombiana de formación en Ingeniería Cartagena de Indias Colombia 2019 ISSN 2954-7288-10.26507 Ponencia 111
- (Navarro CA, et al 2018) Designing Humanitarian Engineering from Practice: Experiences and Outcomes in a Developing World Context.DOI 10.18260/1-2— 30282 PAPER 3082

Fuentes electrónicas

- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). (2020). Criteria for Accrediting Engineering Programs. Baltimore: ABET.
- Consejo Nacional de Acreditación (CNA). (2020). Lineamientos para la acreditación de programas académicos en Colombia. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAEE). (2020). EUR-ACE Framework Standards and Guidelines. Brussels: ENAAEE.
- ODS. (2024). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- Marco Nacional de Cualificaciones (MNC 2024) https://www.mineduccion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_31.pdf
- Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. <https://www.mineduccion.gov.co/portal/micrositios-institucionales/Plan-Nacional-Decenal-de-Educacion-2016-2026/>
- Misión de Sabios de 2019 en Colombia https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf

Libros

- (Fonseca R,E) El mundo es nuestra meta la búsqueda de la competitividad para su empresa.
- (Morales C 2005) Evalué la gestión de su empresa Más allá de la estrategia y de los indicadores.
- (Morales C 2014) El emprendedor de organizaciones Innovadoras
- Navarro C.A 2023 Untangling Complexity Peace Building Engineering, Systems Thinking and Complexity Management to support Community Development Springer
- Navarro C.A 2024 Reimagining Engineering Education Springer Chapter 10
- Engineering Exchanges: Knowledge Sharing for Social Justice p 127-p 148



- Baillie C, Kadetz P Reimagining engineering education Springer DOI <https://doi.org/10.1007/978-981-97-5261-4>.

Sobre los autores

- **Camilo Andrés Navarro Forero:** Ingeniero de gestión, Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, Magister en Construcción de paz, Doctor en Ingeniería de Universidad de los Andes. Especialista en Systems Thinking gestión de Proyectos basado en teoría de Sistemas del Instituto tecnológico de Massachussets MIT. Profesor de Planta Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. camilo.navarro@escuelaing.edu.co
- **Hugo René Sarmiento Espinosa:** Ingeniero Industrial, Magister en MBA, director de la especialización en Gerencia de Operaciones y director del centro de estudios en Gestión y Optimización de Operaciones en la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
- **Valeria Sofía Torregroza Montenegro:** Estudiante de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electrónica de noveno semestre, miembro activo del capítulo estudiantil del IISE, Intercambio Mexico Universidad en la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
- **Miguel Ángel Hernández Torres:** Estudiante de Ingeniería Industrial de decimo semestre, miembro activo del capítulo estudiantil de ACOFI, énfasis en Bussiness Process Management, Estudiante de Intercambio en la Universidad Reutlingen University - Beca KOSPIE DAAD de en la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

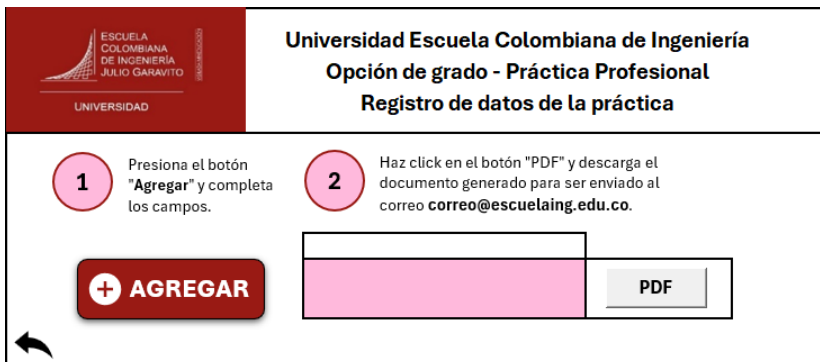
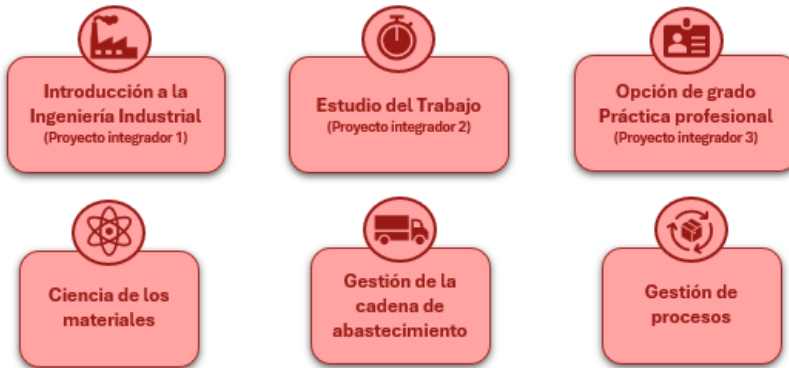
Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

Anexos

Modelo Evaluación Resultados de Aprendizaje



Selecciona la asignatura:



Complete los campos vacíos

EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE ASIGNATURAS PARA LOS PROFESORES

Identificación de la asignatura

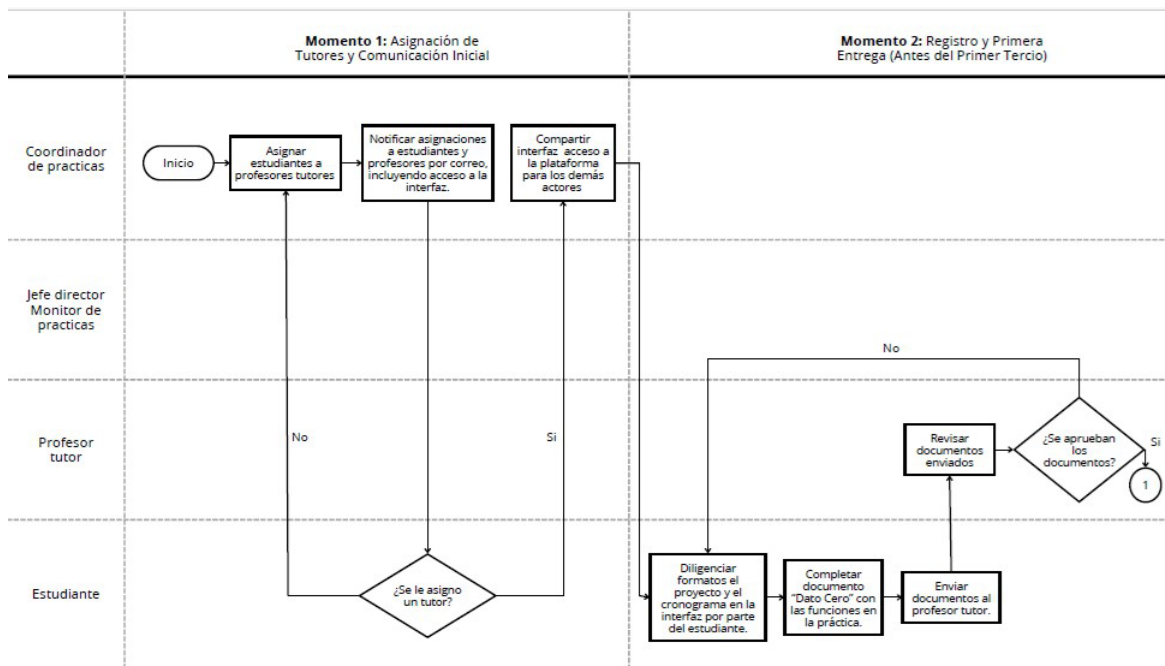
Asignatura	<input type="text"/>	Grupo de clase	<input type="text"/>
Código Nemónico	<input type="text"/>	Periodo	<input type="text"/>
Núcleo de la asignatura	<input type="text"/>	Profesor	<input type="text"/>
Centro de estudio	<input type="text"/>		

Registro de la información

Diligencie el tipo de evidencia de conocimiento y de desempeño. Finalmente, diligencie el campo "concepto del profesor" con su reflexión y conclusión.

Código	Resultado de Aprendizaje	Porcentaje de logro	Evidencia de conocimiento	Evidencia de desempeño
RAP 1	Toma decisiones para resolver tareas y problemas complejos considerando el entorno y usando TIC, para gestionar sistemas, productos, servicios, procesos y proyectos			
RAP 2	Participa como miembro activo de equipos interdisciplinarios para desarrollar proyectos de manera efectiva			
RAP 3	Aplica sus conocimientos de ingeniería industrial en el marco de la responsabilidad económica, social y ambiental			
RAP 4	Identifica, formula y resuelve problemas propios de su área de ingeniería aplicando principios de ingeniería industrial, ciencias y matemáticas.			
Concepto del profesor				

Interfaz para el coordinador de asignatura o director de centro de estudio.
 Anexo 2 Flujoograma de procesos Evaluación RAEs Prácticas Profesionales:



*Flujoograma de procesos evaluación RAPs Practica Profesional Fuente
 Elaboración Propia 2025-1*

