



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: UN ESCENARIO PROPICIO PARA VALORIZAR Y FORTALECER COMPETENCIAS

Sandra L. Martínez²(*); Luis Gonzalez¹; René A. Rodríguez¹; & Luis A. Aguilar¹

(1) *Departamento de Mecánica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero, Argentina.*

laquilar@unse.edu.ar; gonzalez539@yahoo.com.ar; rene@unse.edu.ar;

(2) *Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTA), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero, Argentina. sandram@unse.edu.ar*

RESUMEN

El progreso siempre estuvo íntimamente asociado a la ingeniería, reconociéndose a esta disciplina como fundamental para consolidar el desarrollo industrial, relacionar el conocimiento con la innovación productiva, y disminuir los niveles de dependencia tecnológica. En concordancia, Argentina implementó el Plan estratégico de Formación de ingenieros.

Los vertiginosos avances tecnológicos y las demandas sociales crecientes, exigen se implementen nuevas estrategias para la enseñanza de la ingeniería, tendientes a formar profesionales comprometidos con lo social, capaces de promover su auto aprendizaje. Constituyéndose en todo un reto docente, el desarrollar metodologías y herramientas tendientes a imprimir estas orientaciones, al nuevo perfil del ingeniero. En este contexto, se presenta una experiencia realizada con alumnos de Ingeniería, quienes realizaron el trabajo final de graduación en el marco de un proyecto de investigación transdisciplinario. La metodología implicó el estudio previo del problema, la selección de las acciones tendientes a materializar el resultado; creando un escenario de creatividad y responsabilidad propicio para la valoración y el afianzamiento de competencias. El desarrollo se registró, socializó y convirtió en un documento de difusión de la ciencia y la tecnología.

Palabras claves: Enseñanza de la ingeniería – Proyecto de investigación – Trabajo final de graduación - Competencias.

REFERENCIAS

[1] Y. Carvajal Escobar, *Interdisciplinariedad: Desafío para la Educación Superior y la Investigación*. Revista Luna Azul ISSN 1909-2474. Nº 31. 2010.

[2] CONFEDI (2007). *Documento Final de Competencias Genéricas*.
<http://www.confedi.org.ar/sites/files/revista-confedi.pdf>. 2007.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Estado de situación de la Ingeniería

Mundialmente se reconoce a la ingeniería como el motor de desarrollo de los pueblos, por eso recientemente la UNSECO, a través de un informe advertía a los encargados de la elaboración de las políticas y la planificación del desarrollo de las naciones, sobre la escasez de ingenieros, y la disminución de su matrícula. Atribuyendo el fenómeno en parte, a que los jóvenes los consideran estudios aburridos, difíciles y una profesión no muy bien remunerada. El informe sugiere además, adoptar nuevos enfoques en la enseñanza y la formación, especialmente en lo que se refiere a la instrucción práctica y al aprendizaje basado en el planteamiento de problemas. [1]

También Argentina, reconoce a la ingeniería como pilar del desarrollo, a tal punto que El Ministerio de Educación impulsó el Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012-2016, con el objeto de formar los recursos humanos, necesarios para apuntalar otros planes de desarrollo: el Plan Estratégico Industrial y el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial. Destacando, que 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. Pero advirtiendo, que es necesario cambiar los paradigmas de formación para lograr un profesional de alta capacitación técnica, con compromiso social, conciencia ambiental y capacidad de liderazgo. A su vez, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería estableció como horizonte formativo, competencias genéricas, advirtiendo que los planes de estudio deben incluir actividades que favorezcan su desarrollo. [2]

1.2 Enfoque de competencias

En 1970, Mc Clelland propició el concepto de competencia al analizar la motivación humana. Desde entonces, en la formación de ingenieros este concepto ha sido analizado, modificado y ampliado, sobre todo en función de las mutaciones operadas por la globalización mundial. Existen múltiples expresiones que lo definen, pero en la mayoría se suelen distinguir dos porciones. Una, observable, donde se ubican conocimientos y habilidades, el saber-hacer. Y la segunda, subyacente, relacionada con los procesos cognitivos, con lo motivacional, con las cualidades propias del sujeto.

Se rescata el concepto de competencia adoptado en base a los aportes de Perrenoud y Le Boterf: *Competencia es la capacidad de administrar en forma eficaz un conjunto de estructuras y valores, permitiendo disponer de diferentes conocimientos que, por lo general, son disciplinarios, en un contexto determinado con el fin de resolver situaciones profesionales específicas.*

Lo expresado, señala que la competencia es un constructo complejo, en relación con una situación multidisciplinaria que cobra relevancia cuando se relacionan modelos educativos desde los contenidos y objetivos.

A partir de un enfoque docente, los aprendizajes por competencias son procesos que posibilitan al individuo el logro de desempeños satisfactorios, cumpliendo las exigencias propias del campo implicado, a través de la combinación del saber hacer, del saber materializado en conocimientos y del saber ser. [2,3]

1.3 La interdisciplinariedad en la educación superior

Van del Linde, define la interdisciplinariedad como la interacción de varias disciplinas para dar solución a una demanda, que cada una de ellas por separado no lo podría lograr. Estas, relaciones son útiles de construir a la hora de producir nuevos desarrollos tecnológicos. [4]

En el caso de la enseñanza de las ingenierías a través de los proyectos de graduación, la interdisciplinariedad puede considerarse como una estrategia pedagógica, donde el diálogo y la colaboración, logran un nuevo conocimiento. La interdisciplinariedad, simplifica el lenguaje de interdicción entre las disciplinas y permite mantener unida la investigación a la docencia. [5]

El enfoque moderno demanda a la educación superior, conocimientos, habilidades, prácticas y valores. En este escenario, la integración disciplinar y la flexibilización curricular, son fundamentales para formar profesionales: aptos para afrontar los rápidos cambios de competencias y de conocimientos; con una formación más humanística y ambiental; con ética; conciencia de equidad social y juicio crítico. [6]

La interdisciplinariedad aporta a la ES, tanto en docentes como en estudiantes: flexibilidad, confianza, intuición y el aprender a desenvolverse en la diversidad. Además, los equipos de investigación interdisciplinarios: flexibilizan el pensamiento, desarrollan y mejoran las habilidades de aprendizaje, facilitan el entendimiento, incrementan la habilidad de acceder a los conocimientos adquiridos e integran contextos disímiles. [7].

1.4 El Método de Proyectos para la enseñanza/aprendizaje de las ingenierías

La ingeniería tiene por objeto satisfacer una necesidad humana, esta actividad profesional usa como procedimiento al Método Científico, para transformar de un modo seguro, económico y óptimo los recursos naturales en formas útiles para el Hombre.

Proyectar en ingeniería es el proceso que emplea herramientas propias de las matemáticas y los fundamentos científico-tecnológicos. Es una actividad mental, y su ejecución un proceso tecnológico que culmina al materializar su objetivo. Su ejecución exitosa requiere, de amplios

conocimientos específicos sobre el mismo, disponer de procedimientos confiables para obtener los resultados esperados, lo que puede sistematizarse en una metodología genérica, consistente y racional. [8].

William Kilpatrick por 1900 inició la evolución de esta variante educativa con raíces en el constructivismo. El desarrollo de proyectos es una alternativa pedagógica enriquecedora para docentes y alumnos, que amplían su responsabilidad sobre el aprendizaje. Los estudiantes tienen la opción de aplicar en una situación real, saberes y habilidades adquiridos en clase, lo que potencia intensamente el componente motivacional, tanto individual como en los grupos de aprendizaje colaborativo.

Con ello, fuertemente se activa la pertenencia de los logros, incentivando la autoestima, al valorar su actuación en la producción de los mismos. Facilita los intercambios de los estudiantes con los docentes y también con sus pares, acentuando relaciones y propiciando el fortalecimiento de competencias.

El Método de Proyectos es un procedimiento propio para la enseñanza de las ingenierías, reconocido pedagógicamente y responden a las expectativas de formación de nuevos ingenieros en el mundo. [9].

Los proyectos de graduación relacionan la perspectiva disciplinar y profesional de las carreras de ingeniería. Cuando estos se realizan en el marco de un Proyecto de Investigación se ven favorecidos debido a la posibilidad de relacionar situaciones reales (la demanda social) y el abordaje científico (la solución), con la materialización de los resultados. [10].

2 CONTEXTO DEL DESARROLLO

2.1 Proyectos de investigación interdisciplinarios

La experiencia que se presenta se desarrolla en un proyecto de investigación interdisciplinario conformado por ingenieros electromecánicos (IEM), electrónicos (IE) y en alimentos (IA), pertenecientes a las Facultades de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) y de Agronomía y Agroindustrias (FAyA), de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Con estudiantes de las carreras Ingeniería Electrónica e Ingeniería Electromecánica, quienes realizan como trabajo final de graduación, un equipamiento tecnológico.

El diseño de equipamientos a escala piloto, en un ambiente interdisciplinario, como estrategia pedagógica para promover competencias en Ingeniería, se describe como el principal resultado del trabajo. Además, permite dar respuestas al medio a través del desarrollo de tecnología apropiable para pequeños productores, proveer de equipos al ICyTA, siendo importante también el potencial logro de patentes y la sustitución de importaciones.

Los proyectos de investigación consustanciados con las demandas locales responden a las necesidades e intereses de cada comunidad educativa, ya que al estudiar problemáticas y potencialidades regionales, les imprimen pertinencia. Los proyectos de investigación interdisciplinarios constituyen una alternativa, por su visión integral, para dar soluciones contextualizadas.

2.2 Origen de la iniciativa

Santiago del Estero es la primera productora de ganado caprino del país, esta actividad es desarrollada por pequeños productores como economía de subsistencia, siendo importante todo esfuerzo que se realice en pos de imprimirle valor agregado. Nuestro país tiene tradición en la elaboración de salames y quesos artesanales, sin embargo las altas temperaturas en el NOA, impiden que estos sean obtenidos por fermentación espontánea o maduración 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 por un lado con un equipamiento para optimizar y replicar los ensayos de investigación de tecnologías para la producción de embutidos (Grupo 1) y por otro la de disponer de tecnologías que aseguren calidad uniforme en la maduración de quesos caprinos y aumentar la competitividad de la PyME's (Grupo 2).

Tanto los embutidos como los quesos, son alimentos cuya producción y preservación resultan de transformaciones físico-químicas, bioquímicas y organolépticas provocadas por bacterias lácticas, su óptima acción demandan condiciones ambientales que se deben controlar y analizar, registrar y almacenar, durante la marcha del proceso.

3 DESARROLLO

3.1 Objetivo General

Establecer una metodología que facilite a los estudiantes de ingeniería, internalizar los mecanismos de producción del saber, a través del diseño y construcción de un equipamiento a escala piloto, en el marco de un proyecto de investigación interdisciplinario.

3.2 Una experiencia con alumnos de Ingeniería Electrónica y Electromecánica

Los estudiantes de ingeniería electrónica y electromecánica de la UNSE para optar por el título de grado, deben realizar un proyecto de graduación. Integrantes del equipo de investigación



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

acordaron con los directores de escuela y contactaron con los estudiantes de las mencionadas carreras, para que desarrollaran en su ámbito, el requisito curricular.

El principio rector de la metodología empelada fue el garantizar la accesibilidad a un módulo que permita el control y monitoreo de la marcha de la fermentación de embutidos (G1) y el de maduración de quesos (G2). Las alternativas escogidas, resultaron del cotejo de la factibilidad técnico/económica de cada material y sistema empleado.

4 RESULTADOS

La estrategia de enseñanza aprendizaje para fortalecer competencias en estudiantes de ingeniería, a través del diseño y construcción de un equipamiento a escala piloto, ha permitido establecer una metodología que comprende la sucesión de diez etapas, hasta obtener el producto terminado. En la figura 1, se observa la secuencia de las etapas que debieron ser superadas por los estudiantes de los grupos.

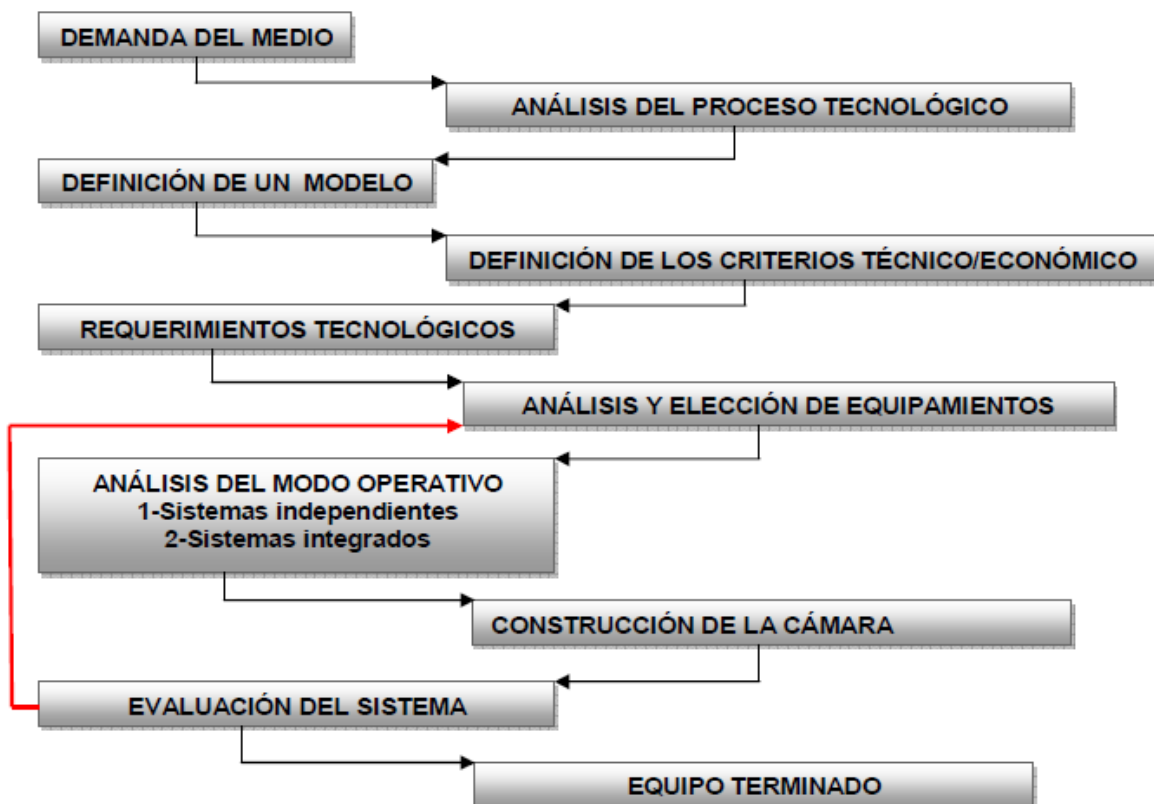


Figura1: Flujograma de actividades para la construcción del equipamiento.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

E1-Demanda del medio

Se refiere a la necesidad de contar con un equipamiento confiable para la investigación en biotecnología aplicada a: carne caprina (G1) y quesos caprinos (G2). En esta etapa es donde se verifica la transversalidad del proyecto, los estudiantes se interiorizan sobre las elaboraciones regionales y se solidarizan con los pequeños productores y sus problemáticas.

E2-Análisis del proceso tecnológico

Para realizar un sistema de control electrónico a medida de lo requerido, los estudiantes debieron introducirse en diversas áreas de la ingeniería. Esto es, desde la Ingeniería en Alimentos: sobre las condiciones de temperatura, humedad y duración de los procesos biotecnológicos a desarrollar. Además, de las necesidades de recirculación del aire y el recambio del aire con el exterior de las cámaras, fundamentales para el óptimo desarrollo de las bacterias lácticas responsables de las características organolépticas e higiénico sanitarias de los alimentos a producir. Y desde la Ingeniería Electromecánica: sobre el principio de funcionamiento de los sistemas de vapor, frío, calor y control.

E.3-Definición de un modelo

Se definió el modelo general, para determinar los componentes y los sistemas de control requeridos, según las demandas del proceso.

E.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/maduración de embutidos y quesos. Se priorizó emplear componentes en desuso que se encuentren en la planta piloto.

E.5-Requerimientos Tecnológicos

Los Ingenieros en Alimentos definieron los parámetros del proceso tecnológico. Establecieron para cada grupo, los valores y rangos de variación permitidos, de temperatura y humedad. También la duración de los procesos de fermentación y maduración.

Los Ingenieros Electromecánicos a su vez requirieron de los equipamientos necesarios para generar frío, calor y vapor. Sistemas de recirculación y recambio de aire y los respectivos sensores para humedad, temperatura y velocidad de aire.

E.6-Análisis y elección de equipamientos

Se realizaron trabajos de inspección de gabinetes en desuso, separándose los equipamientos susceptibles de ser aprovechados y refuncionalizados. Los que presentaban revestimiento en acero inoxidable que permiten su esterilización, condición indispensable para G1, de entre las cuales se escogió una cámara climática. Y una heladera para G2. También, se escogieron los

sistemas para dotar de frío calor y humedad. Algunos pudieron ser reparados y otros se debieron comprar.

E.7-Análisis del modo operativo de la cámara

G1 analizó el modo de operación del sistema e indagó el estado de servicio de los componentes (situación de partida). Primero estudiaron y probaron los sistemas componentes de los habitáculos seleccionados en forma independiente, para luego evaluar la operación de los sistemas en forma integrada. Idéntica tarea realizó G2.

E.8-Construcción de la cámara

El diseño de G1 implicó 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 y/o maduración. 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. En el caso G2, aún no ha llegado a esta etapa.

E.9-Evaluación del Sistema

En su estado inicial de funcionamiento, G1 presentaba una gran variación de humedad y temperatura, que no resultaba aceptable. Luego de ajustar el funcionamiento de algunos componentes, lograron establecer el correcto manejo, manteniéndose las variables de interés, dentro de los límites establecidos.

E.10-Equipo Terminado

El prototipo desarrollado, para la elaboración de embutidos 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 y también una vez concluido, se pueden transferir los datos almacenados en una memoria hacia la computadora. Un sistema de monitoreo permite visualizar en tiempo real, todas las variables involucradas.

Para simplificar el análisis y conceptualizarlo se han diferenciado las etapas donde particularmente los estudiantes han realizado trabajos mentales y labores prácticas.

Asimismo, un análisis preliminar de los resultados, nos permite identificar y valorizar algunas de las competencias fortalecidas a lo largo del desarrollo. En la Tabla1, se muestra una síntesis de lo descripto.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

Tabla1: Actividades que desarrolla el estudiante en cada etapa.

EJE	ETAPAS	ACTIVIDAD	ACCIONES Y COMPETENCIAS
INTERDISCIPLINARIEDAD	E.1	TRABAJO MENTAL	Incorpora nuevos conocimientos
			Integra conocimientos
	E.2		Resignifica conocimientos
			Realiza abstracciones mentales
	E.3		Aprende
		Investiga	
		Innova	
	E.4	Trabaja en equipo	
		Se responsabiliza individual y colectivamente	
	E.5	Se compromete	
	Se sensibiliza con lo social		
	E.6	LABOR PRÁCTICA	Relaciona teoría y practica
	Pone en acto sus conocimientos		
	Toma decisiones		
E.7	Experimenta		
	Prueba		
	E.8	Recalcula	
	Busca nuevas soluciones		
	E.9	Experimenta la realidad	
	Presenta su desarrollo escrito, argumenta		
	Lo expone en congresos, comunica		
	E.10	Aumenta su autoestima	
	Desarrolla habilidades y valores: flexibilidad, confianza, paciencia, integración y apertura a la diversidad.		



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

5 CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se rescata por un lado que: no se ha encontrado literatura referida a la didáctica de las ingenierías a través del diseño y construcción de equipamientos a escala piloto; los estudiantes pudieron integrar conocimientos acerca de fenómenos de transporte, operaciones unitarias, instrumentación y el control de procesos, para la materialización del desarrollo tecnológico; el equipamiento por su tamaño resulta de interés para los pequeños productores y además, se dotó al ICyTA de un módulo para la investigación y desarrollo. Y por otro lado, que la metodología desarrollada para la enseñanza/aprendizaje de las ingenierías, en el seno de un equipo interdisciplinario, que trabaja para dar solución a las demandas locales, permitió que los estudiantes tuvieran la opción de aplicar saberes y habilidades adquiridos en clase, en una situación real y se interiorizaran sobre las problemáticas regionales.

En cuanto a las competencias, se consideran evidenciadas a través del cumplimiento de la obligación curricular que requiere del registro (escrito) y exposición (oral), pero fundamentalmente por haber obtenido un producto tecnológico terminado, que satisface la demanda del medio. Sin embargo, debido a que las competencias son capacidades integradas y complejas, no se pretende considerar a éste análisis acabado, sino más bien evidenciar las bondades de la metodología implementada, para su consecución.

6. REFERENCIAS

- [1] T. Marjoram, Primer informe mundial sobre la ingeniería. UNESCOPRESS- 29.10.2010. UNESCO. 2010.
- [2] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI, Documento final de competencias genéricas. CONFEDI, 2007. <http://www.confedi.org.ar/sites/files/revista-confedi.pdf>. Obtenido el 28/10/2010.
- [3] L. González, A. Ferreiro, Un análisis de la Educación por Competencias en una Carrera de Ingeniería (FIDS284), 8vo. Congreso Mundial de la Educación de la Ingeniería (8WCE), VII CAEDI Congreso Argentino de la Enseñanza de la Ingeniería. Buenos Aires – Argentina. 2010
- [4] G. Van del Linde, ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? Cuadernos de Pedagogía Universitaria, Año 4. No. 8. 11-13. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, República Dominicana, 2007.
- [5] E. Agazzi, El desafío de la interdisciplinariedad: dificultades y logros. Seminario para profesores. Departamento de Filosofía de la Universidad de Navarra. 2001. <http://www.arvo.net/pdf/EI%20desafio%20de%20la%20interdisciplinariedad%20dificultades%20y%20logros.htm>. Obtenido el 28/10/2007.



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

[6] I. Restrepo, Tendencias mundiales en la gestión de recursos hídricos: desafíos para la ingeniería del agua. Ingeniería y competitividad, Vol. 6, No. 1.63-70 pp. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali. 2004.

[7] Y. Carvajal Escobar, Interdisciplinariedad: Desafío para la Educación Superior y la Investigación. Revista Luna Azul ISSN 1909-2474. Nº 31 jul-dic 2010. 2010.

[8] A. Ferreiro; L. González, Afianzamiento de competencias en ingeniería mecánica con aprendizajes basados en proyectos, 8º congreso iberoamericano de ingeniería mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan. Octubre 2007.

[9] L. González, Análisis y propuestas de mejora en las prácticas de enseñanza en el ciclo superior de la carrera de Ingeniería Electromecánica (UNSE) a la luz de una formación por competencias. Tesis para acceder al Título de Especialista en Enseñanza en Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2011.

[10] L. González, S. Martínez; R. Rodríguez; L. Aguilar, *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. Catamarca, 2012.