



PROYECTOS INTEGRADORES, ESTRATEGIA FORMATIVA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN PROCESOS INDUSTRIALES POR CICLOS PROPEDEÚTICOS, DE LA ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL

Luisa Marina Gómez Torres, Marlon Naranjo Muñoz, Fabiola Mejía Barragán

**Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central
Bogotá, Colombia**

Resumen

El desarrollo de proyectos integradores que involucran diversas áreas del conocimiento (ciencias básicas, componente básico y específico de ingeniería, ciencias humanas, investigación e idiomas) como estrategia formativa, se viene aplicando en la Facultad de Procesos Industriales durante los últimos tres años. Estas estrategias no son nuevas, y muchas IES y Universidades han incluido los proyectos integradores, proyectos interdisciplinarios, e inclusive proyectos con empresas, como estrategia pedagógica, didáctica, investigativa, de innovación y emprendimiento.

Además del desarrollo de la apropiación teórico-práctica de conocimientos de distintas asignaturas de forma interrelacionada, los proyectos integradores buscan fortalecer las habilidades blandas (buena comunicación, gestión y habilidades de liderazgo) de estudiantes y docentes a lo largo del plan de estudios, así como el fomento del pensamiento emprendedor para dar soluciones a la industria y la comunidad.

En el primer semestre del año 2019, se inició un proceso piloto con estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería en procesos industriales por ciclos propedéuticos, específicamente en los semestres cuarto y quinto del ciclo técnico profesional, sexto y séptimo del ciclo tecnológico y octavo y noveno del ciclo de ingeniería, con el objetivo de mejorar las competencias generales, específicas

y transversales en los estudiantes de la carrera a través de un trabajo en equipo en el cual deben desarrollar un proyecto con apoyo de los docentes de cada asignatura.

Los temas generales que se han abordado históricamente en los proyectos integradores de cada semestre han sido: Sin fin Corona para IV, mecanismos para V, polímeros para VI, Procesos Metalúrgicos para VII, Alimentos para IX y Procesos Químicos para X semestre. Adicionalmente, los proyectos integradores evidencian los resultados de aprendizaje que alcanzan los estudiantes porque se aplican las competencias adquiridas en las asignaturas del plan de estudios y en otros espacios académicos que brinda la institución, como son formación en investigación, oportunidades en internacionalización y cursos de extensión. Por cada asignatura, los estudiantes deben entregar un producto, como puede ser un prototipo, planos, artículo, informe, video, entre otros donde se pueden evaluar los resultados de aprendizaje.

Al final de semestre se realiza la socialización de los proyectos integradores, en la feria de la tecnología y la innovación. En este evento, los estudiantes presentan los resultados obtenidos ante invitados externos y profesores de otras Facultades de la Escuela. Se ha demostrado que este tipo de proyectos apoyan el aprendizaje activo y el trabajo colaborativo y son eficaces para dar respuesta a las necesidades actuales de la educación en ingeniería, especialmente cuando es complejo realizar cambios drásticos en el plan de estudios.

Palabras clave: proyecto Integrador; aprendizaje autónomo; resultados de aprendizaje; ingeniería de procesos industriales

Abstract

The development of integrative projects that involve different areas of knowledge (basic sciences, basic and specific components of engineering, human sciences, research and languages) as a training strategy, has been applied in the Faculty of Industrial Processes during the last three years. These strategies are not new, and many HEIs and Universities have included integrative projects, interdisciplinary projects, and inclusive projects with companies, such as pedagogical, didactic, research, innovation and entrepreneurship strategies.

In addition to the development of the theoretical-practical appropriation of knowledge of different subjects in an interrelated way, the integrative projects seek to strengthen the soft skills (good communication, management, and leadership skills) of students and teachers throughout the curriculum, as well as the promotion of entrepreneurial thinking to provide solutions to the industry and the community.

In the first semester of 2019, a pilot process began with students and teachers of the engineering career in industrial processes by preparatory cycles, specifically in the fourth and fifth semesters of the professional technical cycle, sixth and seventh of the technological cycle and eighth and ninth of the engineering cycle, with the aim of improving general, specific and transversal competences in the students of the career through teamwork in which they must develop a project with the support of the teachers of each subject.



The general topics that have historically been addressed in the integrating projects of each semester have been: Endless Crown for IV, Mechanisms for V, Polymers for VI, Metallurgical Processes for VII, Food for IX and Chemical Processes for X semester. In addition, integrative projects show the learning results that students achieve because the skills acquired are applied in the subjects of the study plan and in other academic spaces offered by the institution, such as research training, internationalization opportunities and extension courses. For each subject, students must deliver a product, such as a prototype, plans, article, report, video, among others where learning outcomes can be evaluated.

At the end of the semester, the integrative projects are socialized at the technology and innovation fair. In this event, students present the results obtained before external guests and professors from other Faculties of the School. These types of projects have been shown to support active learning and collaborative work and are effective in responding to the current needs of engineering education, especially when drastic changes to the curriculum are complex.

Keywords: *integrating project; autonomous learning; learning outcomes; industrial process engineering*

1. Introducción

Las habilidades blandas son muy importantes hoy en día para la empleabilidad de los egresados y el éxito profesional, estas habilidades blandas como comunicación, trabajo en equipo, resolución de problemas, habilidades de tecnologías de la información y aprendizaje autónomo, planificación, liderazgo (Fletcher et al., 2017), están ampliamente documentadas. Para mejorar las habilidades blandas dentro de las ingenierías afines a ingeniería industrial, se recomienda incorporar enfoques de enseñanza-aprendizaje, como el trabajo en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, las pasantías o prácticas, los estudios de caso, entre otros. Las investigaciones para mejorar las competencias profesionales de los estudiantes y las habilidades blandas son frecuentes en el ámbito de la ingeniería y entre los principales hallazgos está el aumento en las habilidades que satisfacen las necesidades de los empleadores y correlaciones entre las prácticas y las competencias profesionales de ingeniería (Lenihan et al., 2020), principalmente de competencias teórico-prácticas y habilidades blandas.

Los proyectos integradores son una estrategia de ABP que permite consolidar y mostrar evidencias de las competencias y los resultados de aprendizaje alcanzados por los estudiantes y su aplicación en el entorno real de las empresas y de la comunidad. Esta estrategia tiene en cuenta recursos pedagógicos, didácticos, de investigación que se integran con la cohesión y en algunos casos con la internacionalización del currículo, donde los estudiantes incorporan saberes, competencias y habilidades propias de la disciplina de los procesos de manufactura y de producción, con el fin de lograr el fortalecimiento de habilidades duras y blandas (Fong et al., 2016).

Los objetivos de los proyectos integradores, son en general, unificar criterios que permitan integrar las asignaturas de ciencias básicas, de ingenierías, específicas y complementarias por semestre a



través de un trabajo en equipo y colaborativo. Evidenciar los resultados de aprendizaje de las asignaturas y de la carrera técnica profesional en procesos de manufactura, y por último motivar a los estudiantes a proponer soluciones a problemas de la industria y problemáticas sociales, de forma continua a través de todos los semestres de la carrera.

2. Programa de Ingeniería en Procesos Industriales de la ETITC

La ETITC está ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., es la primera Escuela Tecnológica oficial de Colombia y ofrece programas de Técnico Profesional, Tecnólogo, Profesional en Ingenierías, Especializaciones, Diplomados, Educación a Distancia y Educación Continuada. El principal objetivo de la ETITC es formar personas creativas y competentes en las áreas técnicas, tecnológicas e ingenierías capaces de solucionar problemas a través de la investigación aplicada.

El programa de Ingeniería de Procesos Industriales, articulado por ciclos propedéuticos con los programas de Técnica Profesional en Procesos de Manufactura y Tecnología en Producción Industrial, forma profesionales con altas competencias técnicas, tecnológicas, científicas, administrativas y sociales orientados al desarrollo industrial en los campos del diseño, la innovación, la gestión y el desarrollo tecnológico, la organización, instalación, operación y mantenimiento de procesos industriales.

La mayoría de los graduados de la ETITC están empleados, ya que mientras cursan la carrera por ciclos están vinculados a diferentes empresas del sector industrial en la ciudad de Bogotá o en Bogotá región y han demostrado su capacidad para competir con graduados de otras instituciones y otras disciplinas, y muchos han alcanzado puestos importantes en Colombia y en el exterior, cumpliendo funciones fundamentales en el desarrollo regional y nacional. Muchas empresas buscan estudiantes y graduados de la ETITC debido al estilo de enseñanza práctica que prevalece durante toda la carrera y es impartido por docentes con amplia experiencia en el sector industrial.

Los estudiantes de cada uno de los semestres con proyecto integrador (Tabla 1) reflejan la aplicación de cada una de las asignaturas del semestre académico y los docentes evalúan la aplicación en el proyecto de los temas vistos en clase y de los resultados de aprendizaje alcanzados en sus asignaturas en los tres niveles de formación.



Tabla 1. Proyectos integradores en el programa de Ingeniería en Procesos Industriales articulado por Ciclos Propedéuticos.

Programa	Semestre IV	Semestre V
Técnica Profesional en de Procesos Manufactura	Aplicación de tornillo sin fin , Taller III, Estática, Estadística y probabilidad, Física eléctrica, Seminario I (Estudio del trabajo), Electiva I (Ergonomía o Herramientas de Mejoramiento Continuo) e Inglés 3.	Aplicación mecanismos. Dinámica, CNC, Química general y laboratorio, Seminario I (Plásticos), Electiva II (Inventarios o Análisis y validación) y Contabilidad de Costos.
	Semestre VI	Semestre VII
Tecnología en Producción Industrial	Aplicación de polímeros en economía circular , Procesos I (Procesos plásticos), Materiales de Ingeniería, Mecánica de Fluidos, Electiva III (Sistemas de Producción), Trabajo de Investigación, e Inglés 4.	Aplicación de procesos metalúrgicos , Procesos II, (Procesos metalúrgicos), Sistemas dinámicos, Énfasis I, Trabajo de grado e Inglés 5.
	Semestre IX	Semestre X
Ingeniería en Procesos Industriales	Aplicación en procesos de alimentos , Procesos III, CAD/CAM, Énfasis III (Programación de producción), Diseño de procesos I, Gestión empresarial e Inglés 6-	Aplicaciones en procesos químicos , Procesos IV, CAE; Gestión de calidad, Diseño de procesos II, emprendimiento e Inglés 7.

3. Resultados de aprendizaje deseados con los proyectos integradores

Los resultados de aprendizaje del proyecto integrador en los diferentes ciclos propedéuticos de la carrera de ingeniería en procesos industriales son los siguientes:

Mostrar capacidad de iniciativa, análisis, evaluación y resolución de problemas en el desarrollo de una metodología detallada y viable para abordar un problema técnico abierto y no estructurado.

Evaluar la aplicabilidad de las experiencias y metodologías reportadas en la literatura científica, técnica y comercial (vigilancia tecnológica) a la problemática planteada.

Desarrollar e implementar la planeación de proyectos para efectuar cambios, aplicando las metodologías propuestas para abordar los problemas, de acuerdo con las prioridades y limitaciones acordadas.

Evaluar los problemas de sostenibilidad (ambientales, económicos y sociales, incluidos los de ética, salud y seguridad) asociados con un proceso, planta o producto existente o propuesto.

Aplicar códigos de prácticas y estándares de la industria apropiados a un proceso, planta o producto existente o propuesto.

Comunicar y socializar los aspectos técnicos del proyecto con una audiencia diversa, evaluando críticamente los resultados del proyecto.



Usar y aplicar habilidades interpersonales, de liderazgo y comunicación mientras trabaja solo y en equipo.

Adicionalmente, en cada uno de los semestres con proyecto integrador, se plantean resultados de aprendizaje específicos por asignatura, que se demuestran en los entregables que cada uno de los grupos conformados presentan a los profesores y a los jurados finales de los proyectos.

4. Metodología de desarrollo y evaluación de los proyectos integradores

Los estudiantes de cada uno de los semestres con proyecto integrador reflejan la aplicación de cada una de las asignaturas del semestre académico y los docentes evalúan la aplicación en el proyecto de los temas vistos en clase y de los resultados de aprendizaje alcanzados en sus asignaturas de acuerdo a los diferentes niveles de formación del programa. Se toma el ejemplo de quinto semestre para entender la mecánica de los proyectos integradores y los resultados de aprendizaje requeridos por cada asignatura.

Las asignaturas vistas en quinto semestre son: química general y laboratorio, dinámica, CNC, seminario II (Plásticos), Electiva II (Inventarios o Análisis y validación), práctica profesional y contabilidad de costos.

La asignatura líder en proyecto integrador de V semestre es dinámica, en esta asignatura los grupos deben presentar el desarrollo detallado de los cálculos para el desarrollo del proyecto, el sistema mecánico debe tener movimientos que deben ser cuantificables, medibles y controlables, incluyendo los cálculos cinemáticos, cinéticos y de energía necesarios y por último, presentar los planos de los sistemas mecánicos y que estén actualizados a partir del análisis cinético desarrollado.

Desde la asignatura de práctica profesional los estudiantes realizan la descripción del proceso de cada una de las operaciones unitarias incluyendo todas las variables (masa, volumen, temperatura, tiempo, etc.), además se incluye el registro fotográfico de cada una de las etapas, también se presenta el diagrama de flujo del proceso, el diagrama de recorrido, la distribución en planta y el diagrama de máquinas y equipos (*layout* de planta).

En la asignatura de química general y laboratorio los grupos deben incluir los materiales empleados en el proyecto, incluyendo sus propiedades físicas, químicas y posibles reacciones químicas de los mismos. Se incluye la formulación de una hipótesis relativa a la solución del problema, dificultades presentadas en la realización del proyecto, y su solución secuencial. Las conclusiones incluyendo la prueba o rechazo de la hipótesis planteada y la proyección para la realización de próximos trabajos relacionados con el proyecto.

En taller TALLER IV – CNC, los estudiantes deben presentar el producto terminado, pieza de torno y pieza de fresado (centro de mecanizado), vistas, isométrico, tolerancias dimensionales, tolerancias geométricas y su rótulo correspondiente. Se puede presentar la simulación. La hoja de ruta/macropceso/micropceso, incluyendo secuencia operacional con tiempos aproximados del mecanizado de la pieza, selección de herramienta y cálculos de las condiciones de corte.



(NOVO), potencia, torque y costos de proceso. Por último, el mecanizado de pieza en CAM: Debe coincidir con la hoja de ruta/macroproceso/microproceso y el cálculo de las condiciones de corte y el tiempo de mecanizado, evidenciar códigos G y M, lo anterior de acuerdo con los *softwares* vistos en la carrera y específicamente en la asignatura.

En cuanto a contabilidad de costos, el proyecto debe incluir el presupuesto del efectivo, donde se realiza el desglose de costos y el establecimiento del precio de venta para consolidar el flujo de efectivo.

En cuanto a las materias de inventarios, se les pide el análisis ABC, la definición del modelo de pronóstico aplicable y el cálculo EOQ: Y para los estudiantes que están viendo Análisis y validación el mapa de procesos (entradas-procesos-salidas), las especificaciones de producto, normas aplicables (producto-proceso), los ítems de control (producto-proceso), la selección de instrumentos y métodos de medición aplicables, el análisis de errores de medición y el cálculo de R&R.

Para finalizar en la asignatura seminario II (plásticos), los estudiantes debían incluir en el mecanismo un material plástico y debían describir el proceso de obtención del mismo y la justificación técnica para su uso.

Los estudiantes como entregables antes de la sustentación del proyecto ante jurados externos, deben presentar un video de 3 a 5 minutos de duración, donde deben abordar el problema identificado, la solución planteada, las bases teóricas aplicadas de las asignaturas involucradas en quinto semestre, los datos clave y los resultados y conclusiones y en segundo lugar, un trabajo escrito con subcapítulos para cada asignatura que aporte al proyecto integrador, según una plantilla definida para tal fin y por último un póster que resuma el proyecto para su presentación en la feria de la ciencia y la tecnología.

Finalmente, se realiza una sustentación final para cada proyecto durante 10 minutos, donde los jurados que han revisado previamente el material realizan preguntas para complementar la evaluación del proyecto. Los jurados externos realizan una evaluación teniendo en cuenta aspectos relacionados con habilidades blandas, aplicación de conocimientos específicos y resultados de aprendizaje alcanzados, defensa del proyecto, e innovación del mecanismo. En la tabla 2 se presentan los criterios específicos para la evaluación.

Tabla 2. Criterios específicos de evaluación por parte de los jurados son:

Ítem	Descripción	Peso
Presentación	Presentación personal, creatividad, habilidades de expresión, aspecto del prototipo o producto,	15%
Aplicación de conocimientos específicos	Aspectos técnicos aplicados al prototipo/producto, aplicación de conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas, presentación y completitud del documento, uso del idioma inglés	40%
Defensa del proyecto	Manejo de vocabulario técnico, seguridad en el tema, claridad en la explicación, uso del idioma inglés, evidencia de trabajo en equipo.	30%
Innovación	Elementos innovadores del prototipo/producto y de la forma de presentación, aplicaciones adicionales del proyecto	15%



En cuanto a la experiencia de los proyectos integradores, se encuentra que permite integrar diferentes métodos de evaluación en los cursos de quinto semestre de la Facultad de procesos industriales y mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante la participación activa.

5. Conclusiones

Los proyectos integradores hacen que los estudiantes se responsabilicen de su propio aprendizaje, y sirven para que se integren al proyecto habilidades tales como la innovación, creatividad, investigación, planteamiento de hipótesis, trabajo colaborativo, trabajo en equipo, compromiso, frente al desarrollo de un proyecto que tiene una aplicación en la realidad.

Los proyectos integradores apoyan las habilidades técnicas y blandas necesarias para la industria. En mundo laboral se resalta que las habilidades técnicas y no técnicas son esenciales; por ejemplo, aprendizaje permanente, la comunicación, el pensamiento crítico, el liderazgo y el trabajo en equipo son fundamentales para el conjunto de competencias de cualquier ingeniero.

Los profesores de la carrera de procesos industriales de la ETITC han demostrado la ejecución efectiva del Proyecto integrador a través de la mejora continua con los actores interesados, estudiantes, docentes, jurados externos, mejorando la experiencia de los estudiantes que realizan esta estrategia de aprendizaje por proyectos.

Al incluir a los estudiantes en la mejora continua de los proyectos integradores, se avanza en el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante la participación de los procesos de evaluación. También se reconoce la evaluación formativa por parte de los docentes los jurados externos, la autoevaluación, la coevaluación como valiosos procesos de aprendizaje y hay una percepción positiva de los estudiantes sobre las estrategias de evaluación de los proyectos integradores. Se plantea como una siguiente fase de los proyectos integradores, el solucionar problemas reales de la industria.

6. Referencias

- Fletcher, A. J., Sharif, A. W. A., & Haw, M. D. (2017). Using the perceptions of chemical engineering students and graduates to develop employability skills. *Education for Chemical Engineers*, 18, 11-25.
- Fong, W., Barrios, R. L. A., and Sierra, C. A. S. (2016). Estrategia de investigación formativa en educación tecnológica: el caso del Proyecto Integrador. *Itinerario Educativo: revista de la Facultad de Educación*, 30(67), 103-121.
- Lenihan, S., Foley, R., Carey, W. A., & Duffy, N. B. (2020). Developing engineering competencies in industry for chemical engineering undergraduates through the integration of professional work placement and engineering research project. *Education for Chemical Engineers*, 32, 82-94.



Sobre los autores

- **Fabiola Mejía Barragán:** Ingeniera Mecánica y Licenciada en historia y filosofía, Especialista en informática para la docencia, Magister en medio ambiente y desarrollo. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Docente medio tiempo. fmejia@itc.edu.co
- **Marlon Naranjo Muñoz:** Ingeniero Industrial. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Profesional de apoyo Facultad Procesos Industriales. apoyoprosos@itc.edu.co
- **Luisa Marina Gómez Torres:** Ingeniera Química, Magister en Ingeniería Ambiental, Doctor en Ingeniería Química. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Decana Facultad Procesos Industriales. procesos@itc.edu.co

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

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

