

Artículo 13

EXPERIENCIA INTERDISCIPLINARIA EN TRABAJO FINAL DE CARRERA

-Arq. **ROCES, Carlos**; FAU-UNNE, carlosroces55@hotmail.com.ar. Profesor Adjunto a/c Trabajo final de Carrera UPA - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNNE Resistencia (Chaco) - Av. Las Heras 727 - Tel. 362-445-2820.

-Ing. **ZURLO, Hugo Daniel**; FAU-UNNE, hzurlo@gmail.com. Profesor Energías Renovables - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNNE Resistencia (Chaco) - Av. Las Heras 727 - Tel. 362-445-2820.

-Ing. **SÍRTORI, Norberto Rubén**; UTN-FRRe, ingsirtori@gmail.com. Profesor Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería Química - UTN - Facultad Regional Resistencia Resistencia - Chaco - French 414 - 362-443-2683.

-Ing. **PAREDES, Gustavo**; UTN-FRRe, paredes.gustavo@hotmail.com. Profesor Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería Electromecánica - UTN - Facultad Regional Resistencia Resistencia - Chaco - French 414 - 362-443-2683

Palabras clave: Trabajo Final de Carrera, Interdisciplinario, Sustentabilidad, Docencia.

Resumen:

El Trabajo Final de Carrera (TFC) permite llevar a cabo un trabajo práctico real, que resuelva un problema concreto, a la vez que representa un primer contacto formal del alumno con la realidad profesional en la que va a integrarse al finalizar sus estudios.

Se presenta la experiencia de trabajo conjunto entre grupos de estudiantes del último año de las carreras de Ingeniería Electromecánica (IEM) e Ingeniería Química (IQ) de la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional (FRRe-UTN) y sus pares de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste (FAU-UNNE) en una aproximación realista de lo que constituye el ejercicio profesional integrado de arquitectos e ingenieros.

Los estudiantes de arquitectura se abocaron a los aspectos morfológicos, funcionales y tecnológicos constructivos bajo la premisa del bajo consumo energético; los estudiantes de IQ se dedicaron a la búsqueda de aprovechar los efluentes cloacales y residuos orgánicos del edificio con fines energéticos, desarrollando un biodigestor que interceptando los efluentes con mayor carga orgánica produjera biogás para generar electricidad mediante la utilización de celdas de combustible; por último, los estudiantes de IEM se ocuparon de resolver las instalaciones electrotermo-mecánicas con incorporación de un sistema de generación fotovoltaica que junto a las celdas de combustible abastezcan de energía eléctrica al edificio e inyecten eventuales excedentes a la red de distribu-

ción. Los resultados obtenidos fueron positivos y se preve la continuidad en esta modalidad de trabajo incorporando los elementos aprendidos durante esta experiencia.

Introducción:

La inquietud de integrar saberes, compartir y complementar conocimientos entre distintas carreras es un tema presente en la enseñanza actual de las carreras de grado y en particular de los docentes y alumnos de las cátedras que intervienen en este desarrollo. El TFC es el espacio curricular donde esta inquietud pueda plasmarse en la forma más concreta.

Diversos autores han analizado la importancia del desarrollo de capacidades relacionadas con las relaciones interpersonales, la resolución de problemas, el trabajo interdisciplinario, la comunicación y el desarrollo de trabajos prácticos que incluyan la resolución de problemas reales. Vernon, J. (2000).

El TFC permiten llevar a cabo un trabajo práctico real, que resuelva un problema concreto. Se destaca la importancia que el aprendizaje mediante el servicio tiene a la hora de desplegar las habilidades de comunicación, trabajo en equipo, multidisciplinariedad del ejercicio y el desarrollo de problemas reales. Ordóñez García, J. (2010).

"El TFC representa, la mayoría de las veces, el primer contacto formal del alumno con la realidad profesional con la que se encontrará al finalizar sus estudios. Desde este punto de vista, su realización debe contemplar dos vertientes: una académica, con el objeto de utilizar de forma coordinada muchos de los conocimientos que

ha ido adquiriendo a lo largo de la carrera, y otra práctica, profesional, en la que trata de resolver un conjunto de problemas interrelacionados y complejos, eligiendo una alternativa realista tanto desde el punto de vista técnico como económico." Gutiérrez, B. E. y Rodríguez, P. L. P. (2004).

"Esta asignatura tiene como objetivo la realización de un proyecto de ingeniería dirigido y/o asesorado por profesores, investigadores o ingenieros en ejercicio de la profesión." AQUINO ROBLES, J. A. (2005).

Antecedentes:

Las primeras experiencias de trabajo conjunto se concretaron entre las carreras de Ingeniería Química (Cátedra Integración V - Proyecto Final) e Ingeniería Electromecánica (Cátedra Integración V - Proyecto Final) de la Facultad Regional Resistencia de la UTN, donde se realizaron los TFC interdisciplinarios, que se enumeran a continuación:

- 2005:** Elaboración de Sangre en Polvo; Cinthia Bogarin (IQ) y Fernando Bogarin (IEM)
- 2012:** Planta Elaboradora de Biodiesel; Natalia Magran, María Emilia Figueroa (IQ) y Nicolás Giacopello (IEM)
- 2013:** Producción de Almidón de Mandioca; Claudia Szames, Esteban Contreras Lafuente (IQ) y Lucas Fernandez Dos Santos (IEM).

En estos casos los alumnos de ambas carreras ejecutan un único trabajo que es evaluado por cada cátedra en los aspectos propios de las competencias profesionales. Esta actividad se vio favorecida por la similitud en los formatos de presentación de los PFC de cada carrera. En todos los casos los alumnos consideraron como muy positiva la interacción entre carreras, lo que constituye una base sólida para el presente trabajo. La inquietud de integrar conocimientos mediante los PFC en carreras con cierta afinidad como IQ e IEM, donde a través del proyecto de una planta industrial se complementan ambas carreras, llevó también a considerar problemas más amplios como la sustentabilidad que demandan las obras de arquitectura e ingeniería lo que permitió que se estableciera el vínculo entre las dos carreras ya mencionadas y la de Arquitectura.

Las Secretarías Académicas de la Facultad Regional Resistencia de la UTN y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNNE tomaron los antecedentes citados y con la participación de las respectivas Direcciones de Carrera y los Titulares de las Cátedras

responsables de los PFC y TFC y se propusieron realizar esta experiencia.

Objetivos:

Los objetivos perseguidos fueron:

- Integrar los conocimientos de manera similar a un trabajo real;
- Incorporar a los PFC Y TFC, la temática de auto-sustentabilidad y economía energética, como premisa significativa al momento de desarrollar un proyecto profesional;
- Formar profesionales con capacidad para trabajar en forma interdisciplinaria;
- Desarrollar proyectos que puedan transferirse más fácilmente al medio.

Materiales y Métodos:

Establecidos los vínculos informales entre docentes de las tres carreras se inició el proceso de formalizar la relación dándole carácter institucional mediante la realización de reuniones a distinto nivel, como ser, entre los docentes de las tres carreras, y con los Secretarios Académicos y Directores de Carrera de la FRR e y la FAU, a fin de definir y compatibilizar los requerimientos propios de cada cátedra y establecer la modalidad de trabajo seleccionando un objeto que permita la intervención de las tres carreras.

Formalizada la vinculación entre las cátedras intervinientes se definió como objeto arquitectónico a proyectar un edificio de departamentos y oficinas ubicado en el centro de Resistencia sobre el que cada grupo de alumnos tendría que resolver un aspecto ligado a su formación disciplinar, para lo cual se incorporó la temática de la sustentabilidad energética, y uso de energías renovables.

Descripción del objeto y tareas:

Se trabajó un edificio de departamentos y oficinas implantado en un lote urbano, con una superficie de 2.500 m², ubicado en el centro de Resistencia (esquina de J.M. Paz y Av. 9 de julio)

Premisas del proyecto:

- Máxima ocupación de la superficie del terreno.☒-Edificio sustentable que aproveche las oportunidades de generar parte de la energía que consume.☒-Reducción de la emisión de efluentes.

En base a estas premisas se fijaron los lineamientos de los TFC para cada carrera Tareas que se definieron:

- El aprovechamiento de los efluentes para generar biogás.

- El aprovechamiento de la energía solar para generar electricidad.

- El diseño para reducir el consumo de energía en iluminación y climatización.

Tareas para Ingeniería Química:

- Definir la forma de aprovechar los efluentes y transformarlos obteniendo biogás.

- Diseñar los equipos para el tratamiento con las limitaciones del entorno.

Tareas para Ingeniería Electromecánica:

- Aprovechar el biogás para generación de energía eléctrica.

- Aprovechar la energía solar.

Tareas para Arquitectura - Trabajo Final de Carrera:

- Definir la propuesta arquitectónica, aplicando criterios de densidad habitacional urbana, conceptos de arquitectura bioclimática que colabore con el uso racional de la energía y la incorporación al diseño de paneles solares y sistemas de drenajes cloacales diferenciados que permitan la recolección de residuos para generación de biogás.

Aspectos del trabajo que surgen:

Algunos de los aspectos que surgieron del trabajo:

- La imposibilidad de tratar todos los efluentes líquidos
- La imposibilidad de usar el biogás como combustible en los departamentos.

- La dificultad de almacenar el biogás.

Soluciones que surgieron:

- Contemplar en el diseño de cada departamento la separación de los efluentes con alta carga orgánica (inodoro y triturador de cocina) y los de baja (lavadero, ducha, bidet, lavamanos) que además pueden contener químicos contaminantes para las colonias de bacterias del biodigestor.

- Esto implica un doble sistema de descarga de efluentes: el de menor contenido de materia sólida que va directamente a la red cloacal y el de mayor contenido de materia sólida que se biodigesta para producir biogás, antes de ser enviado a la red.

- El uso de celdas de combustible para transformar el biogás (metano) en electricidad

- La utilización de celdas fotovoltaicas para generar electricidad.

Resultados obtenidos:

Se conformaron grupos de trabajo por carrera que trabajaron en forma autónoma, pero vinculados a los grupos de las otras carreras; se produjeron dos proyec-

tos de IQ, dos de IEM y cuatro proyectos de Arquitectura, todos los cuales incorporaron elementos de los demás proyectos.

Durante todo el proceso la comunicación se dio a través de varias formas: reuniones organizadas por las cátedras (docentes y alumnos), encuentros espontáneos entre alumnos y comunicación via internet; en algunos casos la información se organizaba y presentaba en forma sistematizada y en otros se producían consultas y se devolvían respuestas en forma puntual.

No obstante la diferencia de matices entre los proyectos presentados por los distintos grupos, todos cumplieron con lo que se pretendió desde el punto de vista de los contenidos disciplinares y competencias profesionales de la carrera correspondiente. Así fue como se logró dimensionar un edificio de altura destinado a vivienda y actividades laborales y comerciales en cuyo diseño se tuvieron en cuenta criterios de bioclimatismo visibles en las características de la envolvente tanto en lo referente a su comportamiento higrotérmico como a lo estético y funcional, con el fin de morigerar al máximo el consumo energético necesario para garantizar el confort de los ocupantes.

En lo que respecta a los estudiantes de IEM, dimensionaron -para el edificio mencionado- el equipamiento termomecánico necesario para el desarrollo de las actividades previstas y proyectaron la instalación eléctrica total del edificio, incorporando sistemas de generación fotovoltaica para abastecimiento parcial de la demanda eléctrica del edificio, complementando con el dimensionamiento de una planta de generación eléctrica por celdas de combustible alimentada directamente con el biogás obtenido en el biodigestor proyectado por los estudiantes de IQ. Este bioreactor de digestión cuenta con una tecnología adecuada para lograr el manejo eficiente de un volumen importante de efluentes líquidos con arrastre de sólidos en suspensión obteniendo como subproductos principales el biogás que se acumula en un gasómetro con capacidad para algunas horas de producción, y como subproducto un lodo rico en nutrientes que pueden utilizarse como fertilizante.

Se obtuvieron resultados satisfactorios en términos de integración de los equipos de trabajo que sin perder la autonomía lograron TFC con innovaciones importantes en lo que hace al tratamiento de residuos de la actividad humana, el consumo eficiente de la energía

garantizando condiciones de confort y la incorporación de fuentes renovables de energía.

Se destaca, asimismo, la importancia del desarrollo de capacidades relacionadas con las relaciones interpersonales, la comunicación, el trabajo en equipo y la integración de contenidos interdisciplinarios para el abordaje integral de situaciones problemáticas complejas que involucran el hábitat humano y su impacto sobre el medio ambiente.

Resultados desde el punto de vista didáctico:

Desde lo académico formativo se obtuvo un resultado claramente positivo:

- Los alumnos se motivaron y pudieron intercambiar conocimientos.
- Se logró integrar distintas disciplinas.
- Los alumnos tomaron conciencia de las limitaciones de cada carrera y de la necesidad del trabajo interdisciplinario.

Lo que no se pudo:

- Unificar los trabajos de los alumnos en un único proyecto integrado.

Lo que queda pendiente:

- Lograr compatibilizar las metodologías de trabajo de las distintas carreras.
- Buscar una mayor integración a nivel de cátedras a fin de que todos los alumnos puedan integrarse en un trabajo interdisciplinario.

Lo que se sigue haciendo:

- La voluntad de seguir trabajando en conjunto.
- La continuidad del concepto del trabajo interdisciplinario.

Resultados obtenidos en la visión de los alumnos:

Se realizó una encuesta a los alumnos que intervinieron

Las preguntas realizadas fueron:

- 1 - ¿Cuál es su opinión de la experiencia?
- 2 - ¿Qué enseñanzas le dejó?
- 3 - ¿Qué propuestas tienen para mejorar la interacción con los otros grupos?
- 4 - ¿Qué otras sugerencias tiene?

Las respuestas en todos los casos fueron muy positivas.

Se reproducen algunas de ellas a título ilustrativo:

Pregunta 1: ¿Cuál es su opinión de la experiencia?

“Muy buena, es un trabajo real, y sumando la parte (arquitectura) sustentable hace de ésta, una experiencia enriquecedora”. (FAU)

“El trabajo me pareció una buena experiencia, llevado a la realidad y colaborando en la preparación para la

etapa profesional.” (FAU)

“El trabajo en equipo dentro de la facultad está bien desarrollado pues es una competencia de gran importancia en el ambiente laboral, y lo reconocen, sin embargo trabajar con personas que comparten los tecnicismos y aún más que se desempeñan en un mismo área es por lejos muy diferente a lo que realmente sucede. Así, el trabajo grupal en la facultad, realizado por integrantes de una misma carrera, generalmente culmina en división de tareas y trabajo individual -así lo viví yo-.

Por ese motivo decidí realizar un proyecto interdisciplinario; por fortuna para mí (o no), ese mismo año se planeaba una colaboración no sólo entre estudiantes de carreras diferentes, sino también entre facultades.” (IQ).

“La experiencia ha sido muy buena. Resultó muy nutritiva la interacción con profesionales y alumnos de otras carreras a la hora de debatir sobre la mejor opción para la resolución de un problema.” (IQ).

Pregunta 2: ¿Qué enseñanzas le dejó?

“Me ayudó a tener un panorama (más claro acerca) de lo que uno puede encontrarse como profesional y saber que la sustentabilidad es (un aspecto) en el que hay que hacer hincapié”. (FAU).

“Nos orienta para un futuro como profesionales trabajar con gente de otras disciplinas complementarias a la nuestra siendo una gran experiencia para nuestra formación y desarrollo como futuros profesionales, donde aprendimos las problemáticas de cómo trabajar en conjunto y proponer soluciones en común respetando todas las opiniones.” (IEM)

“Haber tomado parte del proyecto me permitió interactuar de manera casi profesional con personas formadas en áreas diferentes a la mía, lo que me permitió ser consciente de:

- Las necesidades de otras disciplinas para el diseño de una instalación.
- La forma de interactuar con gente que no maneja ciertos tecnicismos.

La utilidad de la capacitación y el conocimiento de las otras áreas, ya sea mínimo, para comprender dichas necesidades.” (IQ).

Pregunta 3: ¿Qué propuestas tienen para mejorar la interacción con los otros grupos?

“Mayor cantidad de debates, ser más críticos e intercambiar más información entre los grupos de trabajo”. (FAU) “Ser más auto-

críticos, tener puestas (exposiciones de trabajos) en común, de carácter grupal". (FAU)

"Proponer un cronograma de trabajo presentando avances semanales y mayor comunicación entre los grupos aprovechando los diversos métodos de comunicación existente hoy en día." (IEM)

Pregunta 4: ¿Qué otras sugerencias tiene?

"Tener más exposiciones, me parece que ayuda mucho a leer la (propia) propuesta y a la integración (del grupo)". (FAU)

"Profundizar el camino de la auto-sustentabilidad, buscaría que todos los trabajos apliquen la normativa LEED". (FAU)

"Podría sugerir simplemente que los profesionales de las distintas áreas tengan más participación en la definición del proyecto para constatar la posibilidad de ejecución y determinar dificultad que demandará luego a los estudiantes." (IQ)

"Sería positivo, desarrollar más proyectos que involucren actividades interdisciplinarias. Difundirlas de manera de llegar a una mayor cantidad de alumnos e involucrar a docentes y grupos de investigación." (IQ)

Conclusiones y recomendaciones:

Se obtuvieron resultados positivos tanto desde el punto de vista pedagógico-didáctico como en la motivación de los estudiantes que afrontaron con entusiasmo las dificultades del trabajo interinstitucional resignando la comodidad del manejo de recursos como el tiempo y la información para adaptarse al trabajo compartido.

Con esta forma de trabajar se logra ejercitar, durante la etapa formativa de grado del futuro profesional, un saludable diálogo entre distintos actores que concurren en un objeto común, como lo fue en este caso un edificio sustentable, evidenciando las dificultades del trabajo interdisciplinario, lo que predispone a superarlas en la vida profesional a partir de una mayor conciencia de la necesidad y conveniencia del abordaje multidisciplinario de los problemas reales.

Se destaca la potencialidad de esta modalidad de trabajo conjunto para el desarrollo de soluciones creativas e innovadoras a problemas reales.

Se recomienda ampliar la experiencia involucrando más carreras para abordar otros aspectos de la realidad y ejercitar mayor diálogo e interacción entre docentes de las distintas carreras en las materias específicas.

Referencias:

-VERNON, J. (2000). Engineering education - finding the centre or "back to the future". *Europe Journal of Engineering Education*. Vol. 25 No3, P 215 a la 225.

-ORDÓÑEZ GARCÍA, J. et al. (2010). La Experiencia Del Proyecto Fin De Carrera En La Temática De Cooperación Al Desarrollo En La Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos De Granada, Actas de las I Jornadas sobre Innovación Docente y Adaptación. Granada

-GUTIÉRREZ, B. E. y Rodríguez, P. L. P. (2004). La opción curricular de titulación. *Revista Innovación Educativa*, México, Vol. 4- No 21. Septiembre - octubre 2004 Publicación bimestral del Instituto Politécnico Nacional

-AQUINO ROBLES, J. A. (2005). Propuesta de Manual de Contenidos de los Proyectos de Fin de Carrera de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica. Departamento de Tecnologías Avanzadas, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas UPIITA, Instituto Politécnico Nacional IPN. México.