



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

# INTEGRACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MATERIALES A LA FORMACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL A TRAVÉS DE LA ÓPTICA DE LOS SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Alejandro Martínez, Diana Patricia Barreneche Sarmiento

Universidad de Santander  
Bucaramanga, Colombia

## Resumen

Las tendencias mundiales en la formación en ingeniería muestran que la investigación es un elemento importante para que el ingeniero sea capaz de crear, innovar, desarrollar y ejecutar. Esto debe ir acompañado de una fuerte formación en ciencias básicas como Física, Matemática, Química, inclusive Biología. Ejemplo de éxito es el Instituto Tecnológico de Massachusetts que en los cursos básicos ofrecen mecánica cuántica y nano materiales entre otros porque desde hace varias décadas son convencidos que nos enfrentamos a una nueva revolución industrial en donde el conocimiento tiene un gran valor.

Esta perspectiva debe ser tomada en cuenta por los países en vía de desarrollo para dar el salto a la modernidad en todo el sentido literal y dejar de formar estudiantes de salón que salen al mundo laboral solo a procurar un trabajo.

En este sentido Colombia está implementando nuevas políticas para incentivar y formar ingenieros con una fuerte base en la investigación e innovación, con el apoyo a los semilleros de investigación que son grupos de estudiantes liderados por tutores para guiar en los primeros niveles el camino por el conocimiento y la investigación.

En este trabajo se muestra la experiencia del semillero de investigación GIDSE del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santander, el cual está trabajando con proyectos de materiales para el almacenamiento de hidrógeno para ser usado como alimentador de pilas o baterías a combustible en un primer paso se hace un estudio experimental de diseño y caracterización de las aleaciones que cumplen con estándares y la segunda fase es proponer una ruta de producción que ofrezca los mejores costos-beneficios. En esta vía se ve como se integra la formación en materiales a la formación del Ingeniero Industrial donde la alineación en Ciencias Básicas juega un papel muy importante.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en problemas; innovación; economía del hidrógeno

## Abstract

Global trends in engineering education show that research is an important step that the engineer is able to create, innovate, develop and execute element. This should be coupled with a strong background in basic sciences like Physics, Mathematics, Chemistry, Biology inclusive. Successful example is the Massachusetts Institute of Technology that offers courses in basic quantum mechanics and nano materials among others because for decades are convinced that we face a new industrial revolution where knowledge is invaluable.

This perspective should be taken into account by the developing countries to make the leap to modernity around the literal sense and stop living form students who leave the workforce only to seek a job.

In this sense Colombia is implementing new policies to encourage and train engineers with a strong base in research and innovation, support for seed research groups of students are led by tutors to guide in the early levels the way knowledge and research.

This work experience hotbed of research GIDSE Industrial Engineering Program at the University of Santander, which is working with draft materials for storing hydrogen for use as feeder cells or batteries to fuel initially shown step an experimental study design and characterization of alloys that meet standards and the second phase is to propose a production route that offers the best cost-benefit is. In this way it looks like training materials training industrial engineering where the alignment in Basic Sciences plays a very important role is integrated.

**Keywords:** problem-based learning; innovation; hydrogen economy

## 1. Introducción

En los inicios de este siglo XXI los avances tecnológicos y una economía centrada en el conocimiento, principalmente el uso de las tecnologías de la información han logrado una rápida integración mundial con unos cambios profundos en todos los cimientos de la sociedad moderna (Gonzales, 2006).

Es necesaria la modernización de los programas de ingenierías ante las nuevas exigencias que permitan a los futuros profesionales desempeñarse en diferentes campos de sus habilidades propias en el uso de sus competencias.

Popularmente se conoce a la ingeniería industrial como “un mar de conocimiento con un centímetro de profundidad” por tanto es fundamental la especialización de los futuros ingenieros en el área en que se van a desenvolver.

Según (R. C. Vaughn, 1985) bajo criterios que se presenta hasta estos momentos, la Ingeniería Industrial se preocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados por personas, materiales, equipos y energía. Aplica sus conocimientos y técnicas especializadas basadas en la matemática, física, las ciencias sociales, junto con los principios y métodos de análisis y el diseño de la ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas que trata sobre el diagnóstico, diseño, mejora, organización e implementación de los sistemas integrados por hombres, materiales, máquinas, información y tecnologías dedicadas a la producción de bienes y/o servicios protegiendo el medio ambiente.

Actualmente los retos modernos exigen una formación integral porque cada vez más la innovación y la solución de problemas son vitales para que las empresas perduren ante los pasos agigantados del desarrollo moderno basado en el conocimiento.

En esta vía la integración de la Ingeniería Industrial con otras ingenierías desde tempranas etapas del proceso enseñanza aprendizaje y principalmente en los cimientos de la investigación brindan una amplia gama de perspectivas de soluciones cuando se enfrenten a su vida laboral.

La ciencia de los materiales implica investigar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades capaces de solucionar un problema. (William D, 2007)

En este trabajo se muestra la experiencia del semillero de investigación GIDSE del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santander, el cual está trabajando con proyectos de materiales para el almacenamiento de hidrógeno para ser usado como alimentador de pilas o baterías a combustible en un primer paso se hace un estudio experimental de diseño y caracterización de las aleaciones que cumplen con los estándares mínimos para ser usados

## 2. Desarrollo del proyecto

En la Universidad de Santander se encuentra el semillero de investigación Grupo de Investigación en Desarrollo Sostenible Energético (GIDSE) adscrito a la Escuela de ingeniería Industrial donde el principal objetivo es sembrar la cultura de la investigación en tempranos ciclos del aprendizaje.

Es bien sabido que los actuales retos tecnológicos requieren que las empresas, universidades y países desarrollen e innoven productos y procesos para ser más competitivos en un mundo que evoluciona a pasos agigantados y es la investigación el pilar fundamental. Es en este sentido que se necesitan nuevos profesionales capaces de proponer y brindar soluciones a diversos problemas que se presenten en su entorno laboral.

El grupo GIDSE está incursionando en un nuevo campo mundial que se llama “la Economía del hidrógeno” es un término usado para identificar al hidrogeno como un nuevo vector energético capaz de revolucionar completamente nuestra visión de las energías renovables (DOE, 2004). Muchos países industrializados le apuntan a esta nueva forma de energía. Los Estados Unidos, Japón Alemania y en Sur América Brasil están invirtiendo fuertes sumas de dinero para lograr los objetivos en corto plazo.

Uno de los objetivos fundamentales es el que el hidrogeno alimente a las células o pilas a combustible para ser aplicados en el uso de carros los cuales deben ser más eficientes y principalmente amigos del medio ambiente, se estima que el 40% de la producción de petróleo es usada en la conversión a gasolina.

La economía del hidrogeno necesita de tres aspectos importantes para su desarrollo que son la producción, el almacenamiento y transporte. En la producción es necesario usar fuentes alternativas para producir la electrolisis y así abaratar los costos. Otro tema importante es el almacenamiento los métodos actuales están centrados en tanques presurizados y almacenamiento en bajas temperaturas los cuales son hasta ahora inseguros y costosos (Zuttel, 2007).

De otra parte el almacenamiento en el estado sólido bajo la base de hidruros metálicos que son básicamente compuestos que pueden almacenar hidrogeno en forma gaseosa en grandes cantidades y de forma segura se vislumbra como una solución para su uso (Andrews, 2012).

En este aspecto estamos trabajando con GIDSE en la propuesta de innovar en un nuevo tipo de aleación que cumpla con los requisitos establecidos, cabe resaltar que este proyecto cuenta con financiación de COLCIENCIAS para su ejecución y con la colaboración de la Universidad Federal de Rio de Janeiro.

En una primera etapa se debió estudiar las diferentes características en cuanto a su estructura y termodinámica de los elementos a investigar Titanio, Cromo, Vanadio, Zirconio para proponer una nueva aleación. Se partió de una aleación con buenas características como  $TiCr_{1.1}V_{0.9}$  que puede almacenar grandes cantidades de hidrogeno a temperatura ambiente alrededor de 3.6 % en peso de  $H_2$  como es observado en la figura 1.

Las aleaciones fueron fundidas en un horno a arco que alcanza temperaturas entre los 1000 °C y 3500 °C

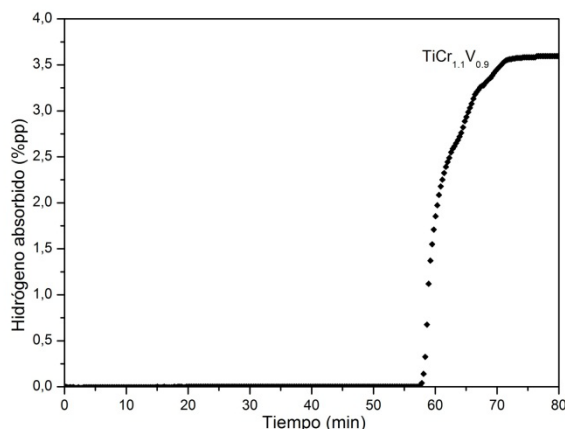
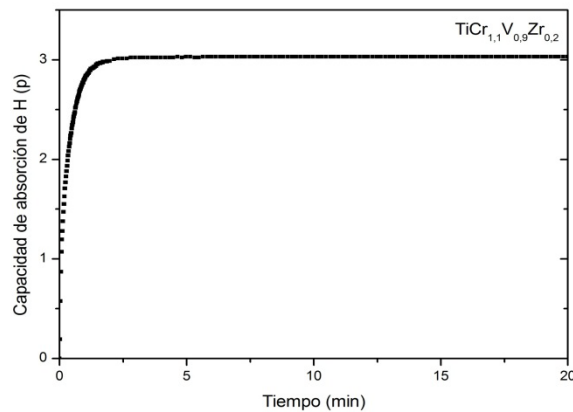


Figura 1. Gráfico de captada de hidrogeno absorbido versus tiempo, de la aleación  $TiCr_{1.1}V_{0.9}$

La idea es disminuir los tiempos de absorción de hidrógeno a lo cual se le llama cinética de absorción ya que esta presenta un tiempo muy largo de 57 minutos para absorber el hidrógeno como es mostrado en la figura 1 esto es debido principalmente a la capa de óxido presente en la aleación y la cual es estable a muy altas temperaturas.

La cantidad de hidrógeno absorbido se mide con un dispositivo tipo Sieverts que básicamente mide diferencias de presión cuando la muestra comienza el proceso exotérmico de absorción.

Se adicionó Zr debido a su afinidad por el hidrógeno y se creó una nueva aleación  $TiCr_{1.1}V_{0.9}Zr_{0.2}$  cuya curva de absorción se muestra en la figura 2.



Según los resultados se muestra una rápida reacción de absorción y esto es debido a la afinidad del hidrógeno que actúa como catalizador (Martínez *et al*, 2012), no obstante la capacidad de absorción disminuye esto se puede asociar con la creación de una segunda fase que presente en la aleación llamada fase de Laves la cual no permite la abundancia de la otra que es de estructura centrada en el cuerpo y es la que más hidrógeno puede absorber este fenómeno se presenta en otros tipos de aleaciones con las mismas características.

Este resultado es promisorio porque se tiene una nueva aleación que se cuenta con una rápida cinética de absorción de hidrógeno.

Desde el punto de vista del proceso enseñanza aprendizaje se le dio una visión diferente a los estudiantes de Ingeniería Industrial en cuanto a investigación y desarrollo de un nuevo producto. Adquirieron competencias investigativas aplicando el método científico, tomaron experiencias de otras universidades y artículos científicos de gran impacto internacional los cuales se encuentran en el idioma inglés. Aprendieron a analizar este tipo de literatura científica a buscar bases de datos muy importantes como Scopus y Elsevier, concientizándolos en la importancia de la información.

Aprendieron a analizar varias técnicas experimentales y a analizar los resultados desde el método científico. Esto debe servirles de base para su formación profesional principalmente adquiriendo destrezas y habilidades en la consecución de soluciones a diferentes problemas que se le presenten y algo muy importante son las bases para que este grupo de estudiantes sean los futuros jóvenes investigadores que necesita el país.

### 3. Conclusiones

Este proceso enriquecedor de formar a los estudiantes de semilleros de investigación permite el desarrollo y la consecución de varios logros entre los que se destacan:

- Propiciar un ambiente investigativo a partir de problemáticas tangibles.
- Proponer y buscar soluciones innovadoras a diversas situaciones problemas.
- Aplicar de forma sistemática la aplicación del método científico reflejado en diseño y análisis experimental
- Aprender a analizar artículos científicos escritos en inglés fundamentales en el desarrollo del proyecto
- Aprender diversas técnicas experimentales y su posterior análisis de los resultados.

- Sembrar en los estudiantes las bases de la investigación para que sean ellos las futuras semillas del conocimiento al que le apuesta la sociedad.

#### 4. Referencias

- Andres, w and Shabani, B (2012). Re-envisionig The Role of Hydrogen in a Sustainable Energy Economy. International Journal of Hydrogen Energy, Vol 34, pp.390-396.
- DOE (2004). DOE, Hydrogen program, FY 2004. Annual Progress Report. U.S. Departmet of Energy, Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Program, Washington.
- Gonzales Riesco Manuel (2006). El Negocio es el Conocimiento. Ediciones Dias de Santos, Madrid, España., pp.275
- Martínez, A and D.S. dos Santos (2012). Influence of the Substitution of V by Nb in the structure and properties of hydrogen absortion/desorption of the  $TiCr_{1.1}VO.9$  alloy. Journal of alloy and compounds Vol 536S, pp. S231-S235.
- R. C. Vaugh. Introduction to Industrial Engineering. Thirt Edition. The Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010, U.S.A ., pp 475
- William D. Callister, (2007). Materials Science Engineering An Introduccion. Third Edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A.
- Zuttel Andreas (2007) Hydrogen storage and distribution system. Mitig Adapt Strat Globe Change, Vol 12, pp. 343-365

#### Sobre el autor

- **Alejandro Martínez.** Licenciado en Física y Matemáticas, Magister en Física y PhD en Ingeniería Metalúrgica y de Materiales
- **Diana Patricia Barreneche Sarmiento.** [barreneched@gmail.com](mailto:barreneched@gmail.com)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)