

Identificación del Trabajo	
Área:	Tecnología educativa y enseñanza de la ingeniería.
Categoría:	Alumno
Regional:	UTN Regional Santa Fe

Aplicaciones industriales de sensado y monitorización remota en carreras de ingeniería desde un enfoque interdisciplinario

Juan Agustín Martínez¹, Martín Alejandro Bär²

Grupos CIDISI y GIEDI (Lavaise 610, Santa Fe), Facultad Regional Santa Fe, UTN

E-mail de contacto: mrtnz.agustin@gmail.com, martin.bar88@gmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Dra. Gloria E. Alzugaray Coordinador de Investigación Ing. Matías Orué, en el marco del proyecto "El laboratorio de Tecnologías aplicadas: Experiencias en contexto para desarrollar competencias en carreras de Ingeniería Mecánica y Eléctrica" Código 4051TC

Categoría: ¹Becario ad-honorem, ²Becario de Investigación FRFSF-UTN.

Resumen

Los objetivos centrales de este trabajo se enfocan en potenciar la interacción, a través de aplicaciones concretas, de dos ramas de la ingeniería fomentando el trabajo interdisciplinario integrando los conocimientos específicos de cada especialista en Ing. Mecánica e Ing. en Sistemas de Información. Se sustenta sobre la base de considerar que un ingeniero no es un individuo aislado en su labor, debiendo integrar competencias y desarrollar habilidades para el trabajo en equipo. Para ello, se propone extender las funcionalidades de un horno industrial mediante el empleo de una placa Arduino y un Termo-Higrómetro de manera de integrarlo al Internet de las Cosas (IoT) y así observar las fluctuaciones de sus variables en tiempo real a través de la web.

Palabras Claves: Competencias; Integración; Industria; IoT

1. Introducción.

En el mundo actual hay una necesidad en constante crecimiento de equipos de trabajo multidisciplinarios, siendo de vital importancia en las ingenierías. Hoy en día, los graduados deben enfrentarse a problemas cada vez más integrales y complejos que requieren la participación y colaboración de diversos especialistas. Para esta labor, es necesaria la integración de competencias y el desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, como lo manifiestan los materiales del CONFEDI (2006, 2014). Para poder incorporar estos requerimientos que el mercado actual está incubando, debemos fomentar las actividades de manera integral y transversal a las numerosas carreras de ingeniería desde etapas tempranas de desarrollo de las mismas en el ambiente académico.

Si bien en los ambientes de innovación y mejora continua de procesos, los equipos interdisciplinarios suelen encontrarse, dichos ambientes de trabajo se generan en empresas que van usualmente de mediano a gran tamaño. En la actualidad, existen tecnologías y metodologías que crean tanto oportunidades como necesidades para con estos grupos de trabajo, abarcando desde áreas académicas hasta emprendimientos y mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas).

Así, nuevos conceptos tales como Internet de las Cosas (más conocido como IoT - Internet of Things), Big Data (grandes volúmenes de datos) e Industry 4.0 (Industria 4.0), nacen gracias a

un conjunto de tecnologías que les permiten consolidarse y requieren para su supervivencia de este trabajo colaborativo interdisciplinar.

En este informe, se propone como objetivo realizar un trabajo interdisciplinar para poner estas tecnologías a prueba. Así, se plantea el desarrollo de un sistema compuesto por una placa Arduino que provee de conectividad y capacidad de procesamiento a dos equipos conectados a ésta: un Horno industrial y un TermoHigrómetro. De esta manera, los equipos suman las capacidades de la placa a sus funcionalidades básicas. Ahora tanto el horno como el sensor son capaces de generar datos y enviarlos a centros de procesamiento en donde la información es analizada por expertos. De esta manera se logra que maquinarias tradicionales puedan incorporarse a internet, generar datos que sirvan para control, toma de decisión, monitoreo, predicción, etc.

En el marco de dichas tecnologías, se hará uso de diversas herramientas para el alcance de los objetivos propuestos: placas Arduino para prototipado con variedad de sensores para monitorización de variables, plataformas informáticas orientadas a IoT, tecnologías semánticas para Business Intelligence (Inteligencia de Negocios) y el desarrollo de software para soluciones específicas (Ver Figura 1).

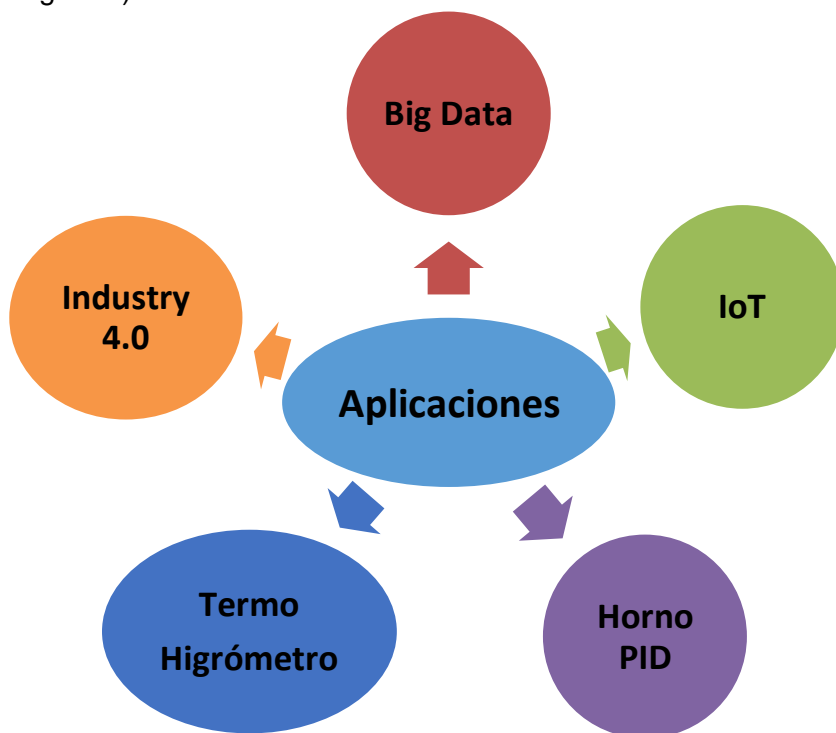


Figura 1. Aplicaciones en contexto.

El objetivo principal del presente trabajo, es trasladar la experiencia de la interacción y el trabajo en equipo de dos grupos/centros de investigación provenientes de las áreas de Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Sistemas de Información. Esta tarea involucra a becarios de investigación y parte de la necesidad de llevar adelante tareas conjuntas para desarrollar cuestiones relacionadas a las temáticas de cada grupo. En particular en torno a nuevas tecnologías para el acceso a la información, tanto de forma local como remota y su aplicación para interactuar con sistemas físicos.

2. Metodología.

Para poder comprender la metodología de trabajo, primero es necesario profundizar un poco en los conceptos que guiarán al mismo (Ver Figura 2). IoT se basa principalmente en la idea que

todo dispositivo, doméstico o no, esté conectado a Internet y a su vez, pueda interactuar con otros dispositivos y su entorno. Por otro lado, Big Data es un concepto que hace referencia al almacenamiento, explotación y transformación de grandes volúmenes de información. Particularmente, involucra lo que se denomina las cuatro “V”: Volumen, Velocidad, Veracidad y Variedad. Según dicho enfoque, cualquier problema que involucre a las cuatro V (o al menos a dos) se puede decir que cuadra dentro de los alcances de Big Data. Por último, Industry 4.0, más conocida como “Industria Inteligente”, enmarca la puesta en funcionamiento de fábricas capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficaz de los recursos y respeto por el medio ambiente a través del correcto uso de la tecnología.

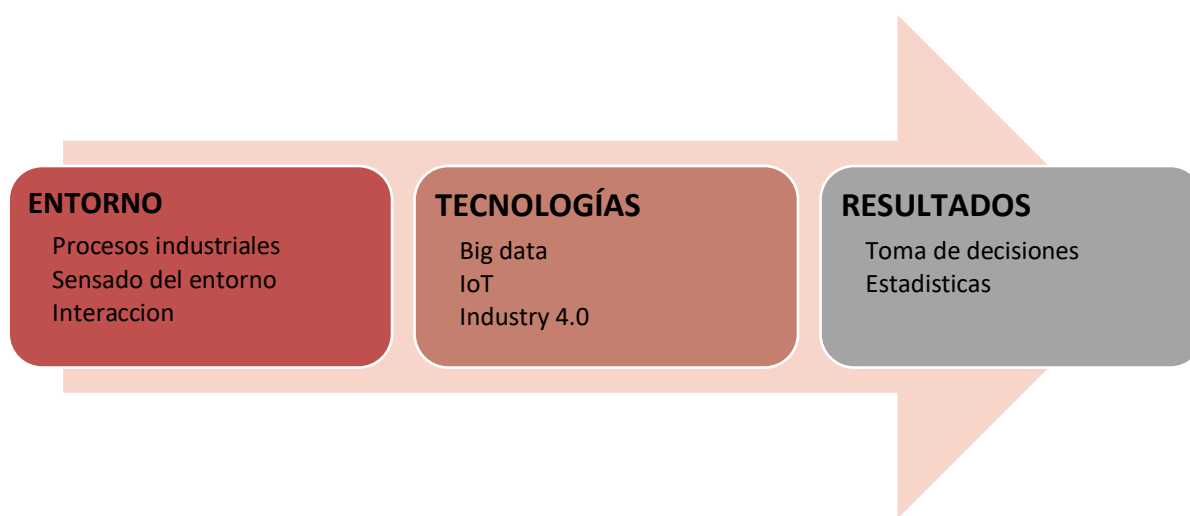


Figura 2. Secuencia procedimental del trabajo.

Cabe destacar que los conceptos y tecnologías, si bien son el medio por el cual las ideas pueden materializarse, no son la única parte importante del esquema global al que se apunta. La necesidad puntual de la industria que se busca resolver, es la de monitorizar un conjunto de variables con el objetivo de mejorar el soporte a la toma de decisiones y eventualmente accionar una respuesta (posiblemente sobre uno o varios equipos) ante un evento particular, logrando una capacidad de autodiagnóstico de situación que permite un control a distancia.

En este contexto se enumeran a continuación las aplicaciones en concreto que se están llevando adelante en este equipo interdisciplinario.

2.1 Aplicación industrial de Horno PID

En esta aplicación se tomó un equipo con funciones específicas sobre la cual se ampliarán las posibilidades de monitorizar y almacenar en tiempo real las variables que dan origen a su funcionamiento de base. Particularmente, dicho equipo consiste en un horno eléctrico de calentamiento por efecto Joule, con un controlador del tipo PID (controlador proporcional, integrador y derivativo). Dicho controlador, se encarga de estabilizar a un valor de temperatura interna prefijado por el usuario y mantenerlo estable en función del tiempo. Además, prevé las distintas inercias térmicas y otras inestabilidades que puedan presentarse, para mantenerse siempre acotado sobre un rango del valor prefijado. Esto quiere decir, que el equipo calienta hasta que en su interior reina

la temperatura que se ha definido y una vez alcanzada, el controlador asegura un valor constante con un rango de tolerancias reducido (lo cual implica mayor precisión).

La propuesta se basa, en incorporar al sistema anterior una placa (Arduino) que consta de un microcontrolador, el cual mediante una programación adecuada, permite realizar eventos o acciones determinadas en función de una o más variables de entrada. En este caso, será un valor de temperatura proveniente de termocuplas tipo K (que nos permitirán medir un amplio rango de valores). Como salida, se obtiene el dato de temperatura del horno que se transfiere a la PC mediante conexión USB/SERIAL. Así, con lo citado anteriormente, se logra un equipo diferencial sobre el cual pueden extraerse los datos y obtener entonces un panorama general de las posibles perturbaciones que puedan existir en tiempo real. Esto tiene suma aplicación práctica a nivel industrial, ya que brinda la posibilidad de observar los parámetros de funcionamiento del equipo en forma instantánea y remota.

Finalmente, se coleccionarán los datos que han sido sensados para ser procesados por tres sistemas conectados al microcontrolador a través de distintos puertos (Ver Figura 3):

- **Conexión Ethernet:**
 - Plataforma IoT: plataforma que permitirá la persistencia y gestión integral de los datos, disponibilización de servicios web, etc.
 - Servidor web: desarrollo a medida con pantallas interactivas personalizadas y comunicación a plataforma IoT.
- **Conexión Serial:**
 - Sistema Desktop: sistema a medida para monitorización in situ del dispositivo.



Figura 3. Flujo de información en Horno PID.

2.2 Aplicación industrial Termo-Higrómetro

El planteo de esta aplicación parte de la necesidad de obtener la medición de las variables humedad y temperatura de un recinto o espacio determinado, o bien conocer sus valores en entornos abiertos. Por ejemplo, definiendo condiciones de microclima para invernaderos. Teniendo en cuenta los altos costos que presentan estos dispositivos a nivel industrial, se busca realizar un equipo que tenga similares prestaciones a un menor costo.

Para poder obtener las variables del entorno, se hace uso de un sensor específico de humedad y temperatura comercial de alta precisión (modelo SHT 21 Sensirion), que permite ser conectado a un microcontrolador, en este caso, idéntico al empleado en la aplicación anterior.

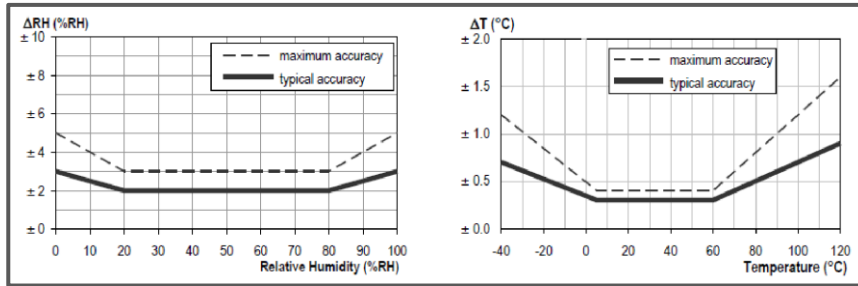


Figura 4. Rango de valores admisibles en Sensirion SHT 21.

En primera instancia, el sensor colecta los valores del entorno, que son básicamente las variables que se pretenden medir, con un rango de precisión de acuerdo al modelo del sensor empleado (Ver Figura 4). A su vez el conjunto, placa de desarrollo-sensor, se conecta a una PC para poder observar las desviaciones en tiempo real mediante un sistema desktop, con una interfaz de usuario diseñada exclusivamente para este fin. Todo esto, se logra programando la placa de desarrollo de forma muy similar a la aplicación anterior, pero en este caso, se dispone de más variables para analizar y el sistema físico es diferente. Por su parte, debe conocerse en profundidad el funcionamiento del sensor, para que, con el uso de su respectiva hoja de datos, se realice la programación más adecuada. Una vez que el dato ha sido correctamente interpretado, se prevé al mismo tiempo en su programación, que los datos sean enviados vía Ethernet a una plataforma WEB (Ver Figura 5). Esto posibilita que una gran multiplicidad de usuarios acceda al dispositivo en tiempo real y en forma remota con todas las ventajas que ello implica.



Figura 5. Flujo de información en Termo-Higrómetro.

Como adicional y haciendo hincapié en que se pretende realizar un producto comercial, se prevé el uso de un display que se conectará en conjunto con el sensor a la placa de desarrollo. Esto nos permitirá independizar el dispositivo de una PC y así observar los valores de las variables en cuestión (Ver Figura 6).

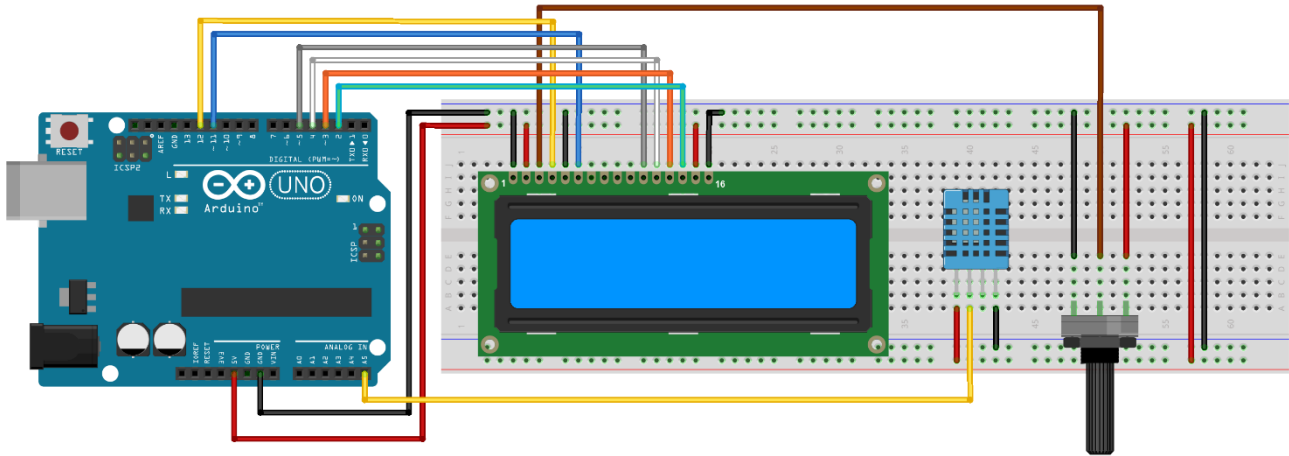


Figura 6. Esquema de conexión Arduino-Display-Sensor.

3. Resultados.

3.1 Aplicación industrial de Horno PID

Se llevó a cabo un trabajo ingenieril integral, en forma independiente al desarrollo y programación del controlador PID, con el microcontrolador Arduino para el sensado y procesamiento de la información.

Por un lado, esto involucró la adaptación y correcta integración de la termocupla a la estructura actual de horno con el trabajo que conlleva manipular un dispositivo previamente construido. A su vez, se realizaron tareas de diseño de software y programación específicos para leer los valores analógicos de la termocupla, transformarlos a un formato digital y posteriormente enviarlo a través de la conexión Ethernet.

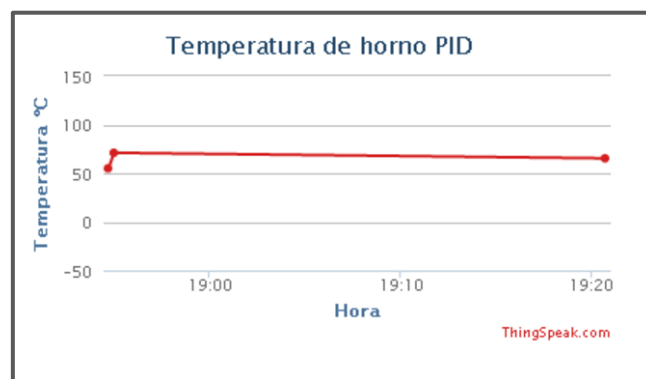


Figura 7. Grafico generado en plataforma Thingspeak.

Con respecto al envío de información a los diversos sistemas, si bien desde el área de sistemas se han realizado pruebas sobre diversas plataformas IoT, se decidió utilizar la herramienta Thingspeak (Ver Figura 7). Esta herramienta, si bien presenta ciertas limitaciones para proyectos a gran escala, tiene una gran facilidad de configuración a la hora de sensar una variable y generar ciertos gráficos en forma automática. A su vez, se desarrolló un pequeño sistema desktop para la monitorización de variables (Ver Figura 8).

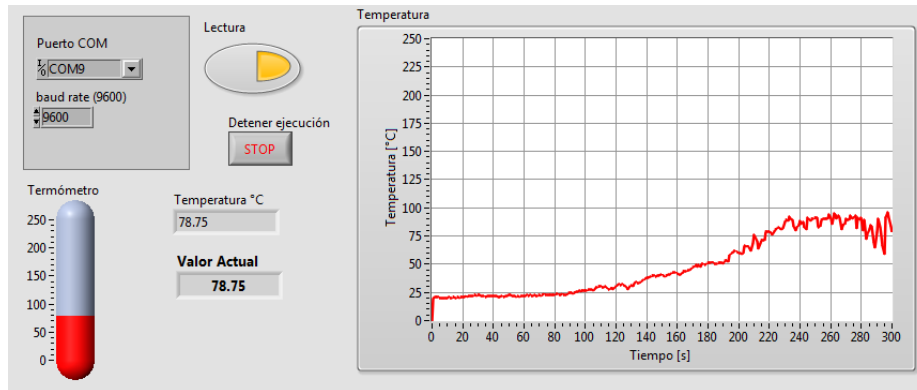


Figura 8. Pruebas de sensado con sistema desktop.

En este caso particular, se tuvieron algunos problemas con el módulo Ethernet utilizado ya que se encontró una limitación en las diversas librerías de programación para el trabajo con una conexión a internet a través de un servidor proxy. Superado este problema se pudo trabajar con total libertad.

3.2 Aplicación industrial Termo-Higrómetro

En este caso, al haber utilizado las mismas herramientas aplicadas en el Horno PID para el desarrollo e implementación tanto de software como de las conexiones se tuvieron experiencias similares (Ver Figura 9). La diferencia radicó en que el sensor utilizado tiene una estructura electrónica y principios de funcionamiento diferente al que se empleó anteriormente en 3.1. Si bien esto conllevó el estudio específico de la hoja de datos del mismo, dicha labor no generó complicaciones ni demoras sustanciales en la investigación.

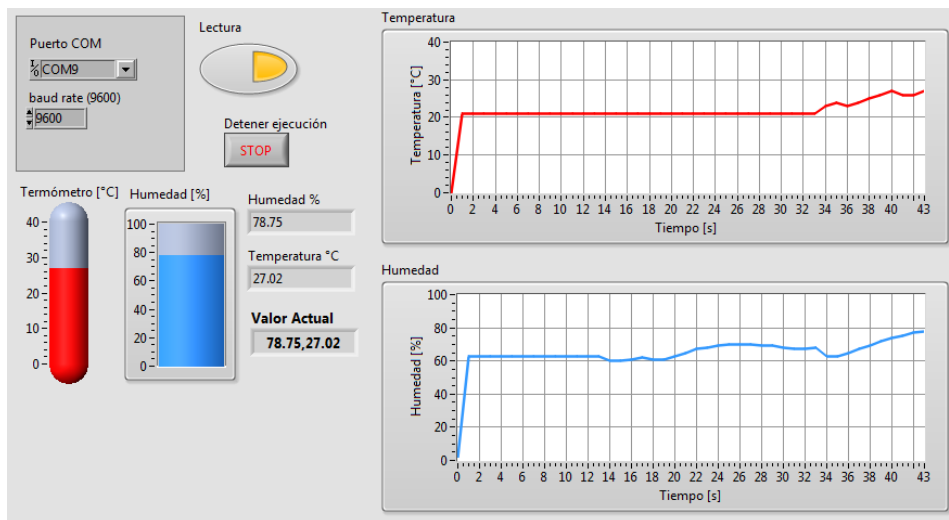


Figura 9. Pruebas de sensado con sistema desktop.

3.3 Experiencia multidisciplinaria

La construcción de relaciones inter departamentales entre las distintas carreras (tanto a nivel de alumno como de departamento) logró fomentar y facilitar el trabajo en equipo y potenciar cuestiones emergentes tales como la estandarización como pilar para resolver diferentes aplicaciones que impliquen sensado de diversas variables y su postprocesamiento a fines de que el usuario final tenga un panorama más completo y dinámico de los sistemas físicos con los que interactúa.

Se destacó el papel fundamental de los conceptos de Big Data, Industry 4.0 y el internet de las cosas (IoT) ya que se puede realizar una estandarización de los sensores y datos que se envían para poder generar aplicaciones más completas y centralizadas.

Como resultado indirecto y emergente del ambiente creado a raíz de la colaboración interdepartamental, se concretó la participación por parte de los becarios en una convocatoria nacional de innovación en materia de tecnologías con fuerte impacto social y ambiental.

Se generó una estructura con alta viabilidad para la generación de aplicaciones industriales desde el sector académico basada en el desarrollo modular, el prototipado ágil (asociado a la generación de productos mínimos viables) y la integración de los distintos componentes que conlleva el sensado de variables, su procesamiento y el uso de dicha información para la toma de decisiones.

4. Discusión.

Podemos observar que las necesidades que existen hoy en día desde el mercado laboral plantean una oportunidad de crecimiento del área académica. Se plantea la discusión del beneficio directo en ambientes universitarios, no solo por la formación de ingenieros con aptitudes y competencias para el desarrollo integral, sino que a su vez se fomenta la generación de actividades de valor transversales desde los grupos y centros de investigación académicos hacia los desarrollos tecnológicos y aplicaciones informáticas para la industria moderna.

5. Conclusiones.

Las carreras de ingeniería juegan un papel de suma importancia en la adquisición de valores y conocimientos; siendo los espacios de integración una forma eficiente para dicho fin, basada en el diálogo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Por este motivo es necesario dar mayor énfasis a la formación de grupos que den un significativo impulso a la investigación interdisciplinar y que permita generar nuevos conocimientos y alternativas viables para resolver diferentes aplicaciones industriales.

Dadas las características anteriores, la dinámica con que evolucionan la ciencia y la tecnología en el mundo actual y el carácter estratégico de estas últimas para el desarrollo económico social de cualquier país, una línea de trabajo futura sería el aprovechamiento de la información generada en el proceso valiéndose de TICs y evaluando su efecto sobre la cadena de valor y de suministro de la empresa.

Bibliografía.

CONFEDI (2006) DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ARGENTINA Informe CONFEDI Villa Carlos Paz - Argentina

CONFEDI (2014) Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería. Declaración de Valparaíso sobre competencias de Egreso del Ingeniero Iberoamericano.