



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# EVALUACIÓN INTEGRAL E INTERDISCIPLINARIA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN PROYECTO INTEGRADOR

Diana Lancheros Cuesta, Pedro Fernando Martín

Universidad de La Salle  
Bogotá, Colombia

## Resumen

El desarrollo de proyectos integradores al interior del aula, permite generar en el estudiante competencias y habilidades de forma integral. El programa de Ingeniería en Automatización de la Universidad de La Salle, realiza de forma semestral proyectos integradores en primer, quinto, séptimo y octavo semestre, con el fin que los estudiantes desarrollen proyectos innovadores que integren las áreas de conocimiento vistas o las temáticas de espacios académicos que esté cursando durante el semestre.

El proceso de evaluación de proyectos integradores requiere de una estructura que permita no solo identificar saberes adquiridos, sino también competencias en innovación, gerencia de proyectos y trabajo en grupo. El presente artículo describe la metodología y la estructura de evaluación utilizada en el desarrollo de un proyecto integrador, que permitió el diseño y la implementación de una máquina para hacer chocolatinas.

El desarrollo del proyecto incluyó interdisciplinariedad de espacios académicos como electrónica digital, sistemas mecánicos e investigación y gerencia, logrando un prototipo funcional que evidencia la innovación, el trabajo en equipo y los saberes adquiridos de los estudiantes de quinto semestre de ingeniería en automatización.

**Palabras clave:** competencia; formación integral; interdisciplinariedad; automatización

## Abstract

*The development of integration projects within the classroom, can generate in the student skills and abilities comprehensively. The Automation Engineering program at the*

*University of La Salle, performed semiannually integration projects in the first, fifth, seventh and eighth semester, so students to develop innovative projects that integrate areas of knowledge views or thematic spaces scholars who are studying during the semester.*

*The evaluation process of integration projects require a structure to identify not only acquired knowledge, but also skills in innovation, project management and teamwork. This article describes the methodology and structure of evaluation used in the development of an integrated project, which allowed the design and implementation of a machine to make chocolate.*

*The project included development of interdisciplinary academic areas as digital electronics, mechanical systems and research and management, achieving a working prototype that demonstrates innovation, teamwork and knowledge acquired by students in the fifth semester of engineering automation.*

**Keywords:** *competition; integral formation; interdisciplinarity; automation*

## **1. Introducción**

“Un proyecto se refiere a un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos siguiendo una metodología definida, para lo cual precisa de un equipo de personas idóneas, así como de otros recursos cuantificados en forma de presupuesto, que prevé el logro de determinados resultados sin contravenir las normas y buenas prácticas establecidas, y cuya programación en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada. (Rivas & Revelo, 2007)

El proyecto integrador surge al interior del programa de ingeniería en automatización, como estrategia pedagógica y didáctica, que integra análisis de problemáticas del sector productivo y diseño de soluciones que se consolidan en el transcurso de la carrera en proyectos de investigación y/o trabajos de grado.

, De la misma manera, el proyecto integrador busca aplicar una metodología definida basada en gestión de proyectos, que reúne y apropia un conjunto articulado de conceptos transversales y aplicados, dado por la experiencia en los diferentes espacios académicos de la profesión. Como finalidad del proyecto, se dan alternativas de solución a problemas actuales y reales de la industria, aportando ideas innovadoras al sector empresarial. (Lancheros, 2015)

## **2. Estructura del proyecto integrador**

A continuación se describirán los principales aspectos que se tienen en cuenta en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos integradores.

## 2.1 Competencias

Diseña sistemas automatizados de producción industrial, de manufactura y de servicios; en el contexto del desarrollo humano integral y sustentable.

Integra conocimientos de sistemas electrónicos, mecánicos, informáticos y de gestión; para el mejoramiento e innovación de soluciones para la sociedad, la industria y el ser humano con un sentido social, cultural, científico y ecológico.

Desarrolla innovaciones tecnológicas en automatización, con conocimiento en gestión de proyectos interdisciplinarios, teniendo presente el crecimiento, estabilidad y equidad social.

Diseña, desarrolla e innova productos y sistemas automatizados orientados a la solución de las problemáticas de la industria y de la sociedad.

## 2.2 Espacios académicos involucrados

El estudiante debe integrar obligatoriamente 3 espacios académicos y Una vez se realiza la actividad de concepción del proyecto, debe fundamentar la aplicación de cada espacio académico de integración involucrado. El proyecto debe ser aprobado por todos los docentes de los espacios académicos que se integren para su realización y es evaluado por los mismos. En el programa de ingeniería en automatización en cuarto semestre los espacios sugeridos son sistemas digitales, sistemas mecánicos, algoritmos y programación aplicando la metodología abordada en investigación y gerencia de tecnología.

En la tabla 1, se mencionan las temáticas de cada espacio académico que se pueden integrar.

Tabla 1. Temáticas sugeridas en los espacios académicos para el proyecto integrador.

Espacio académico	Temas sugeridas para la integración
Algoritmos y Métodos Numéricos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción a los algoritmos y lógica de programación.</li><li>• Estructuras de un programa: Diagrama de flujo, Tipos de datos. Estructuras de control.</li><li>• Flujos de entrada y salida, Funciones y procedimientos.</li><li>• Teoría del error.</li><li>• Raíces de polinomios.</li><li>• Interpolación.</li><li>• Derivación e integración numérica.</li><li>• Solución de ecuaciones diferenciales.</li></ul>
Sistemas Digitales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Códigos Binarios: Código BCD, GRAY, EX-3, 2421, ASCII. Detectores de error.</li><li>• Operadores Lógicos, compuertas: AND, OR, NOR, NAND, NOT, tablas de verdad y aplicaciones en diseño lógico combinacional.</li><li>• Lógica Binaria y Algebra de Boole</li><li>• Manipulación algebraica, Mapas de Karnaugh, Algoritmo de Quine- McCluskey.</li><li>• Introducción al modelado y descripción</li></ul>

	estándar de hardware, VHDL (VHSIC - Very high Speed Integrated Circuits- Hardware Description Language)
Sistemas mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas y normalización.</li> <li>• Metrología dimensional.</li> <li>• Herramientas e instrumentos de medición: instrumentos y patrones básicos, calibradores, medidores de altura, micrómetros, indicadores.</li> <li>• Medición angular.</li> <li>• Calibres de tolerancias.</li> <li>• Medición y verificación de conos y roscas.</li> <li>• Trazado y aplicación de tolerancias y ajustes.</li> <li>• Procesos De Fabricación.</li> <li>• Procesos De Mecanizado.</li> <li>• Diseño básico elaboración de planos de conjunto y despiece.</li> </ul>

### **2.3 Metodología**

El desarrollo del proyecto integrador involucra las siguientes etapas:

(a) Concepción del proyecto: los profesores de los espacios académicos del semestre con temáticas a integrar, definen el proceso y/o problema para el cual los estudiantes deben diseñar e implementar la solución. El proyecto se divide por etapas y en grupos de trabajo y los estudiantes seleccionan la etapa que les es más llamativa.

(b) En grupos de trabajo los estudiantes plantean una propuesta de realización del proyecto de acuerdo con la opción seleccionada.

(c) En el desarrollo de la solución y la ejecución del proyecto, los estudiantes encuentran la necesidad de profundizar en conceptos y temáticas del espacio académico, y el docente apoya el proceso y responde a las dudas e inquietudes de los estudiantes; al mismo tiempo que ayuda a orientar y coordinar el desarrollo del mismo.

(d) Durante el semestre, los estudiantes presentan avances en cada uno de sus espacios académicos, para evaluar el avance y el profesor da sugerencias para el mejoramiento de la solución.

(e) Una vez se aprueban los diseños mecánicos el estudiante comienza con la construcción del prototipo, teniendo en cuenta los elementos electrónicos y digitales involucrados.

(f) Los estudiantes realizan pruebas del prototipo de cada una de las partes del proceso con el fin de determinar el éxito de la integración.

(h) Los grupos de cada una de las etapas realizan la integración y se prueba la automatización del proceso planteado.

(i) En una muestra de proyectos integradores los estudiantes realizan ponencias, póster y muestran la máquina funcionando como proceso de entrega formal del mismo y para su evaluación final.

### 3. Evaluación

El proceso de evaluación durante la realización del proyecto integrador permite que los estudiantes reciban una retroalimentación adecuada. Este seguimiento se realiza en tres momentos descritos a continuación.

**(a) Presentación de propuesta: A partir de la opción seleccionada por el grupo de estudiantes debe hacerse una investigación de opciones de solución y estado del arte, para presentar una propuesta preliminar de solución al problema junto con los objetivos, alcances y limitaciones identificadas.**

**(b) Primer avance: los estudiantes deben presentar un informe escrito con la concepción y planeación del proyecto a realizar. El documento debe incluir:**

**(c)**

- Descripción del problema.
- Antecedentes a nivel nacional e internacional.
- Descripción y análisis de alternativas de solución al problema.
- Evaluación de alternativas, teniendo en cuenta parámetro de evaluación como: costo, material, facilidad de construcción, eficiencia, pérdidas de materia prima, calidad del proceso, entre otras. (ver tabla 2).

Tabla 2. Descripción de alternativas.

ALTERNATIVAS	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN					TOTAL
1						
2						

- Bosquejo de la solución, sistemas que componen el proceso o máquina.

**(c) Segundo avance: los estudiantes deben entregar un segundo documento que incluya los siguientes aspectos:**

- Modelo de negocio de la solución planteada.
- Diseño mecánico, esquemas de control digital, planos de la estructura.
- Cálculos y materiales
- Avance de dispositivos y prototipo funcional

**(d) Entrega final:** la entrega final incluye el prototipo funcional, un documento final y la exposición del proyecto en la muestra de proyectos integradores. El informe final debe ajustarse a la siguiente estructura:

- Portada
- Resumen (máximo 500 palabras)
- Introducción (formulación del problema, objetivos, metodología)
- Antecedentes
- Desarrollo (Etapa de concepción: planteamiento del problema, modelo canvas, planeación, metodología (Incluye gestión, presupuesto, viabilidad y factibilidad), cálculos, diseño, planos de conjunto y despiece y proceso de construcción).
- Resultados (fotos, tablas, videos)

- o Conclusiones
- o Bibliografía

De forma cuantitativa se establece en el syllabus del espacio académico coordinador, para este caso investigación y gerencia, los siguientes puntajes cuantitativos.

1. Entrega del primer informe 10%
2. Entrega del segundo informe 10%
3. Informe final 20%: Elementos de innovación, modelo de negocio, planeación, evidentes en el proyecto, prototipo funcional, documento final.

A continuación se muestra el proyecto realizado en el segundo semestre del año 2014:

#### 4. Caso de estudio

El proyecto integrador realizado en el segundo semestre del 2014, consistió en el diseño de un sistema de producción de chocolate, que incluyó las siguientes etapas (Tomado de (Oliveras Juan Manuel, "La elaboración del chocolate"):

*Molido:* el grano tostado y descascarillado se debe moler hasta la obtención de un producto líquido conocido con el nombre de pasta de cacao, que será la materia prima básica para la obtención de los chocolates (ver figura 1).



Figura 1. Triturado y molido

*Mezcla:* azúcar molida es mezclado con la mantequilla de cocoa diluida y la masa de cocoa en una maquina mezcladora. Al mismo tiempo los saborizantes, la leche en polvo y el cacao en polvo son añadidos a la mezcladora para obtener una mezcla completamente homogénea. La figura 2, muestra el prototipo de mezcla implementado, el cual consistió en un sistema mecánico que permite la mezcla de chispas de colores y maní por medio de un agitador rotativo.





Figura 2. Mezclador de chocolate con chispas de colores y maní.

*Temperador y dosificador:* se forman cristales estables de manteca de cacao que hacen que el producto tenga brillo y se despegue perfectamente del molde (una vez que haya sido moldeado). Siempre que el producto se mantenga en un lugar fresco y seco estará en las condiciones adecuadas para su consumo. El chocolate es enfriado muy lentamente, de la temperatura de unos 45 grados en los tanques, a unos 28 o 30 grados, dependiendo del tipo de chocolate (figura 3).



Figura 3. Dosificador de chocolate a la temperatura ajustada.

*Moldeado:* el chocolate dosificado es vertido en los moldes con la forma del producto especificado, y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente para que tome la dureza y consistencia requerida antes de ser empacado.

*Empacado:* el dulce de chocolate endurecido se introduce en la siguiente fase del proceso para ser empacado individualmente. Pasada la fase de empacado, se produce la operación de empacado de varias unidades de dulces de chocolate en bolsas plásticas de polietileno selladas térmicamente para una cantidad previamente establecida (Figura 3).

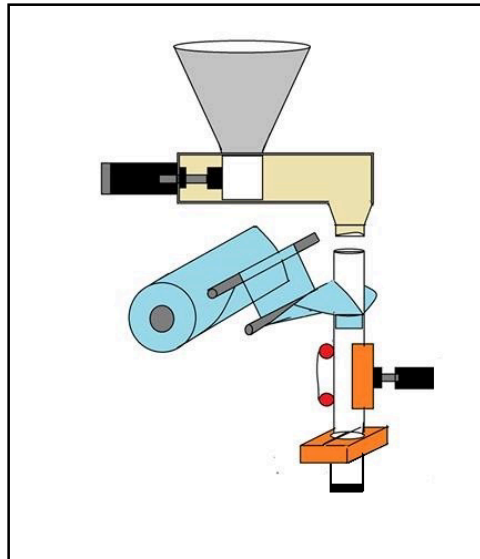


Figura 3. Empaquetado.

## 5. Conclusiones

Un proceso de evaluación que incluye estados de seguimiento y retroalimentación permite y facilita el desarrollo de proyectos integradores. El proceso e implementación de la automatización de un proceso de producción de chocolates de forma exitosa permitió a los estudiantes dar solución a la problemática planteada por los docentes de los espacios académicos integrados.

En el desarrollo de este tipo de proyectos es importante tener en cuenta una fase de estructuración con definición clara de requerimientos, una fase de ideación y análisis de alternativas, una fase de seguimiento que permita evaluar el estado del proyecto en las diferentes fases y una fase final de evaluación que incluya una sustentación detallada del producto desarrollado. Lo anterior, permite evidenciar procesos de investigación formativa.

## 5. Referencias

- Rivas, V., & Revelo, C. (2007). El proyecto integrador como proceso investigativo en el aula. Santiago de Cali.
- Lancheros Cuesta Diana Janeth (2015). Enseñanza para la innovación en ingeniería una experiencia en el aula de clase. En experiencias docentes universitarias. ISBN: 9789588844770. Ediciones Unisalle.

## Sobre los autores

- **Diana Janeth Lancheros Cuesta:** Ingeniera de Diseño y Automatización Electrónica. Msc. Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.



Doctorado en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente de planta de la Universidad de la Salle.

- **Pedro Fernando Martín Gómez:** Ingeniero Mecánico y M.Sc. en Materiales y Procesos de Manufactura de la Universidad Nacional de Colombia- sede Bogotá. Doctor en Ingeniería mecánica de la Universidade Federal de Uberlandia, MG. Brasil. Docente de planta de la Universidad de La Salle.

---

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)