



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

FORTALECIENDO LA FORMACIÓN INTEGRAL DE INGENIEROS DE SISTEMAS A TRAVÉS DE PROYECTO INTEGRADOR

Jhon Fredy Niño Manrique, Walter Hugo Arboleda Mazo, Raquel Anaya Hernández

**Corporación Universitaria Adventista
Medellín, Colombia**

Resumen

Es muy importante crear escenarios de aprendizaje significativos que propicien la formación en valores, competencias transversales, y competencias disciplinares en los nuevos ingenieros de sistemas, a fin de que estén capacitados para dar solución a las problemáticas actuales. Se establece entonces la necesidad de fortalecer la formación integral de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas a través de la estrategia de Proyecto Integrador en los semestres tercero, quinto y séptimo. Para esto, se usa investigación-acción, que involucra al equipo de docentes del programa. Primeramente, se definió la estructura de plan de estudios y el foco de cada uno de los momentos de proyecto integrador con las competencias a desarrollar y cómo serán evaluadas. Se crearon los instrumentos para ser aplicados por primera vez en un grupo de 17 estudiantes (5 equipos). Se identificaron los problemas asociados a la física de décimo grado de un colegio de secundaria. Cada equipo desarrolló una solución tecnológica bajo la orientación de los diferentes docentes involucrados. El instrumento diseñado evalúa el proceso en cinco categorías: Competencias técnicas disciplinares en programación, aplicación de prácticas ágiles, competencias comunicativas, adopción de hábitos saludables, y formación en valores (como componente de autoevaluación por parte del estudiante). La utilidad del proyecto integrador es evidente dado que promueve un proceso continuo de comunicación entre los docentes del mismo semestre y de semestres anteriores, facilitando la integración horizontal y vertical; además, el componente de autoevaluación para propiciar un espacio de reflexión del estudiante acerca del aporte de la experiencia en su proyecto de vida.

Palabras clave: investigación acción en la educación; formación basada en competencias; solución de problemas; proyecto integrador; aprendizaje activo

Abstract

It is very important to create meaningful learning scenarios that foster training in values, transversal competences, and disciplinary competencies in the new systems engineers, so that they are trained to solve current problems. Therefore, the need to strengthen the comprehensive training of the students of the Systems Engineering program through the Integrative Project strategy is established in the third, fifth and seventh semesters. For this, action research is used, which involves the team of teachers in the program. Firstly, the structure of the study plan and the focus of each of the integrative project moments with the competences to be developed and how they will be evaluated were defined. Instruments were created to be applied for the first time in a group of 17 students (5 teams). Problems associated with the tenth grade physics of a secondary school were identified. Each team developed a technological solution under the guidance of the different teachers involved. The designed instrument evaluates the process in five categories: disciplinary technical competences in programming, application of agile practices, communicative competences, adoption of healthy habits, and training in values (as a component of self-evaluation by the student). The usefulness of the integrating project is evident given that it promotes a continuous process of communication between teachers from the same semester and from previous semesters, facilitating horizontal and vertical integration; In addition, the self-assessment component to provide a space for student reflection on the contribution of experience in their life project.

Keywords: *research action in education; competency-based learning; problem solving; integrative project; active learning*

1. Introducción

La formación con proyectos integradores como método activo de aprendizaje, permite la integración de saberes y habilidades con recursos pedagógicos, didácticos e investigativos; cohesionando la teoría y la práctica, integrando personas y conocimiento, con el aporte de diferentes áreas, esfuerzos y voluntades para resolver un problema (Fong, et al., 2016).

El este contexto el papel del docentes es el de gestionar y dinamizar el ambiente de aprendizaje mediante asesorías y talleres de temáticas especializadas, para mejorar las competencias en los estudiantes, usando un espacio de pre prácticas profesionales (Rivero, et al., 2017); para vincular lo aprendido en el aula y fortalecer competencias en la propuesta de soluciones (Viveros, et al., 2015). Lo que requiere el establecimiento de vínculos previamente creados, evitando acciones aisladas (González, et al., 2017), y de esta forma los docentes son mediadores que provocan en los estudiantes el deseo de la búsqueda de la solución (Pizza, et al., 2017), haciendo que sean responsables de su proceso de aprendizaje durante el proyecto (Teruel, 2017).

El aprendizaje basado en proyectos tiene características como: abarcar varias áreas de conocimiento y habilidades multidisciplinarias, motivar el trabajo cooperativo, la investigación de información, la elaboración de textos, las presentaciones orales, el desarrollo de habilidades interpersonales, la responsabilidad por el aprendizaje y la capacidad para solucionar problemas reales (Casado, et al., 2019), y usa fases como: la reunión de los docentes implicados para definir

la temática, la explicación a los estudiantes sobre el contexto de proyecto integrador y su importancia, la conformación de equipos por parte de los estudiantes y la selección de los problemas a abordar, la planeación y organización de actividades por parte de los estudiantes, la socialización continua de los avances del proyecto y la socialización final del proyecto.

En consecuencia, se impulsa y cristaliza capacidades en los estudiantes (Collí, et al., 2019), mediante un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes (Hewitt, et al., 2012), realizándose un cambio, que pasa del paradigma de instrucciones centrado en la enseñanza al paradigma centrado en el aprendizaje (Gargallo, et al., 2017).

2. Uso del proyecto integrador como estrategia didáctica

Los procesos de globalización demandan de los profesionales de ingeniería de sistemas tengan la capacidad para resolver problemas, tomar decisiones y crear soluciones novedosas según el contexto (Anaya, et al., 2020), para ello se requieren estrategias pedagógicas activas como son: el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje orientado a proyectos, y el aprendizaje basado en competencias. Siendo la formación basada en proyectos una estrategia que permite el desarrollo de competencias de varias disciplinas y temáticas integradoras (Niño, 2017), para adquirir experiencias reales, con una evaluación continua, cualitativa e integradora (Yero, et al., 2016).

Es así como, en América Latina varias universidades han incorporado proyectos integradores direccionado la experiencia en la formación a situaciones reales entre las que están: la Universidad Interamericana de Puerto Rico, la Universidad Tecnológica América UNITA de México, Universidad ORT de Uruguay, La Universidad Tecnología Nacional de Buenos Aires, La Universidad Nacional de Córdoba en Argentina, la Universidad del Cauca, la Universidad EAFIT y la Universidad de los Andes en Colombia, (Monjelat, et al., 2018).

Casos específicos como el de la Universidad pedagógica y tecnología de Colombia UPTC en el programa de Ingeniería electromecánica, para implementar un sistema modular basado en microcontroladores, son experiencias exitosas con duración de un año (Angarita, et al., 2016); igualmente, el Programa de Tecnología en Sistemas de Información de la Universidad del Valle, sede Tuluá, integró las asignaturas: Desarrollo de Software II y Diseño de Usuario (Estrada, et al., 2019). La Universidad de Santander UDES en el programa de ingeniería Industrial realizó un proyecto de aula con estudiantes de cuarto semestre usando asignaturas articuladoras y una integrada: Contabilidad Gerencial, Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Logística fueron las asignaturas articuladoras y Métodos y tiempos fue la integradora (Galeano-Barrera, et al., 2017). Por otro lado, en la Universidad Politécnica de Guanajuato (UOG), se aplicó proyecto integrador en el cual participaron estudiantes de séptimo, octavo y noveno semestre de la carrera de ingeniería Automotriz, estando expuestos a la solución de problemáticas como: la definición del líder, materiales a utilizar, cómo fabricar los componentes, quién realizará cada actividad, en qué momento realizar las entregas, como conformar equipos y definir roles, y cuál metodología usar (Mandujano, et al., 2018).

3. Esquema del desarrollo de proyecto integrador I

La reestructuración del programa de Ingeniería de Sistemas en la renovación de su registro calificado en 2019, estableció una visión conceptual del nuevo plan de estudios. Se estructuró en cuatro ciclos de formación, en los cuales se enfatiza la formación progresiva de competencias; al final de los tres primeros ciclos se desarrolla un proyecto integrador concebido como un escenario práctico de aplicación alrededor del desarrollo de una solución informática que permita integrar conocimientos y prácticas de las diferentes asignaturas tanto del mismo semestre, como de los semestres anteriores y donde se evidencie en la práctica el desarrollo de competencias específicas y transversales.

Es entonces como la figura de Proyecto integrador en los semestres 3, 5 y 7 constituyen un diferenciados del programa. Para Proyecto Integrador 1, se tienen las siguientes especificaciones de la tabla 1.

3.1 Materias involucradas

Materias de tercer semestre	Semestre	Tipo de vinculación y observaciones
Proyecto integrador 1	3	Directa: Materia eje en el esquema. Se abordan los elementos técnicos en desarrollo de software y competencias de agilidad aplicadas al trabajo en equipo.
Programación orientada a objetos 2	3	Directa: sus contenidos son aplicados en el proyecto
Estructuras de datos	3	Directa: sus contenidos son aplicados en el proyecto
Estilo de vida saludable	3	Indirecta: forma en hábitos saludables en contexto laboral.
Física 1	3	Indirecta: forma en los fenómenos físicos a modelar
Competencias comunicativas	1	Indirecta: forma en redacción, ortografía y expresión oral
Vida y enseñanzas de Jesús	1	Indirecta: forma en soft skills

Tabla 1. Materias involucradas. Fuente: Elaboración propia

Para 2020-1, la materia Física 1 provee los fenómenos a modelar con la aplicación educativa: Movimiento circular, Fuerza y energía, Movimiento rectilíneo, Disparo de proyectiles, Momento de torsión.

3.2 Actores del esquema de proyecto integrador

Además de los estudiantes en los equipos de trabajo, se tuvieron cuatro tipos de actores:

Asesor metodológico: Coordina el avance del proyecto en comunicación constante con los otros asesores. Aplica y evalúa las prácticas de agilidad en el avance del Proyecto. Asesora en términos técnicos generales el Proyecto y orienta en el uso de principios de gamificación. Orienta en las herramientas de trabajo en equipo, comunicación y gestión del Proyecto.

Asesores técnicos: acompañan desde las materias de Programación Orientada a Objetos 2 y Estructuras de datos en los conceptos y técnicas necesarias para el desarrollo del proyecto, verificando la aplicación apropiada de los temas vistos. Si es necesario adelantar temas a

grupos particulares, el docente orientará a los miembros para no retrasar el avance dentro de los tiempos establecidos en el curso de Proyecto integrador.

Asesores temáticos: acompañan a los estudiantes en los conceptos específicos del área afín al objeto de estudio de la aplicación a desarrollar. De ser necesario, se adelantarán temas a los grupos para que se desarrolle el Proyecto dentro de los tiempos. En este caso, el docente de Física 1.

Capellán: ofrece intermediación ante problemas de comunicación o distribución de cargas en los equipos. Propicia situaciones para reforzar la adquisición de los valores establecidos para el Proyecto integrador.

3.3 Evaluación por los docentes y autoevaluación

Estos tipos de evaluaciones se determinaron por el tipo de competencia que se buscaba desarrollar y la vinculación de la materia al Proyecto integrador. Para todas las evaluaciones, excepto la evaluación por pares, se crearon instrumentos aplicados por medio de Google Forms.

Evaluación realizada por los docentes involucrados

Proyecto integrador 1. Para evaluar esta materia, se evalúan las siguientes áreas: aspectos técnicos (60%), prácticas ágiles (20%), investigación e innovación (10%) y competencias comunicativas (10%).

Programación orientada a objetos 2 y Estructuras de datos. En estas materias se valora el trabajo de los estudiantes con un 10% de seguimiento a mitad del semestre y la sustentación final hace parte del examen final (15%), para esta última se tiene en cuenta también el código fuente de los proyectos.

En el caso de Programación Orientada a objetos 2, se evalúan el uso de clases y Métodos, uso de Colecciones, uso y control de excepciones, diseño de interfaces gráficas de usuario, y definición y manejo de Eventos. En Estructuras de datos los elementos evaluados fueron: definición de la estructura de datos a utilizar, uso correcto de las estructuras de datos, y adecuación de la estructura de datos al problema.

Materia que aporta conceptos para aplicar en el producto final: Para Física 2, objeto de estudio en esta primera experimentación de la estrategia, se evaluó el relacionamiento conceptual, la inclusión de cálculos básicos y consulta periódica para asesoría, que aporta una nota del 10% en el seguimiento.

Autoevaluación

Los estudiantes tienen la oportunidad de evaluar su desarrollo de competencias técnicas, blandas y sociales a través de un instrumento que contempla al final una propuesta de mejora personal.

Los elementos evaluados están divididos de la siguiente manera:

- Hábitos saludables: esta área busca que el estudiante se haga consciente de la integración de hábitos que beneficien su salud, dentro del desarrollo del Proyecto integrador 1. Los aspectos evaluados por el estudiante a nivel personal son: salud visual, higiene postural, actividad física, alimentación saludable, descanso y bebidas estimulantes.
- Soft skills: el estudiante evaluará la integración de las siguientes competencias blandas del PEP de Ingeniería de Sistemas en su desempeño: empatía, responsabilidad, honestidad, respeto, cumplimiento y perseverancia.
- Prácticas ágiles: estas competencias son las mismas que el docente de Proyecto integrador 1 evalúa de manera externa y grupal. En este caso, el estudiante evalúa la integración de estas prácticas en el desarrollo del proyecto (equipo colaborativo, adaptación, entrega continua de valor y mejora continua).

Esta autoevaluación anónima no impacta a nivel de nota ninguna materia. Su objetivo es que los estudiantes reflexionen sobre las competencias enumeradas y al final del instrumento usado, defina una *Propuesta de objetivos de mejora personal*. Los resultados de autoevaluación son útiles también para que la Capellanía de la Facultad genere acciones que contribuyan a formar en las competencias que más requieran atención.

4. Resultados obtenidos

A partir de los instrumentos aplicados, se obtuvieron las siguientes conclusiones principales:
Evaluación de la estrategia de proyecto integrador por parte de los estudiantes

- Con porcentajes por encima del 90% entre las opciones De acuerdo y Totalmente de acuerdo de los instrumentos aplicados (escala de Likert), los estudiantes consideraron que la metodología les ayudó a entender la importancia del trabajo en equipo, los roles y funciones dentro del equipo, las fases del ciclo de vida del software, los principios y herramientas de gestión de proyectos y las prácticas ágiles.
- En cuanto al aporte personal de Proyecto integrador a los estudiantes, en términos generales más del 90% de éstos opinaron que le agrega valor al aprendizaje, facilita la adquisición de competencias, los acerca de forma simulada a entornos laborales y les permite evidenciar los desafíos de trabajar en equipo.

Autoevaluación realizada por los estudiantes

- En cuanto a las soft skills: empatía, responsabilidad, honestidad, respeto cumplimiento y perseverancia, por lo menos el 75% de los estudiantes manifiestan que desarrollaron dichas competencias durante su trabajo en el proyecto.
- En la sección de hábitos saludables, si bien los porcentajes en cuanto al reconocimiento de la importancia de los mismos son en promedio superiores al 80%, a nivel de frecuencia de práctica de éstos se hallaron aspectos preocupantes como el escaso cuidado de la salud visual, ergonomía, actividad física y pausas activas, descanso, y la ingesta de bebidas estimulantes.

- En la asimilación de prácticas ágiles, los resultados fueron en general buenos, excepto el relacionado con la interacción con los usuarios finales, para el cual el 59,2% manifestó dificultades en su ejecución.

5. Conclusiones

Se logró evidenciar en esta primera experiencia de proyecto integrador los beneficios en la apropiación de prácticas ágiles, integración de saberes y competencias blandas fundamentales en el sector empresarial. Por otra parte, el resultado de la autoevaluación realizada por cada estudiante le permitirá a la dirección del programa y la capellanía de la Facultad de Ingeniería, adelantar programas que les permita interiorizar y apropiarse de las competencias evaluadas. Finalmente, es indispensable seguir logrando el compromiso de los diferentes actores y madurar el modelo para las siguientes experiencias y en la definición de proyecto integrador 1 y 2.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Anaya Hernández, R., Tumino, M. C., Niño Manrique, J. F., Bournissen, J., & Arboleda Mazo, W. H. (2020). Motivación de estudiantes de ingeniería en informática con énfasis en ingeniería de software: un estudio en universidades latinoamericanas Motivation of Informatics Engineering Students with Emphasis on Software Engineering: a Study in Latin-American, *19*(36), 239–260. <https://doi.org/10.22395/rium.v19n36a12>
- Angarita Velandia, M. A., Fernández Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2016). Formación de ingenieros interdisciplinarios a través de una metodología activa con temáticas integradoras. *Saber Ciencia y Libertad*, *11*(2), 177–187. <http://dx.doi.org/10.22525/sabcliber.2016v11n2.177187>
- Casado Ramírez, E., & Velazco Viveros, G. (2019). Implementación del aprendizaje basado en proyectos en nivel superior. *AvaCient*, *VII*(2), 127–134. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=141081134&lang=es&site=ehost-live>
- Collí Coral, A. E., & Conde Medina, R. M. (2019). Implantación de un programa piloto de alto rendimiento en ingeniería. *AvaCient*, *VIII*(2), 45–50. Retrieved from <http://www.itchetumal.edu.mx/images/2019/12DICIEMBRE/AVACIENT/1/5.pdf>
- Estrada Esponda, R. D., López Benítez, M., & Gutiérrez Reyes, R. E. (2019). Experiencia metodológica para la integración de las asignaturas diseño de interfaces de usuario y desarrollo de software II porm medio de un enfoque basado en proyectos. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, *11*(3), 94–106. <https://doi.org/10.22335/rict.v11i3.958>
- Fong, W., Acevedo, R., & Severiche, C. (2016). Estrategia de investigación formativa en educación tecnológica: el caso de proyecto integrador. *Itinerario Educativo*, *30*(67), 103–121. <https://doi.org/10.21500/01212753.2891>
- Galeano-Barrera, C. J., Zamudio-Peña, W. H., Duro-Novoa, V., & Martínez-Quintero, A. F. (2017). El potencial pedagógico del proyecto integrador como estrategia de aula: estudio

- de caso en el programa de Tecnología Industrial de la Universidad de Santander (UDES). *Ingeniería Solidaria*, 13(22), 153–169. <http://dx.doi.org/10.16925/in.v13i22.1851>
- Gargallo López, B., Pérez Pérez, C., Jiménez Rodríguez, M. Á., Martínez Hervás, N., & Giménez Beut, J. A. (2017). Métodos centrados en el aprendizaje, implicación del alumno y percepción del contexto de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Educación XXI*, 20(2), 161–187. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19036>
 - González Monzón, A. L., & Chávez Espinoza, F. A. (2017). La interdisciplinariedad aplicada al proyecto integrador en la educación superior tecnológica. In *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Tabasco 2017* (Vol. 9, pp. 1169–1175). Villahermosa, Tabasco: Academia Journals 2017. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=140451197&lang=es&site=ehost-live>
 - Hewitt Ramírez, N., & Barrero Rivera, F. (2012). La integración de los saberes: una propuesta curricular para la formación en investigación en la educación superior. *Psychologia: Avances de La Disciplina*, 6(1), 137–145. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/psych/v6n1/v6n1a11.pdf>
 - Mandujano Nava, A., Paz Cabrera, M., Mendoza Derramadero, J., & Gasca Prieto, S. (2018). Proyecto integrador en asignaturas de la carrera de ingeniería automotriz bajo el modelo de educación basada en competencias. In *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2018* (Vol. 10, pp. 3099–3104). Celaya: Academia Journals 2018. Retrieved from <http://www.academiajournals.com/publicaciones-celaya>
 - Monjelat, N., & Rodríguez, G. (2018). Repensando la programación como formación práctica en Ingeniería: Un estudio de caso en primer año. *Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería*, 26(1), 172–183. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000100172>
 - Pizza, R., Darius, P., Jacob, B., & Lopes, S. (2017). El uso de la metodología de la problematización para el desarrollo del proyecto integrador en el curso de pedagogía. *RIAEE Revista Ibero-Americana de Estudos Em Educação*, 12(2), 983–1004. <https://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n2.9809>
 - Rivero Herrada, M., Murillo Campuzano, G. del P., & Ferrer-Sánchez, Y. (2017). Proyecto integrador: una herramienta metodológica en la educación superior. *Dominio de Las Ciencias*, 11X(1), 241–250. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6630558>
 - Teruel Mulet, M. (2017). La formación investigativa de los estudiantes de la carrera ingeniería en procesos agroindustriales desde la asignatura proyecto integrador. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, VIII(2), 137–149. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=139253557&lang=es&site=ehost-live>
 - Viveros Rosas, C. L., Díaz Téllez, C. R., & Chew Hernández, M. L. (2015). Desarrollo e implementación de proyecto integrador en la carrera de Ingeniería Industrial. *Revista Internacional de Educación En Ingeniería*, 7(1), 1–11. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108566816&lang=es&site=ehost-live>
 - Yero Domínguez, M., Almaguer Álvarez, A., & Bello Rodríguez, A. A. (2016). Alternativa metodológica para la concepción sistémica de la evaluación del aprendizaje en la

educación superior. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, VIII(5), 127–135. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=139253544&lang=es&site=eds-live>

Memorias de congreso

- Niño Manrique, J. F., & Anaya Hernández, R. (2017). Las facultades de ingeniería y su compromiso con la sociedad. In *Hacia un enfoque basado en competencias para la enseñanza de la ingeniería del software utilizando investigación-acción* (p. 108). Bogotá: Opciones Gráficas Editores Ltda. Retrieved from <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2017/10/memorias-acofi-eiei-2017.pdf>

Sobre los autores

- **Jhon Fredy Niño Manrique:** Ingeniero de sistemas, Máster en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Decano Facultad de Ingeniería. jfnino@unac.edu.co
- **Walter Hugo Arboleda Mazo:** Ingeniero de sistemas, Máster en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Coordinador de investigación de la Facultad de Ingeniería. warboleda@unac.edu.co
- **Raquel Anaya Hernández:** Ingeniera de sistemas, Doctora en Informática, Sistemas y Computación. Investigadora de la Facultad de Ingeniería.

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

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)