



INVESTIGACIÓN APLICADA EN ENSEÑANZA DE PROCESOS TÉRMICOS

Dr. Ing. Robinson Betancourt, Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de La Frontera, Temuco - Chile, robinson.betancourt@ufrontera.cl

Dr © Tomás Mora, Departamento Ingeniería Mecánica Universidad de Sao Paulo - Brasil, tomas.mora@ufrontera.cl

Mg© Alvaro González, Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de La Frontera, Temuco - Chile, alvaro.gonzalez@ufrontera.cl

Mg© Nicolás Gutiérrez, Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de La Frontera, Temuco - Chile, n.gutierrez@ufrontera.cl

RESÚMEN

Este trabajo muestra que la Docencia de Pre-grado y Post-Grado, se potencia con la asociación directa de Proyectos de Investigación, aplicando metodologías de análisis, en Procesos de Plantas Industriales. De igual forma se beneficia a la comunidad con propuestas para uso eficiente de la energía, en sistemas comerciales y residenciales.

Los conceptos fundamentales de Procesos Térmicos, estudiados en Libros de Textos, (Cengel Boles, 2011), (Jones Dugan, 1997), (Incropera DeWitt, 1999), (Kurt Rolle, 2006) se deben complementar con trabajos experimentales. La puesta en marcha de Laboratorios financiados por Proyectos de Investigación, posibilitan y proyectan trabajos con Estudiantes, que enfrentan problemas aplicados a la realidad en tiempos breves, potenciando dos áreas de desarrollo personal: Conocimientos y habilidades para enfrentar procesos en Plantas Industriales. Proyectar estudios de Post-Grado en Chile y/o en el extranjero.

Los resultados obtenidos con proyectos de Investigación adjudicados en los últimos 5 años, permitieron la creación de Laboratorios en Procesos Térmicos, y demuestran como Estudiantes pueden potenciar su formación de Ingenieros, generando espacios para estudios de Post-Grados, mediante trabajos de Título y Tesis de Grado, aplicados a problemas específicos.

PALABRAS CLAVES: Procesos Térmicos, Docencia, Estudiantes, Investigación, Aprendizaje, Laboratorios.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los Procesos Térmicos, componen un área fundamental, en la malla curricular de formación de Ingenieros Mecánicos.

La Investigación es un aporte fundamental para la enseñanza de Procesos Térmicos y otras disciplinas que lo acompañan al momento de desarrollar un proyecto de investigación, para alumnos de pre grado y de post grado, el estudiante debe relacionarse con personas de distintas disciplinas, realizando el estudio de estas en un enfoque Térmico. Se complementan para la resolución de problemas comunes, logrando conocimientos de su disciplina complementándolas, con otras áreas de especialidades. Desarrollan además, relaciones profesionales con estudiantes y Profesionales de distintas áreas de conocimiento, asociados en el trabajo de búsqueda de soluciones conjuntas.



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA -FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

La producción de energía, el transporte y el uso de ésta, necesitan de Profesionales con formación integrada en análisis, evaluación, determinación de costos para la optimización de Procesos Energéticamente Eficientes.

En Chile la alta dependencia de la importación de hidrocarburos, implica altos costos para su consumo en Procesos Industriales, de Transporte, Comercial y Domiciliario, demandan propuestas de control y eficiencia permanentes en el uso de la Energía, dando cumplimiento además a las normativas medioambientales vigentes.

DESARROLLO

Diseño y construcción de Planta Piloto Experimental: El año 2006 se inicia línea de Investigación en área de Biocombustibles, mediante la adjudicación de Proyecto Fondef DO5110391 (Betancourt et.al, 2009) el que requiere para su desarrollo, diseño, cálculo y construcción de planta piloto para la producción de biodiesel en forma experimental, utilizando oleaginosas de la región de la Araucanía como materia prima.

En ésta etapa, la integración y participación de estudiantes de pre-grado de Ingeniería Mecánica, Bioprocesos y Electrónica, como Ayudantes de Investigación, generan una interacción de actividades, conocimientos, experimentación y apoyos que permiten concluir con la puesta en marcha de Planta Piloto, con sistemas integrados y líneas de control y captura de datos, que facilitan la operación de dicha Planta. La operación y control de procesos en planta, genera conocimientos en los estudiantes relacionados con reacciones en procesos de transesterificación, desplazamiento de fluidos, captura de datos relacionados con presión, temperatura, caudal, entalpías, y la información en línea presentada en pantalla mediante gráficos.

Determinar las propiedades para verificar la calidad del producto final, producido en planta piloto, requiere iniciar estudio de normas europeas, aplicando las metodología normadas para cada propiedad. Esta etapa implica que estudiantes participen en la búsqueda, selección, importación y puesta en marcha de equipos de Laboratorios, que constituyen nuevo patrimonio en los laboratorios del área de combustión.

ENSAYOS DEL PRODUCTO OBTENIDO.

El biocombustible generado, requiere ser sometido a test de calidad y comportamiento en procesos reales. Para ello se define el diseño y construcción de bancos de ensayos que permitan evaluar procesos de combustión

Banco de ensayo Caldera: se instala un sistema que permita captar imágenes de llama generada en procesos de combustión, imágenes que son capturadas mediante cámaras CCD (Foto.Nº1), las que son obtenidas en pantalla y almacenadas en memoria para análisis posteriores. Junto con ello se desarrolla sistema para obtener la información con análisis de gases generados productos de la combustión, vitales para determinar la eficiencia de dicho procesos, y verificar el cumplimiento legal referido a las normas de emisión al aire (Foto. Nº2).



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA -FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS



Foto. N°1 Análisis de información en Banco de Ensayo



Foto. N°2 Mediciones de Material Particulado en caldera industrial

Banco de ensayo móvil: la necesidad de generar información con el comportamiento del biocombustible en procesos reales en motores (Foto. N°3), se implementa banco de ensayo con sistema, que permite obtener los parámetros requeridos en vehículo de transporte en operación normal.



Foto. N°3 Banco de ensayos Móvil



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA -FACULTAD DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS

Consortio: El equipo de Investigación de combustión, participa en el Consorcio Desert Bioenergy, mediante la adjudicación de proyecto INNOVA Chile -Corfo (Consortio Bioenergy ,2013). Se enfrenta el desafío del diseño, cálculo, construcción y puesta en marcha de Planta Piloto, a instalar en Planta Tocopilla, para producción de biodiesel, proteínas y biogás utilizando Microalgas. Foto N° 4



Foto. N°4 Planta Piloto Producción Biocombustibles

Aplicación de Normativa NCh 3173 y NCh 3282 para Estufas y Calderas: El equipo de alumnos de pre y post grado han desarrollado herramientas digitales, para la captación de datos en línea (Foto. N°5), para el desarrollo de sus trabajos de títulos, dado que las normativas expresan la necesidad de obtener promedios de mediciones, mediante la captura en línea de datos, el alumno puede realizar una clasificación de estos datos para realizar un análisis estadísticos, y los cálculos realizados posean respaldos documentados.



Foto. N°5 Captura de datos en línea

Trabajo desarrollado como equipo interactuando con ayudantes de especialidades de Ingeniería: Química, Electrónica, Bioprocesos, Ingeniería Matemática.

Investigadores Asociados: en los proyectos desarrollados desde el año 2006 a la Fecha, los estudiantes, ayudantes de Investigación, han trabajado directamente con



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA -FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

Investigadores de Europa y Brasil, quienes han formado parte de los Proyectos como Investigadores

CONCLUSIONES:

- Los avances que logran Estudiantes, que participan en Proyectos de Investigación, es un aporte notable para su formación.
- Desarrollan capacidades en Metodologías de Investigación, aplicables posteriormente para proponer alternativas de solución, en problemas de Ingeniería. La búsqueda de información en el “estado del arte” es un aprendizaje que, posteriormente en su vida profesional, les permitirá proponer con fundamentos, soluciones satisfactorias.
- Deciden formas y métodos correctos, en análisis y toma de decisiones en la captura de datos relevantes para evaluar procesos. ¡Cómo medir!, ¡qué medir!, certezas de las mediciones realizadas y evaluación de incertidumbres de éstas. **En Procesos Térmicos**, los datos utilizados para los balances energéticos, son Fundamentales para desarrollo de análisis y propuestas válidas para la obtención de incrementar eficiencia.
- Interactuar con ayudantes de otras especialidades potencian su capacidad de análisis y desarrollan con fundamentos otras disciplinas del conocimiento, lo que potencia su formación integral. Este aspecto es muy importante, posibilita al Estudiante enfrentar situaciones, que en vida su Profesional, será permanente en análisis con otros especialistas
- El estudiante que Participa en Proyectos de Investigación, aprende de procedimientos para licitar compras de equipos, mecanismos de importación existentes, tasas arancelarias, garantías, certificados de calidad, cumplimientos de normas de NU
- La enseñanza de los Procesos Térmicos en programas de Ingeniería, se potencian con la interacción que el Profesor logra en sus Proyectos de Investigación, con estudiantes de Pre-grado y Post – grado como Colaboradores y Ayudantes de Investigación. Los análisis que se realizan en conjunto generan diálogos directos con propuestas que generen soluciones en modelos para soluciones.
- Presentación de trabajos en Congresos Nacionales e Internacionales por parte de Estudiantes, generan un potencial que les abre muchas posibilidades en su desarrollo personal, al conocer líneas de trabajo de Investigadores de otros grupos de Investigación, iniciando redes de trabajos que permiten incrementar el número de Profesionales con quienes relacionar Proyectos y trabajos Profesionales
- La seguridad que desarrolla el estudiante que participa en Proyectos como Colaborador y/o Co-Investigador en Proyectos, le permite enfrentar problemas específicos en Plantas Industriales, con mayor confianza y conocimientos, proponiendo soluciones concretas evaluadas técnica y económicamente, variable fundamental, para poner en marcha las soluciones propuestas.
- Opciones para iniciar Programas de Post-Grado, en Chile y/o en el Extranjero, se consolidan en los Estudiantes que han participado en Proyectos, dado que han



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA -FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

desarrollado experiencias fundamentales para iniciar ese camino, ya conocen métodos y formas de trabajar en ésta área.

-Estudiantes que participan en proyectos de Investigación y optan por el desarrollo Profesional en Empresas, poseen conocimientos muy sólidos para proponer formas de optimizar uso de energía, desarrollo de balances, y realizar propuestas de optimización.

Dos componentes fundamentales son adquiridas en ésta área de trabajo: Evaluar los costos de generar, transportar y utilizar energía. Comprender y aplicar normativas medioambientales vigentes en el País.

REFERENCIAS

Cengel,Boles Termodinámica Edit. McGraw-hill, 2011

Jones Dugan, Ingeniería Termodinámica Edit. Prentice Hall, 1997

Incropera DeWitt Fundamentos de Transferencia de Calor. Edit. Pearson Prentice Hall, 1999

Kurt C. Rolle. Termodinámica Edit. Pearson Prentice Hall, 2006

Betancourt R.et.al Producción de Biodiesel - Fondef de Conicyt, D05I10391- 2005

Consorcio Bidesert Bioenergy - Proyecto INNOVA Chile - Corfo, 09CTEI 6860-09- 2013