



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL BAJO LA METODOLOGÍA CDIO PARA LOS PROTOTIPOS DESARROLLADOS EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA - UNISANGIL

Wilson Gamboa Contreras, Sandra Johana Benítez Muñoz, Rafael Augusto Durán Rodríguez, Anderson Adrián Mora Sierra, Leonardo Santos Nieves

**Fundación Universitaria de San Gil
San Gil, Colombia**

Resumen

Los programas de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Mantenimiento e Ingeniería Agrícola de UNISANGIL sede San Gil, en su plan de actualización e incorporación de resultados de investigación en sus currículos, han estructurado prácticas de automatización, control e instrumentación, con la finalidad de aplicar y difundir el conocimiento adquirido en sus procesos de investigación, el cual les permita formar profesionales competentes científicamente y tecnológicamente, capaces de adaptar, concebir e incorporar la ciencia y la ingeniería al desarrollo y al progreso de la región y el país.

Con estas prácticas se pretende aprovechar los productos obtenidos, y específicamente los prototipos desarrollados por los grupos de investigación adscritos a la facultad de ciencias naturales e ingeniería (IDENTUS y GIATPA) con fines académicos y de transferencia de conocimientos tecnológicos desde investigación e innovación hacia los programas de pregrado. Los prototipos se diseñaron y construyeron con un alto contenido de sistemas automáticos y de control, diseño asistido por computador CAD y software de diseño mecánico.

En adición a lo anterior, la facultad cuenta con un laboratorio de prototipos donde se han llevado a cabo la concepción, diseño, implementación y operación (metodología CDIO) de los proyectos de investigación en ingeniería. En este espacio, se concentran los prototipos, equipos, herramientas, información, bases de datos, software, libros y revistas; recursos muy apropiados para favorecer el aprendizaje comprensivo, relacionado y globalizado, donde se proponen y discuten problemas nuevos proyectos tecnológicos o se da continuidad a los existentes, a través de estrategias como trabajo de grado en modalidad de investigación dirigida.

El laboratorio de prototipos favorecerá múltiples oportunidades de aprendizaje e interacción de los investigadores con los estudiantes de pregrado, el cual permite incrementar el conocimiento, la competitividad y destreza de los estudiantes, además de aprovechar al máximo todos los bienes y servicios que ofrece la universidad. A su vez, los estudiantes mediante la intermediación de los investigadores, tienen un acercamiento directo con los productores y las cadenas productivas de panela, tabaco y café; con quienes se tiene una estrecha relación y quienes son los proponentes de la mayoría de proyectos que se formulan y ejecutan en la facultad, auspiciados y financiados por Colciencias y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Esta dinámica de formación acerca a los estudiantes a la realidad de las necesidades tecnológicas y al desarrollo de su profesión.

Palabras clave: transferencia de conocimiento; prácticas de automatización y control; concebir; diseñar; implementar; operar; CDIO

Abstract

Programs Electronic Engineering in Agricultural Engineering and Maintenance at San Gil Unisangil in your upgrade and incorporation of research results into their curricula have structured practices automation, control and instrumentation, in order to implement and disseminate the knowledge gained in their research process, which allows them to be scientifically and technologically competent professionals, able to adapt, design and incorporate science and engineering to the development and progress of the region and the country.

With these practices is to exploit the products obtained, and specifically the prototypes developed by the research groups attached to the faculty of natural sciences and engineering (IDENTUS and GIATPA) for academic and technological knowledge transfer from research and innovation towards the undergraduate programs. The prototypes were designed and built with a high content of automatic and control systems, computer-aided design CAD and mechanical design software.

In addition to the above, the faculty has a prototype lab where they have carried out the conception, design, implementation and operation (CDIO methodology) of engineering research projects. In this space, concentrate the prototypes, equipment, tools, information, databases, software, books and magazines, resources are tailored to promote comprehensive learning, connected and globalized world, where problems are proposed and discussed new technological projects or given existing continuity, through strategies such as degree work directed research mode.

The laboratory prototype multiple opportunities to promote learning and interaction between researchers and undergraduate students, which allows to increase the knowledge, competitiveness and skill of students, plus take advantage of all the goods and services offered by the university. In turn, students through the intermediary of researchers have a direct approach with producers and panela production chains, snuff and coffee, with whom he has a close relationship and who are the proponents of most projects developed and implemented in college, sponsored and financed by Colciencias and the Ministry of Agriculture and Rural Development. These dynamic training students about the reality of the technological needs and development of their profession.

Keywords: knowledge transfer; automation and control practices; conceive; design; implement; operate; CDIO

1. Introducción

La investigación realizada en la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería de UNISANGIL está ligada al sector productivo, dado que los ejes sectoriales proporcionan oportunidades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. Esto ha llevado a los grupos de investigación de la facultad a tener un posicionamiento y reconocimiento a nivel regional, departamental, y nacional, participando activamente en las cadenas productivas de panela, tabaco y café, para responder con las demandas técnicas y tecnológicas, y aportando al proceso de formación de los estudiantes.

El Grupo de Innovación y desarrollo tecnológico de IDENTUS, es un grupo que busca fomentar en UNISANGIL la transferencia de conocimiento obtenido a lo largo del tiempo, trabajo realizado por investigadores, docentes, estudiantes de posgrado y estudiantes de pregrado donde se han identificado oportunidades de innovación, aplicando ingeniería multidisciplinaria.

A través de la interdisciplinariedad con los programas académicos de Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Mantenimiento, Ingeniería Agrícola e ingeniería ambiental, se desarrollan proyectos en las líneas agroindustria, automatización de procesos, bioingeniería, instrumentación y control, gestión ambiental, que responden a las necesidades, problemas y oportunidades de orden tecnológico, científico y social de su entorno. De esta manera, con los resultados de investigación se generó una dinámica de uso tanto para los sectores productivos, estatales, como para la misma academia, es decir, transferir conocimientos tecnológicos que aporten al desarrollo local, nacional e internacional. Los resultados son prototipos financiados por estos mismos, en convocatorias de cofinanciación como Colciencias, Ministerio de agricultura y desarrollo rural, UNISANGIL y agendas de cadenas productivas.

En Santander, específicamente en la provincia de Guanentá, escenario de actuación de UNISANGIL, es posible reconocer la existencia y desarrollo de productos de alto nivel tecnológico e innovadores generados a partir de las investigaciones de jóvenes, quienes reflejan sus conocimientos en los buenos resultados obtenidos; lo cual ha dado cabida a nuevos empleos, a la generación de espacios para fomentar el conocimiento de los grupos de investigación, a propiciar el desarrollo de la región y a potencializar aún más el nivel tecnológico e innovador de dichos productos.

2. Productos de investigación

La utilidad que tiene los equipos productos de los grupos de investigación, el tiempo, los recursos invertidos y el reconocimiento que ha logrado, beneficia los procesos académicos y fomenta la difusión de los conocimientos. Las investigaciones desarrolladas han apropiado y adaptado nuevas tecnologías en el campo de la ingeniería. Los prototipos, contienen un alto contenido de sistemas automáticos y de control que están en relación con las rutas de profundización de los programas de ingeniería de la Facultad (Unisangil, 2012)

Los programas de Ingeniería en su plan de actualización e incorporación de resultados de investigación en sus currículos, han estructurado procesos de transferencia, con la finalidad de aplicar y difundir el conocimiento adquirido en sus procesos de investigación, el cual les permita formar profesionales competentes científicamente y tecnológicamente, capaces de adaptar, concebir e incorporar la ciencia y la ingeniería.

2.1. Prototipos

PULVERIZADORA DE PANELA. El equipo es un dispositivo electromecánico automatizado que permite realizar diferentes operaciones del proceso de pulverización, solucionando los problemas del batido de las mieles, homogeneización y clasificación por tamaño del grano, deshidratando miel de panela hasta un contenido de humedad adecuado para su almacenamiento, empaque y comercialización. El prototipo está compuesto por: un sistema de cinco palas sujetas a un mecanismo de biela, el cual desarrolla un movimiento horizontal de vaivén, este sistema se encuentra montado en una batea. La biela está sujeta a una excéntrica anclada a un motor encargado de mover el mecanismo de las cinco palas. El conjunto de batido: palas, biela, motor, se encuentra soportado por un sistema encargado de subir y bajar las palas cuando se va a desarrollar el batido en la batea. Dicha batea permite hacer un volteo para pasar al sistema de homogenizado. El proceso de homogenización se lleva a cabo en un dispositivo que cuenta con tornillos sinfín tipo cinta cada uno en sentido contrario al otro unidos en sus intersecciones, este sistema se encuentra dentro de una batea que de igual manera permite hacer un volteo para sacar el producto y ser tamizado para su posterior empaque. El sistema de homogenizado se mueve mecánicamente por la acción de un motor el cual cambia de giro cada 15 seg por un periodo de 1 min 30 seg. Dichos elementos son controlados por un sistema digital o tablero de control el cual permite visualizar cada una de las etapas, temperatura y tiempo del proceso. Para la visualización de los datos se emplea un PLC, el cual tiene incorporada una pantalla sensible al tacto para emitir órdenes al PLC

HOMOGENIZADORA. El prototipo Homogenizador es la segunda etapa del proceso de pulverización de panela. Aquí es donde se recibe el cristal o grano, para transformarlo en un producto pulverizado, completamente homogéneo. El homogenizador trabaja a partir del principio físico del separador ciclónico, que consiste básicamente en una tolva de alimentación (entrada de panela pulverizada, granulada o en terrones), un tornillo sin fin dosificador con velocidad controlada, sistema rotativo de disco doble y aspas concéntricas (en espiral) en dirección a las manecillas del reloj, una sección de tubo horizontal inferior, vertical ascendente y un colector cilíndrico que termina en una sección cónica, donde el flujo de material primario entra en la parte superior del ciclón y se mueve hacia abajo, depositando el material de mayor granulometría en una tolva cerrada al vacío, de capacidad 50kgs. El material de menor granulometría, es retirado por efecto del flujo secundario hacia el exterior y es recuperado por medio de un filtro o manga. El prototipo está compuesto por un motor de 5Hp para el movimiento del disco a 3000 rpm apróx., un motoreductor para el movimiento del tornillo sin fin dosificador de 0 a 60 rpm, y un tablero de control, donde se da inicio, parada, parada de emergencia, control de velocidad del tornillo dosificador y seguridad eléctrica.

El prototipo tiene una capacidad de procesamiento de 300kgs hora, con una humedad que oscila entre 1 y 2%. Adicionalmente en el equipo, se pueden realizar mezclas de productos o ingredientes alimenticios con panela, obteniendo como resultado un producto de textura suave y homogénea.

SECADOR DE PANELA PULVERIZADA POR INFRARROJOS. Debido a la higroscopicidad de la panela, la temperatura y la humedad relativa tienen gran influencia en su conservación. A medida que ocurre el daño en la panela por absorción de humedad, ésta se ablanda, cambia de color, disminuye la sacarosa y favorece la generación de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras. El sistema de secado se caracterizara por ser libre de gas o cualquier otro tipo de combustible y bajo consumo de energía, y se encargará de reducir en menos del 2% la humedad de la panela pulverizada. El sistema de secado propuesto, consiste en una bandeja rectangular de acero inoxidable, donde se deposita la panela pulverizada cubriéndola completamente con un espesor de 4mm, secando apróx 20kg en un tiempo programado o controlado desde un controlador lógico programable PLC con pantalla táctil. En esta pantalla, el operario

puede ingresar la temperatura y el tiempo deseado de secado. La escasa literatura encontrada, recomienda un secado de panela a una temperatura de 55°C, y el tiempo es dependiente de la cantidad a secar. El equipo esta soportado en una estructura metálica y como elemento fundamental está la lámpara de radiación infrarroja, que consiste en tres tubos de cuarzo de 2m de longitud que en su interior contienen cada uno una resistencia. Los tubos están soportados en una capsula alargada (campana semicircular) de aluminio que focaliza la radiación hacia la superficie de la lámina de acero inoxidable. La altura de la lámpara puede ser gradual dependiendo de la superficie expuesta. Para realizar el control de temperatura se dispuso de un sensor de temperatura ubicado sobre la lámina de acero inoxidable.

EMPAQUE STICK- PACK TRES VÍAS PARA PANELA PULVERIZADA. El prototipo de empaque de panela pulverizada de tres vías en Stick Pack, dosifica, llena, sella y corta bolsas tipo almohada (Stick Pack) a partir de una bobina de polipropileno biorientado. El control automático del proceso de empaque, se realiza con un PLC XBM DR16A, el cual monitorea y controlará las variables de dosificación, tiempos, temperatura del termosellado, velocidad de rodillos, volumen y presión del sistema neumático. Adicionalmente, el equipo cuenta con una interfaz hombre máquina HMI, touch panel MT6070IH, donde se registrarán las condiciones de operación del sistema, monitorización de las variables del proceso y control del mismo. El prototipo en condiciones de máxima operación, alcanzara un rendimiento de 120 empaques por minuto, equivalente a 60 Kg/hora. Cada una de las tres vías de empaque está compuesta por tres rodillos que suministran el material de empaque y una fotocelda que da la orden para realizar el corte de cada uno de los stick pack al pasar el indicador de corte; cada rollo de empaque tiene impreso un indicador de color negro que la fotocelda detecta y ordena el corte de cada tubo formado. El empaque es un polipropileno biorientado, este material es el más apto para el empaque de alimentos higroscópicos y el uso de material por empaque es mínimo. Cada tubo de stick pack utiliza un rectángulo (largo 100 mm y ancho 80 mm). El proceso de empaque se tiene un rendimiento de 90 a 120 empaques/min, es decir, entre 30 y 40 sobres por minuto por vía, sumando la cantidad de producto, equivale a 60 Kg/hora. El sistema de dosificación y suministro de material para empaque está controlado automáticamente para garantizar el suministro continuo de panela. El sellado de los sobres se realiza con una película de papel, la cual es halada por medio de un sistema regulable (tiempo, tensión, longitud, etc.) y la velocidad es controlada por el PLC, que permite “acelerar” y “desacelerar” según la velocidad del equipo y la fase de trabajo (parada y arrancada), con lo que se garantiza una longitud exacta y homogénea del stick pack durante toda la producción. El sistema de sellado cuenta con el sensor TL46-WL-815 (fotocelda multicolor). El sensor alcanza una frecuencia de conmutación de 30kHz. Adicionalmente, el sistema de sellado cuenta con una mordaza de sellado transversal que es guiadas por cilindros neumáticos independientes. La distancia entre mordazas es regulable, según el volumen seleccionado de panela. La barra de sellado transversal es activada neumáticamente mediante de regulación de presión. El sistema de adherencia y corte se realiza con una platina soldante de alta resistencia usado para material tipo polipropileno biorientado y cuchilla de corte de bolsa activado electrónicamente.

2.2. Informes de investigación

El objetivo de una investigación científica es la publicación del trabajo realizado. La única manera de verificar los nuevos conocimientos científicos es poner en conocimiento de la comunidad los resultados del trabajo científico realizado, a través de su publicación, para comprobar si los resultados mostrados son reproducibles o no (Barrientos, 2007).

Los informes de investigación representa el resultado final de los procesos de investigación, que en su momento fueron presentados y validados por Colciencias y las empresas beneficiarias de los prototipos. En ellos están contenidos:

- Información teórica de los procesos mejorados e implementados
- Planos mecánicos y eléctricos
- Modelos y simulaciones mecánicas y electrónicas
- Algoritmos de programación de los sistemas de control de los prototipos.
- Prototipos electromecánicos y automáticos.
- Artículos publicados en eventos y revistas técnicas.
- Manuales de funcionamiento, manuales de mantenimiento,
- Fichas técnicas.
- Fotografías de la evolución del proceso de diseño y construcción.
- Recomendaciones técnicas para futuros trabajos relacionados

Los anteriores componentes fueron esenciales para el diseño de las prácticas de laboratorio en automatización, en la facultad de ciencias naturales e ingeniería.

3. Diseño de prácticas de laboratorio

Con las prácticas se pretende aprovechar los productos obtenidos, y específicamente los prototipos desarrollados por los grupos de investigación adscritos a la facultad de ciencias naturales e ingeniería (IDENTUS) con fines académicos y de transferencia de conocimientos tecnológicos desde investigación e innovación hacia los programas de pregrado. Los prototipos se diseñaron y construyeron con un alto contenido de sistemas automáticos y de control, diseño asistido por computador CAD y software de diseño mecánico.

Las guías o prácticas de laboratorio automatización y control bajo la metodología CDIO, se diseñaron en una estructura de cuatro módulos fundamentales, estos son:

- Componente teórico, donde se realiza la descripción técnica y tecnológica del proceso productivo. En este mismo se explica detalladamente los principios y funcionamiento de los prototipos teniendo como soporte los productos obtenidos y presentados en los informes de investigación.
- Componente Mecánico: Cada prototipo posee elementos mecánicos diseñados y construidos a partir de las necesidades de cada proceso. Los estudiantes en el desarrollo de las prácticas, tomarán medidas físicas (estáticas y dinámicas) para interpretar el funcionamiento de los equipos.
- Componente eléctrico y de potencia: A partir de los manuales y fichas técnicas de los prototipos, los estudiantes podrán medir, corroborar y explicar la información de las variables eléctricas en el funcionamiento, atendiendo a las posibles variaciones en los procesos desde el sistema de control.
- Componente de control y automatización: de acuerdo con el funcionamiento de cada prototipo, los estudiantes tendrán la posibilidad de generar nuevos algoritmos de control y visualización de las variables para cada proceso.

4. Distribución espacial para el desarrollo de prácticas

La facultad cuenta con un laboratorio de prototipos donde se han llevado a cabo la concepción, diseño, implementación y operación (metodología CDIO) de los proyectos de investigación en ingeniería. En este espacio, se concentran los prototipos, equipos, herramientas, información, bases de datos, software, libros y revistas; recursos muy apropiados para favorecer el aprendizaje comprensivo, relacionado y globalizado, donde se proponen y discuten problemas nuevos proyectos tecnológicos o se da continuidad a los existentes, a través de estrategias como trabajo de grado en modalidad de investigación dirigida.

El laboratorio de prototipos favorece múltiples oportunidades de aprendizaje e interacción de los investigadores con los estudiantes de pregrado, el cual permite incrementar el conocimiento, la competitividad y destreza de los estudiantes, además de aprovechar al máximo todos los bienes y servicios que ofrece la universidad. A su vez, los estudiantes mediante la intermediación de los investigadores, tienen un acercamiento directo con los productores y las cadenas productivas de panela, tabaco y café; con quienes se tiene una estrecha relación y quienes son los proponentes de la mayoría de proyectos que se formulan y ejecutan en la facultad, auspiciados y financiados por Colciencias y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Esta dinámica de formación acerca a los estudiantes a la realidad de las necesidades tecnológicas y al desarrollo de su profesión

4.1. Metodología CDIO

CDIO es la abreviatura de *Concebir – Diseñar – Implementar – Operar*. Es un marco educativo innovador dirigido a producir la próxima generación de líderes de ingeniería. La industria se beneficia de la Iniciativa CDIO porque produce ingenieros con los conocimientos, el talento y la experiencia que necesita específicamente. Los educadores se interesan porque el programa de estudios de la Iniciativa CDIO sienta las bases de una planificación curricular y de resultados basados en evaluaciones que se pueden adaptar a todas las escuelas de ingeniería. Los estudiantes son entusiastas porque se gradúan con una gama de experiencias personales, interpersonales y de formación de sistemas sin paralelo que les permite sobresalir en equipos reales de ingeniería y producir nuevos productos y sistemas. (CDIO, 2004)

La reforma a la enseñanza de la ingeniería según la metodología CDIO se basa en una intervención en la ingeniería que pretende dar a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentar de manera innovadora y flexible los problemas complejos de la sociedad.

A partir de esta concepción, se creó el laboratorio de prototipos, como sitio para el diseño y construcción de los prototipos obtenidos en investigación. Luego de finalizar, probar, y validar los prototipos con los sectores productivos, que para el caso de la panela pulverizada se realizó en diferentes trapiches de la región, las máquinas quedaron a disposición de productores para realizar maquilas de productos y para constantes pruebas y mejora por parte del grupo de investigación.

El diseño del laboratorio basado en la Metodología CDIO, contará con un espacio de 210 m² ubicado en la sede de Investigación de UNISANGIL, el cual será distribuido en 4 zonas principales así: Zona de Prototipos, administración, centro de diseño y Centro de documentación; espacios que serán adecuados para organizar los equipos de laboratorio y prototipos de los grupos de investigación, así como bases de datos, software, libros y revistas, herramientas e insumos, dándole utilidad máxima a las instalaciones para el acondicionamiento en las áreas de trabajo de estudiantes, docentes e investigadores. La participación activa de todos dará resultados apropiados según la metodología de reforma a la enseñanza académica, encontrando estrategias en los campos de participación universitaria y desarrollo intelectual.

Zona de Prototipos. Este espacio de carácter esencial, cuenta con 100 m² en los cuales se agruparán los prototipos, equipos, herramientas manuales, herramientas eléctricas y demás, las cuales brindarán al estudiante el apoyo necesario para la puesta en práctica de la academia, donde los docente podrán interactuar con los estudiantes, evidenciar el correcto aprendizaje y evaluar así los conocimientos previos, creando en él soluciones a los problemas industriales; a su vez generando proyectos de investigación mitigando el miedo a hacer parte de los grupos de investigación y de llevar a cabo nuevos retos entre la universidad y la industria.

Administración. Para la organización de la administración el laboratorio contará con una estructura que permita el correcto desempeño, el control y desarrollo de la ingeniería basado en métodos correlacionados con la facultad y sus grupos de investigación.

Centro de diseño. Es este espacio se contará con equipos de cómputo, software de diseño, modelado y simulación, de procesos mecánicos, electrónicos y de automatización.

Centro de documentación. En este espacio dedicado a la lectura, según la Metodología CDIO se debe agrupar libros revistas, catálogos, bases de datos, proyectos de investigación e innovación, memorias, libros digitales, etc., que permitan consultar de manera profunda y en enfatizar en diversos temas que ayuden a colocar en práctica en el laboratorio los conocimientos transferidos desde el aula.

Con base en estos espacios, se propone la distribución de espacios, permitiendo así, la articulación de las prácticas de las asignaturas, laboratorios y proyectos académicos que creen en el estudiante un desafío por apersonarse de la aspiración que tiene y de la problemática que el mundo actual tiene con respecto a la necesidad de ingenieros conocedores de los problemas industriales.

5. Conclusiones

Los resultados de investigación generaron una dinámica de uso tanto para los sectores productivos, estatales, como para la misma academia, es decir, transferir conocimientos tecnológicos que aporten al desarrollo local, nacional e internacional; y tal vez lo más importante es: estudiantes motivados a ser ingenieros.

A partir de los 12 estándares que establece CDIO, se diseñaron las prácticas de laboratorio y la infraestructura del laboratorio, contando con material y herramientas idóneas para el desarrollo ingenieril, buscando así contribuir a la academia y a la formación de nuestros estudiantes. Todo esto conllevará a una gran pertinencia educativa, entendiendo las nuevas maneras de desarrollo en la universidad, en lo científico e investigativo.

El laboratorio de prototipos favorecerá múltiples oportunidades de aprendizaje e interacción de los investigadores con los estudiantes de pregrado, el cual permite incrementar el conocimiento, la competitividad y destreza de los estudiantes, además de aprovechar al máximo todos los bienes y servicios que ofrece la universidad.

6. Referencias

- Barrientos, J. (2007). “Guía para la presentación del informe de investigación científica”. Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas. México, pp. 4.
- Benavente, H. (2008) “The agreement of know how or of provision of technical knowledges: appearances to ser considered for his regulation normative”, *Ius et Praxis*, vol.14, n.2, pp. 407-457,. [Online]. Available: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-00122008000200012&lng=es&nrm=iso
- CDIO, (2004). “12 CDIO Standards” Disponible en: <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>
- Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, UNISANGIL (2004-2013).
- Identus (2012), “Grupo de innovación y desarrollo tecnológico-identus” (2012) [en línea], disponible en: http://unisangil.edu.co/unisangil/hermesoft/portallG/home_1/recursos/documentos/c_descargas/17052012/identus.pdf
- Jaime, A. (2010) “De la Teoría a la Práctica de Conocimiento de la Universidad a la Empresa”, disponible en: <http://www.academia.edu/805845/De-La-Teoria-a-La-Practica-De-La-Transferencia-De-Conocimiento-De-La-Universidad-a-La-Empresa>
- Zuleta, J. (2011) “Integración del conocimiento en la transferencia de tecnologías de la universidad a la empresa”. *Revista científica avanzada* vol. 14 n. 3, [Online]. Available: <http://avanzada.idict.cu/index.php/avanzada/article/view/340/326>

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)