

## Enseñanza y aprendizaje de las ingenierías en proyectos de investigación transdisciplinarios

Sandra L. Martínez<sup>2</sup>; Luis Gonzalez<sup>1</sup>; René A. Rodríguez<sup>1</sup>; Luis H. García<sup>2</sup> & Luis Aguilar<sup>1</sup>

(1) *Departamento de Mecánica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*  
*laguilar@unse.edu.ar*

(2) *Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTA), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*  
*sandram@unse.edu.ar*

**RESUMEN:** La ingeniería es una disciplina fundamental para consolidar el desarrollo industrial, relacionar el conocimiento con la innovación productiva, y disminuir los niveles de dependencia tecnológica, por lo que Argentina implementó el Plan estratégico de Formación de ingenieros 2012 – 2016.

Los vertiginosos avances tecnológicos tornan insuficiente la mera transmisión de conocimientos para la enseñanza de la ingeniería, constituye un reto docente el desarrollar metodologías y herramientas que motiven el auto aprendizaje del estudiante.

Este trabajo expone una experiencia pedagógica de un equipo de investigación transdisciplinario de la UNSE, realizada con alumnos de Ingeniería Electrónica.

Se propuso a los estudiantes como trabajo de graduación, diseñar y construir una cámara de maduración para salames. La interdisciplinariedad fue la estrategia pedagógica implementada, donde la eficaz interacción de varias disciplinas, logró producir nuevos conocimientos. La metodología implicó: el estudio previo del problema y la cuidadosa selección de las acciones tendientes a concretar el producto tecnológico; la creación de un ambiente propicio para que la creatividad fluya y la libertad para que los valores de responsabilidad emerjan. Se ejerció la comunicación escrita y oral. La ejecución del desarrollo se registró, socializó y se convirtió en un documento de difusión de la ciencia y la tecnología.

Área: Ciencias Humanas. Disciplina: Educación. Subdisciplina: Medios de educativos

### 1 INTRODUCCION

#### 1.1 Importancia de la ingeniería y su enseñanza

Uno de los pilares del desarrollo de un país es la ingeniería, tanto esto es así, que en Argentina el Ministerio de Educación de la Nación impulsó el desarrollo del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016, como un instrumento imprescindible para el logro de las metas de desarrollo. Con el objeto de formar la masa crítica de recursos humanos necesarios para llevar a cabo otros dos grandes planes estratégicos, el Plan Estratégico Industrial 2020 y el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial. Destacando entre sus enunciados que la ingeniería es una disciplina fundamental para lograr consolidar el desarrollo industrial, relacionar

conocimiento con innovación productiva, y disminuir los niveles de dependencia tecnológica. Sin embargo, destaca que se requiere continuar con los cambios en los paradigmas de la formación, de modo que estén preparados para el desarrollo sostenible, el cual implica que la actividad del ingeniero debe considerar las implicancias económicas, sociales y ambientales de cada una de sus aplicaciones. Es decir, no sólo es necesario consolidar la formación a través del conocimiento de contenidos, sino también inculcar, durante el proceso formativo, competencias, capacidades, actitudes y aptitudes que permitan generar un profesional de alta capacitación técnica que tenga compromiso social, conciencia ambiental y capacidad de liderazgo (Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016).

Los profesores e investigadores tenemos el reto de desarrollar nuevas técnicas didácticas y docentes que produzcan una adecuada motivación para la enseñanza de la Ingeniería. La educación para el nuevo siglo, signado por vertiginosos avances tecnológicos y la globalización, no debe centrarse únicamente en la transmisión del conocimiento, sino en proporcionar además herramientas para que los estudiantes construyan su propio aprendizaje. (Muñoz Díaz, 2007).

### *1.2 El proyecto en ingeniería*

La Ingeniería tiene por objeto satisfacer una necesidad humana. Un Ingeniero define la solución más adecuada a un problema, y lo hace a partir de una amplia gama de opciones. Utiliza las herramientas y conocimientos científicos y tecnológicos que dispone, incorpora ingenio y experiencia, y considera la economía y su responsabilidad ante la sociedad. La Ingeniería es la actividad profesional que usa como procedimiento al Método Científico, para transformar de un modo seguro, económico y óptimo los recursos naturales en formas útiles para el Hombre.

En Ingeniería, "proyectar" es el proceso en que se emplean herramientas propias de la Matemáticas, (Representaciones Gráficas y Lenguaje), y fundamentos científico-tecnológicos respectivos. Es una actividad mental, y su ejecución un proceso tecnológico que culmina al materializar su objetivo, una vez concretado ha de satisfacer una necesidad humana. Ejecutar proyectos es una de las funciones más importantes de un Ingeniero, cuyo desarrollo evidencia la capacidad creadora para obtener la mejor solución tecnológica. Para desarrollar exitosamente un proyecto, debe contarse con "conocimientos" sólidos sobre el mismo, y disponerse de "procedimientos" confiables que permitan obtener "resultados" apropiados. Esto, puede sistematizarse en una metodología genérica, consistente y racional. El Método de Proyectos es un procedimiento propio de las ingenierías y de la enseñanza de la misma, el cual es reconocido pedagógicamente como una alternativa de aprendizaje (Alba Juez, 2007).

Los proyectos orientados relacionados con la realidad, crean tramas que relacionan la vida de estudiantes y docentes con conocimientos disciplinares y otros saberes no formales, favorecen el desarrollo mutuo y amplían las perspectivas del contexto en el que habitan. Las acciones amplían la perspectiva de estudiantes y la de los docentes involucrados, y se expande el enfoque de la institución a la que pertenecen.

Los proyectos de graduación relacionan la perspectiva disciplinar y profesional de las carreras de ingenierías. Y cuando se realizan en el marco de un Proyecto de Investigación se ven favorecidos por circunstancias fundamentales. Por un lado, la de relacionarse con situaciones reales social y científicamente, y por el otro, la de materializar los resultados. Ya que no debe soslayarse la influencia del desarrollo tecnológico en la formación de ingenieros (González, 2012).

### *1.3 Interdisciplinariedad y Transversalidad*

Existen diferentes definiciones de interdisciplinariedad y cada una de ellas toma las especificaciones del contexto en el que se usan. Esta puede considerarse como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr un fin, un nuevo conocimiento.

La interdisciplinariedad favorece a generar pensamiento flexible, desarrolla y mejora habilidades de aprendizaje, facilita el entendimiento, incrementa la habilidad de acceder al conocimiento adquirido y fundamentalmente propicia integrar contextos disímiles. Así mismo, contribuye a afianzar valores en docentes y estudiantes, tales como la flexibilidad, confianza, intuición y a aprender a desenvolverse en la diversidad (Caravajal Escobar, 2011).

Respecto de la transversalidad, en educación se ha convertido en un instrumento articulador que permite interrelacionar, el sector educativo con las diversas dimensiones de la vida social; se ha convertido en un recurso para acercar el conocimiento a la práctica, destacando el carácter integrador de esta última.

Los ejes transversales están fuertemente vinculados con las estrategias de innovación y participación educativa. Por esta razón, constituyen un campo de experimentación privilegiado. Estos son instrumentos globalizantes de carácter interdisciplinario que recorren la totalidad de las áreas del conocimiento, las disciplinas y los temas con la finalidad de crear condiciones favorables para proporcionar a los estudiantes una mayor formación en aspectos sociales. Constituyen los fundamentos para la práctica pedagógica al integrar los campos del ser, el saber, el hacer y el estar a través de conceptos, procedimientos, valores y actitudes que orientan la enseñanza y el aprendizaje. (de la Torre Gamboa, 2011)

Por eso lo transversal es considerado como una estrategia docente que comparte la definición de la ciencia como construcción social y del conocimiento como herramienta de interpretación

de la realidad ligado a la práctica social en que se genera; en este sentido, la transversalidad se constituye en una manera de lograr una educación más ligada a la vida social, dando de este modo respuesta a uno de los propósitos centrales de la educación, lograr mejores condiciones para vivir y convivir. Se podría concluir que la transversalidad facilita emprender temas y problemas necesarios en el proceso formativo de todo ser humano (Fernández Batanero, 2003).

## 2 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

### 2.1 *Proyectos de investigación transdisciplinarios*

Los proyectos de investigación que abordan las problemáticas propias de la región son una herramienta útil, para satisfacer diversas demandas dada la posibilidad de su múltiple aplicación. Por un lado, un proyecto de investigación contextualizado responde a las necesidades e intereses de cada comunidad educativa, en el sentido que al estudiar las problemáticas y potencialidades propias de cada región, se transforman en un elemento integrador de un currículum. La contextualización involucra aspectos naturales, sociales, económicos, culturales y políticos de cada región, concatenado con las genuinas intenciones educativas de las instituciones.

Por otra parte, los proyectos de investigación transdisciplinarios se constituyen en una alternativa cierta, ante la necesidad de una visión holística e integral para dar solución de problemáticas actuales, cuyo abordaje solo es posible mediante el trabajo en equipo. Estas estructuras permiten afrontar problemas complejos, que demandan conocimientos de diferentes disciplinas. Es decir ninguna disciplina por sí sola los podría solucionar. Para lo cual se necesita desarrollar metodologías de trabajo que, específicamente aplicadas faciliten la concreción de los objetivos.

El trabajo que se presenta fue desarrollado en el marco de un proyecto de investigación conformado por ingenieros electromecánicos, electrónicos y en alimentos, pertenecientes a las Facultades de Agronomía y Agroindustrias y de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, que favoreció el trabajo inter y transdisciplinario.

### 2.2 *Origen de la iniciativa*

Santiago del Estero es la primera productora de ganado caprino del país con 706.668 cabezas (CNA 2008). Esta actividad es desarrollada por pequeños productores como economía de

subsistencia, siendo importante todo esfuerzo que se realice en pos de imprimirle valor agregado. En el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICYTA) de la UNSE se diseñan alimentos con carne caprina que por su tiempo de conservación mayor y mejor calidad sensorial e higiénico sanitaria, favorezcan su comercialización.

Nuestro país tiene tradición en la elaboración de salames artesanales, sin embargo las altas temperaturas del NOA, impiden que estos sean obtenidos por fermentación espontánea en sótanos. Para lograr productos de esta naturaleza se requieren implementar tecnologías de producción y disponer de equipamientos que garanticen las condiciones que el proceso demanda. El presente trabajo se realizó en la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos de la UNSE, ante la necesidad de contar con un equipamiento confiable para optimizar y replicar los ensayos de investigación de tecnologías en la producción de embutidos. Los embutidos son alimentos cuya producción y preservación resultan de transformaciones físico-químicas, bioquímicas y organolépticas provocadas por bacterias lácticas, por lo que resulta menester lograr las condiciones ambientales para su óptima acción durante las etapas de fermentación (tres días a 25 °C y 85% de humedad) y de maduración (doce días a 15°C y 70% de H). Se necesita además una recirculación interna del aire (30 veces/hora) y un recambio con el exterior (4 veces el volumen de la cámara/día) (Nediani, 2011). Es sustancial para controlar y analizar la marcha del proceso, disponer de un sistema de almacenamiento de datos y de comunicación a una pc.

## 3 DESARROLLO

### 3.1 *Objetivo General*

Establecer una metodología que facilite en los estudiantes de ingeniería, internalizar los mecanismos de producción del saber. Se propone el marco de un proyecto de investigación transdisciplinario, como espacio propicio para la generación de procesos de articulación de saberes, que favorezca a los estudiantes de ingeniería, concluir con éxito la realización de un producto tecnológico.

El proceso de ejecución del trabajo posibilitó:

- Generar espacios de formación para los estudiantes de ingeniería que contribuyan a internalizar procedimientos que les permita acceder a conocimientos que demanden el abordaje de problemáticas complejas durante su desempeño profesional.

- Propender al pensamiento crítico y el ejercicio de la reflexión, a través de la integración de los saberes ya adquiridos y la incorporación de nuevos conocimientos.
- Generar propuestas pedagógicas innovadoras, surgidas del trabajo interdisciplinario y transdisciplinario de docentes investigadores de distintos campos del conocimiento.

### 3.2 Una experiencia con alumnos de Ingeniería Electrónica

Los estudiantes de ingeniería electrónica de la UNSE para optar por el título de grado, deben realizar un proyecto de graduación. El equipo de investigación que presenta este trabajo acordó con los directores de escuela y contactó con los estudiantes de la mencionada carrera, para ofrecerles la posibilidad de desarrollar en su ámbito el requisito curricular.

El principio rector de la metodología empleada fue el garantizar la accesibilidad a un módulo que permita el control y monitoreo de la marcha de la fermentación de embutidos curados. Por lo que las alternativas escogidas, resultaron del cotejo de la factibilidad técnica y económica, de cada uno de los materiales y sistemas empleados.

## 4 RESULTADOS

Las diferentes etapas que debieron ser superadas por los estudiantes de ingeniería electrónica, para poder dar respuesta a la demanda del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la UNSE: el diseño y construcción de una cámara para la elaboración de salames, se muestran en la figura 1

1- Demanda del medio: en este particular, se refiere a la necesidad del ICYTA de contar con un equipamiento confiable para la investigación en biotecnología aplicada a carnes caprinas.

2-Análisis del proceso tecnológico: Los estudiantes para realizar un sistema de control electrónico a medida de lo requerido debieron interiorizarse entre las diversas áreas de la ingeniería. Esto es, desde la Ingeniería de Alimentos: sobre las condiciones de temperatura, humedad y duración de los procesos de fermentación y maduración necesarias para la elaboración de salames caprinos. Además de las cantidades de recirculación del aire en la cámara y el recambio del aire con el exterior. Fundamentales para el óptimo desarrollo de las bacterias lácticas responsables de las características organolépticas e higiénico sanitarias del salame. Y desde la Ingeniería Electromecánica: sobre el principio de

funcionamiento de los sistemas de frío, calor y control. Es decir, los requerimientos de los sistemas de generación de vapor y de refrigeración.

3-Definición de un modelo: se definió un modelo general para determinar los componentes y los sistemas de control que se necesitan, de acuerdo a las demanda del proceso.

4-Definición de los criterios técnico/económicos: el principio rector de la metodología empleada fue el garantizar la accesibilidad a un módulo que permita el control y monitoreo de la marcha de la fermentación de los embutidos.

5- Requerimientos Tecnológicos: los ingenieros en alimentos, definieron los parámetros del proceso tecnológico. Establecieron como necesarias para la elaboración de salames caprinos, una temperatura de  $25 \pm 2$  °C y una humedad de  $85 \pm 2$  % durante 3 días, para el proceso de fermentación. Y una temperatura  $12 \pm 2$  °C y humedad del  $70 \pm 2$  % durante 12 días, para la etapa de maduración de los salames.

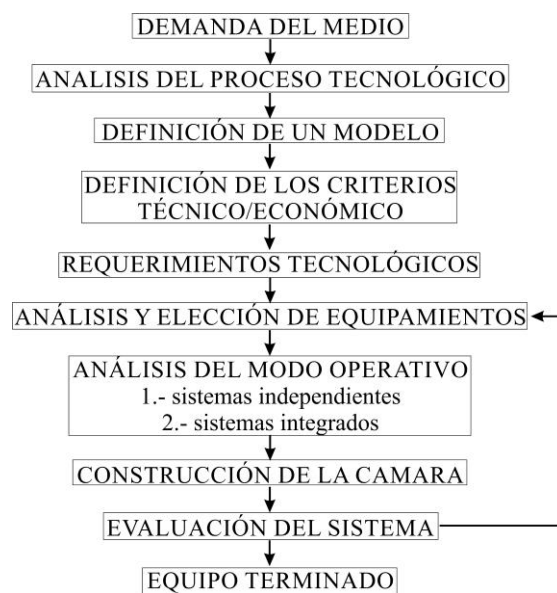


Figura 1. Flujograma de las actividades realizadas para la construcción de la cámara.

6-Análisis y elección de equipamientos: en una primera etapa se realizaron trabajos de inspección de gabinetes en desuso, separándose los que presentaban revestimiento en acero inoxidable, lo que permite su esterilización, condición indispensable para la elaboración de productos alimenticios fermentados. Dentro de los equipamientos susceptibles de ser aprovechados y refuncionalizados, se seleccionó una cámara climática en desuso.

7-Análisis del modo operativo de la cámara: se analizó el modo de operación del sistema e indagó el estado de servicio de los componentes (situación de partida). Primero se analizaron cada uno de los sistemas componentes de la cámara y probaron su funcionamiento, en forma independiente. Posteriormente se evaluó la operación de los sistemas en forma integrada.

8-Construcción de la cámara: el diseño de la cámara contempló: Desarrollar sistemas electromecánicos y electrónicos dotados del instrumental necesario, para el control de los parámetros y monitoreo de las variables, durante el proceso de fermentación. Acondicionar las señales provenientes de sensores. Implementar una interface gráfica que permita visualizar el valor de las variables a controlar, en tiempo real. Establecer un sistema de adquisición y almacenamiento de datos, mediante una PC.

9-Evaluación del Sistema: La cámara en su estado inicial de funcionamiento, presentaba una gran variación de humedad y temperatura, que no resultaba aceptable. Luego de ajustar el funcionamiento de algunos componentes se logró establecer el correcto manejo de los mismos, manteniéndose las variables de interés, dentro de los límites establecidos.

El prototipo desarrollado permite, que una vez iniciado el ensayo y en un lapso menor a una hora, se produzcan las condiciones de temperatura y humedad requeridas. Durante todo el proceso, como así también una vez concluido éste, se pueden transferir los datos almacenados en la memoria SD hacia la PC mediante una conexión USB 2.0. Mediante el sistema de monitoreo se puede visualizar en tiempo real, todas las variables involucradas, favoreciendo la pronta y correcta interpretación de la marcha del proceso por parte del operario, de una manera sencilla y amigable. También, es posible observar los valores de las variables de interés, mediante un display LCD que se encuentra en la parte lateral de la cámara.

## CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se rescata:

Por un lado, no se ha encontrado literatura referida a la didáctica de las ingenierías, el diseño y construcción de equipamientos a escala piloto. En este caso particular al diseñar una cámara de maduración de embutidos curados, los estudiantes integraron conocimientos acerca de los fenómenos de transporte, las operaciones unitarias, la instrumentación y el control de procesos, y los concretaron en un desarrollo como

el descrito, lo que manifiesta un viso importante de innovación.

La tecnología desarrollada por su tamaño resulta de interés para los pequeños productores locales de chacinados, que por primera vez tienen a su alcance tecnología apropiable. Cabe aclarar que en la actualidad estas cámaras son controladas mediante PLC (Controladores Programables Lógicos) los cuales tienen un costo muy elevado. El presente trabajo usa una tecnología alternativa más flexible y económica, conseguida mediante microcontroladores, cumpliendo con los objetivos del proyecto.

Se proveyó al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICYTA) de un equipamiento que le permita investigar y desarrollar nuevos productos de origen biotecnológico.

Por otra parte, el trabajo desarrollado con estudiantes, representa una didáctica aplicada a la enseñanza de las ingenierías. Emplear este tipo de recursos para el aprendizaje, promueve que se satisfagan los requisitos propios del sujeto, ya que éste estructura sus propios procesos, despliega sus habilidades, impone sus esquemas de conocimiento, plasma sus modelos mentales y define sus estrategias. El estudiante se encuentra ante un problema real, que demanda una solución concreta, en un entorno que le posibilita una verdadera interactividad educativa, entendida como un proceso compartido, que tiende progresivamente a promover en forma directa o mediada, a la autonomía en la resolución de las tareas; en la aplicación de conceptos; en la puesta en práctica de actitudes reflexivas y proactivas.

Los estudiantes tuvieron la opción de aplicar en una situación real, saberes y habilidades adquiridos en clase, lo que potenció intensamente el componente motivacional, tanto individual como grupal. Con ello, fuertemente se activó la pertenencia de los logros, aumentando su autoestima al valorar su actuación en la producción de los mismos.

## REFERENCIAS:

- Alba Juez, F. (2007) Afianzamiento de competencias en ingeniería mecánica con aprendizajes basados en proyectos. *8º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*. 23 al 25 de Octubre de 2007. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- De la Torre Gamboa, M., (2011), Transversalidad e interdisciplina en la formación universitaria.

<http://www.cambioeducativo.com.mx/descargas/Ponencias/transversalidadeinterdiscip2011.pdf>  
(Revisada en octubre 2011).

Carvajal Escobar, Y. (2011). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul* ISSN 1909-2474. Nº 31 jul-dic 2010.

Fernández Batanero, José María. (2003). “La transversalidad curricular en el contexto universitario: un puente entre el aprendizaje académico y el natural. Universidad de Sevilla. *Revista Fuentes*. Volumen 5, 2003.

González Luis; Martínez Sandra; Rodríguez René A.; Aguilar Luis y Rodríguez René J. (2012). Los proyectos de graduación una instancia de integración de conocimientos y revalorización de la enseñanza. *VII Jornadas Universitarias de Educación en Ciencia y Tecnología*-Universidad Nacional de Catamarca. Noviembre 2012- Catamarca

Muñoz Díaz, Edgar; Núñez Moreno Federico y Ojalora Sanchez Camilo (2007) Prototipo didáctico para la enseñanza de la ingeniería estructural. *Ingeniería* 17 (1): 99-111, ISSN: 1409-2441; 2007. San José, Costa Rica.

Nediani M.T, García L., Avalos C., Martínez, S & López Alzogaray S. Elaboración de salamines con carne de capones caprinos de Santiago del Estero. *Jornada Regional: La UNSE y el aporte de la Educación Superior a la Meta “Erradicación de la Pobreza extrema y el hambre*, durante el debate “Mujeres Investigadoras que contribuyen a erradicar la Pobreza Extrema y el Hambre”. Marzo de 2011. Santiago del Estero, Argentina.