



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

## FORMANDO PARA INNOVAR Y TRANSFORMAR DESDE LA ESCUELA DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Liliana Franco Giraldo, Julián Aguirre Vélez, Carlos F. Arboleda Hurtado, Margarita E. Ramírez  
Carmona, Carlos Ocampo López

Universidad Pontificia Bolivariana  
Medellín, Colombia

### Resumen

Actualmente, los procesos generados a partir de la ingeniería que dan como resultado ciencia, tecnología e innovación son fundamentales para la generación de riqueza y desarrollo económico de las regiones y los países. Es por ello que la ingeniería se convierte en un pilar fundamental que sirve como base para la educación integral de las personas y como herramienta clave para la generación de empleo, aumentando el bienestar y ayudando a la disminución de la pobreza por medio del desarrollo de productos prácticos aplicados a diferentes espacios de la sociedad.

La Universidad Pontificia Bolivariana se ha concentrado en convertir la educación en investigación y esta última en innovación. La Facultad de Ingeniería Química emplea una metodología que incentiva la formación investigativa y la generación de conocimiento. Para realizar estos procesos, se ha creado un sistema de investigación, transferencia e innovación bajo la premisa *innovar para transformar*, impactando 81 grupos de investigación y aproximadamente 10.000 estudiantes, basado en modelos de innovación abierta y de gestión del conocimiento, buscando que los resultados de generación de conocimiento en aulas y grupos de investigación impacten la sociedad.

Las estructuras de conocimiento (semilleros y grupos de investigación, centros e institutos) de la Escuela de Ingenierías de la Universidad tienen mayor producción científica y tecnológica en comparación con otras escuelas. A diciembre de 2011, contaba con cuatro patentes en trámite, dos nacionales y dos internacionales. Adicionalmente, desde marzo de 2013, cuenta con dos patentes de invención. La estrategia empleada en esta Escuela es la metodología denominada Comunidades de Práctica, que propende por el intercambio de conocimiento y experiencias iniciando desde las aulas de clase.

En este contexto, la Universidad viene implementado un sistema de gestión de la innovación que considera que la generación, fortalecimiento y consolidación de capacidades asociadas a este tema deben ser una prioridad que implica enfrentarse a un modelo que considera la innovación como un evento espontáneo y

poco sistémico hacia otro que privilegie la coherencia de procesos, desde la idea hasta su transferencia teniendo en cuenta situaciones culturales y de contexto para obtener resultados que generen impacto y transformaciones en la sociedad.

**Palabras clave:** innovación; transferencia de conocimiento; gestión de la tecnología; comunidad de práctica

### **Abstract**

*Nowadays, the processes generated from engineering which give the result science, technology and innovation are fundamental to produce wealth and economic development of regions and countries. That is why engineering becomes a mainstay that serves as the basis for integral education of the people and as a key tool for generating employment, increasing well-being and helping to reduce poverty through the development of practical products applied to different areas of society.*

*The Pontificia Bolivariana University has focused on transforming education in researching and this second one in innovation. The Faculty of Chemical Engineering uses a methodology that encourages research training and knowledge generation. to solve these processes, the Faculty has created a system of research, transfer and innovation under the premise innovate to transform, impacting 81 research groups and about 10,000 students, based on models of open innovation and knowledge management, searching that these results of generation of knowledge in classrooms and research groups impacting society.*

*Knowledge structures (seedbed projects and research groups, centers and institutes) from the School of Engineering of the University have more scientific and technological production compared to other schools. Until December 2011, it had four patents pending, one national and two international. Additionally, since March 2013, it has two patents in invention. The strategy used in this School is the methodology called Communities of Practice, which aims for the exchange of knowledge and experiences starting from the classroom.*

*In this context, the University is implementing a system of innovation management which considers that the generation, strengthening and consolidate capacities, associated with this issue, should be a priority that includes confronting to a model that considers innovation as a spontaneous event and less systematic to one that favors coherence process, from idea to transfer, considering cultural and contextual situations to obtain results that generate impact and changes in society.*

**Keywords:** innovation; knowledge transfer; technology management; community of practice

## **1. Introducción**

Las nuevas exigencias del entorno y la necesidad de ser cada vez más competitivo e innovador, han promovido mejores prácticas a la hora de formar a los profesionales en diferentes áreas. La Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), como institución de docencia con énfasis en investigación e innovación, ha aceptado este reto y trabaja permanentemente en la formación de profesionales competentes, que impacten y transformen positivamente su entorno laboral, social y familiar (UPB, 2009).

Conscientes de ello, su modelo curricular y pedagógico ha sufrido ajustes a lo largo de su implementación. Como resultado de esto, se evidencian nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, donde la forma y estrategias para que fluya el conocimiento y se difunda, desde la generación de nuevas ideas hasta la materialización en un producto con alto valor agregado con potencial en el mercado o la creación de una empresa basada en conocimiento, debe permear todas las instancias de la comunidad académica (Carter, 2001).

La identificación de nuevas y mejores metodologías y el uso de tecnologías más acordes con la formación que debe recibir un estudiante universitario resulta fundamental para determinar en el perfil del futuro egresado (Allgood, 2001). Entendido de este modo, la innovación educativa se concibe como la mejor alternativa para enriquecer el desempeño tanto del docente como del alumno, haciendo un uso óptimo de las aulas como espacios que, además de aprendizaje, favorezcan la creatividad y el intercambio de conocimiento.

De allí se deriva la implementación de las comunidades de práctica en la Escuela de Ingenierías de la UPB, como metodología de gestión del conocimiento usada para promover la innovación desde los proyectos de aula. Se definirá la forma de implementación, casos exitosos y sugerencias que se deben tener en cuenta para una adecuada implementación de esta metodología.

## 2. ¿En qué consiste el Sistema de Investigación, Transferencia e Innovación de la UPB?

Transmitir, generar y transferir socialmente el conocimiento, son las funciones básicas de toda universidad y por consiguiente las de la UPB. La investigación es la búsqueda del conocimiento; la enseñanza, su comunicación o transmisión, y la transferencia, su aprovechamiento social. Actualmente la colaboración regional e internacional se ha asumido también como una de las funciones sustantivas de las universidades (Aguirre & Arboleda, 2012) (U. de A., 2012).

Bajo este marco de actuación la Universidad diseña e implementa un Sistema para la Gestión de la Investigación y la Transferencia de conocimiento bajo el lema de “**Innovar para Transformar**” y como respuesta al nuevo contexto de globalización económica, revolución científico-tecnológica, la toma de conciencia de los países en desarrollo y su compromiso institucional de contribuir al desarrollo local, regional y nacional (UPB, 2011).

A partir de la identificación de oportunidades y necesidades en el medio, se genera y transfiere conocimiento para la transformación social y humana mediante soluciones novedosas de futuro con beneficio social y económico. El Sistema de Investigación, Transferencia e Innovación se sustenta sobre el marco de los valores operativos desde la dimensión académica e investigativa de la UPB. Toda esta estrategia es operada por el Centro de Investigación para el Desarrollo y la Innovación (CIDI), creado hace 45 años, dando un lugar prioritario a la investigación como un macroproceso de valor que propicia la profundización del conocimiento y su transferencia, y contribuye al desarrollo del entorno social y empresarial a partir del fortalecimiento de las alianzas con los sectores social y productivo, la empresa y el Estado. (Arboleda C. F., 2011)

La investigación y la innovación son argumentos fundamentales en el proceso de desarrollo de la Universidad. Con esta intencionalidad cada grupo logra su crecimiento y desarrollo estratégico a partir de una orientación de las líneas de investigación, en consonancia con los planes regionales y nacionales de

ciencia y tecnología, y con los programas internacionales de cooperación para la investigación (Arboleda C. F., 2011).

Es un compromiso de presente y futuro, ser una institución destacada en el medio universitario por realizar investigación aplicada desde los principios del Humanismo Cristiano y en aporte a la transformación social y humana. Es así como la Universidad establece programas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo, denominados focos. Dichos focos fueron definidos por la Universidad y comprenden cinco áreas: TIC, Energía, Salud, Agua Alimentos y Territorio, y Cultura y modos de relación (UPB, 2011).

El Sistema de Investigación, Transferencia e Innovación, está estructurado por catorce programas: gestión al día y control interno, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, propiedad intelectual e inmaterial, valoración transferencia de conocimiento, creación de empresas de base tecnológica, gestión de proyectos, formación investigativa, fortalecimiento investigativo, redes de conocimiento, divulgación científica, uniempresa, mercadeo de la oferta científica y tecnológica, UPB innova y resultados de valor (ver figura 1).



Figura 1. Sistema de Investigación, Transferencia e Innovación.

Los catorce programas potencializan y fortalecen la investigación y la transferencia. Cada programa del sistema se especializa en diferentes herramientas de la gestión de la innovación y todos están involucrados con todas las tecnologías, ya que cada uno las aborda desde diferentes perspectivas y en diferentes momentos, dependiendo del grado de madurez de la misma. Cada programa tiene un líder que soporta su correcta operación; sin embargo, algunos programas cuentan con un equipo de apoyo, en la mayoría de casos académico, conformado por expertos en el tema.

La UPB la transferencia de tecnología como la forma de contribuir de manera activa y decidida a que el conocimiento generado al interior de la Institución, se transforme en riqueza y variable de crecimiento, productividad y competitividad para el entorno y el País. A partir de la identificación de las necesidades y oportunidades en el medio, la Universidad ofrece una propuesta de valor al sector social y productivo. Esto se realiza con una oferta científica y tecnológica en diferentes áreas de conocimiento, con lo cual se contribuye al mejoramiento de los indicadores de desarrollo y productividad de la región y el país.

En general, el proceso de transferencia de una tecnología al medio comprende las siguientes etapas: la Gestión de las Ideas, del Desarrollo y de los Nuevos Negocios (ver gráfico 1). Estas etapas son desarrolladas por el programa UPB Innova, quien alinea todos los programas del sistema y busca levantar la trazabilidad de la generación, gestión, captura, almacenamiento y transferencia de conocimiento de la Universidad, desde la aparición de las ideas que se dan en las aulas de clase y en otros ambientes de la comunidad universitaria hasta la materialización de resultados que impactan a la sociedad.

### **3. ¿Cómo se vincula la Escuela de Ingenierías?**

Conscientes de que la Escuela de Ingenierías presenta una mayor producción científica comparada con las otras escuelas de la Universidad, fue necesario establecer nuevas metodologías que ayudaran a la generación, intercambio y gestión del conocimiento. Específicamente, la Facultad de Ingeniería Química ha implementado una metodología de gestión del conocimiento denominada Comunidades de Práctica, de acuerdo con el libro Manual para crear y gestionar comunidades de práctica de “Marketingunea”, como “la célula básica de la creación de conocimiento, porque en ellas se produce el acto natural de la mejora y la innovación intrínseco a la naturaleza humana y donde si se dan condiciones, se innova, y como algo inevitable, se aprende” (Arboniez Ortiz, 2007), con resultados especialmente útiles y pertinentes toda vez que facilita el intercambio de conocimiento, con múltiples ventajas: motiva a sus integrantes y evidencia la coherencia entre el saber y el hacer.

### **4. ¿Qué son las Comunidades de Práctica?**

En algunos casos, la innovación es definida como la generación de nuevas ideas o algo nuevo y su implementación en un contexto determinado (Van de Ven, 1986) (Escorsa & Valls, 1997). En este sentido, la metodología de las Comunidades de Práctica que utiliza la Universidad a través de su programa UPB Innova, articula una serie de actividades que hacen posible la constante generación de ideas y su implementación, con el objetivo de resolver problemas o atender situaciones concretas del mundo real. En miras de alcanzar esto, se propende por favorecer ambientes de aprendizaje y acción articuladamente para estimular y llevar a cabo la innovación. Todo lo anterior fundamentado en los pilares que gobiernan las políticas de la Universidad y que formalizan sus procesos de generación, apropiación y transferencia del conocimiento.

Para esta experiencia se utiliza una metodología que busca la participación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, de forma que no sea solo un receptor de conocimientos, sino que construya sus saberes en cooperación con los demás miembros de la comunidad académica de la Universidad (incluyendo docentes, investigadores, estudiantes, egresados) a través de lo que se denomina Comunidades de Práctica (Figura 2). Se trata de un modelo caracterizado por el trabajo multidisciplinar, donde desde el inicio los estudiantes no solo trabajan en los temas técnicos referentes a cada asignatura electiva (“Elaboración de Cervezas, Vinos y Licores” y “Elaboración de productos de Aseo y Cosméticos” en este caso), sino que

complementan sus clases con soportes prácticos y conceptuales de otras facultades en temas como Diseño de Empaques, de Imagen Global de Marcas, Propiedad Intelectual, Planes de Negocio y Estandarización Química (Arboleda, y otros, 2011).

Esta metodología de trabajo, permite que el estudiante se sienta parte esencial de su proceso formativo, propiciando ambientes favorables para la generación, intercambio y gestión del conocimiento. Esto permite egresar profesionales más competentes en un entorno laboral y con capacidades para el desarrollo de innovaciones, generando visibilidad y rentabilidad, tanto para los estudiantes como para la Universidad, quien en este último caso, reinvierte estos recursos para la formación de talento humano, proyectos de investigación y el mejoramiento de infraestructuras para la investigación.

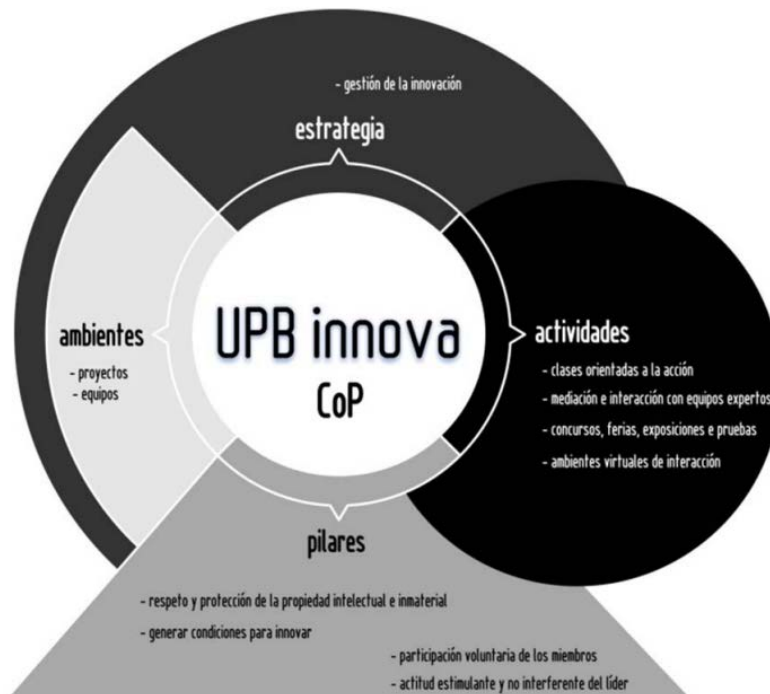


Figura 2. Metodología de trabajo en las Comunidades de Práctica de la UPB

## 5. Principales resultados

Los resultados de los proyectos de aula fueron evaluados desde dos perspectivas, una académica y otra comercial, mediante un escrutinio en el marco de una feria que se realizó al final del semestre con todos los productos obtenidos (vinos, cervezas, licores y cosméticos). Esta feria fue abierta para la comunidad académica de la Universidad e incluyó la exposición de los productos obtenidos, con su marca y envase, los cuales fueron evaluados por jurados externos a la Universidad y expertos en los temas quienes emitieron un veredicto y determinaron los ganadores.

Esta actividad se consideró como la primera prueba concepto del producto y permitió la evolución del concepto/idea, a una materialización del producto. Adicionalmente permitió la confrontación de los equipos con un público, ayudándoles a delimitar sus alcances y expectativas en lo que se puede entender como un

primer filtro del proceso de gestión de la innovación, donde se inició un filtro que fue necesario para contribuir a disminuir los riesgos e incertidumbres que se presentarán si se logra llegar al mercado.

Para un exitoso desarrollo de las comunidades de práctica, se requiere de la contribución de diferentes disciplinas, por esta razón se trabajó desde dos enfoques: i) a través de las tutorías, diplomados y conferencias de docentes expertos en temas que sirvieran como complemento al producto resultado del proyecto de aula y que, posteriormente, continúan su acompañamiento al proceso en calidad de jurados, asesores y colaboradores; y ii) aportándoles elementos diferenciadores para aumentar su valor, mediante la asistencia a cursos específicos sobre los productos como tal. Esto implica sincronizar los cursos, la homologación de lenguajes que permitieran una comunicación fluida entre las diferentes áreas y así aprovechar el conocimiento que se deriva de los productos con los que se pretende llegar al mercado y, finalmente, generar una relación de confianza con los diferentes actores.

## 6. Conclusiones

Los elementos principales para la implementación de las comunidades de práctica son: i) definir temáticas de interés para los estudiantes de las diferentes escuelas, a través de actividades y programas que los estimulen y motiven constantemente; ii) conformar grupos pequeños y con un número limitado de miembros, pertenecientes a diferentes disciplinas; donde cada uno tenga responsabilidades y roles específicos para sacar adelante el proyecto de aula, y iii) permitir la interacción permanente con el desarrollo experimental, convirtiéndose en un laboratorio de aplicación de los conocimientos adquiridos y la retroalimentación contante y en tiempo real.

Por otro lado, para que una comunidad de práctica optimice sus resultados, es necesario considerar una serie de recomendaciones: i) mejorar los procesos logísticos y administrativos, que le sirvan como soporte y ayuden a su gestión; ii) cerrar la brecha entre el sector académico y el sector empresarial, esto permitirá que los productos resultado de las comunidades de práctica tengan un enfoque claro de mercado y serán más acertados; iii) establecer una herramienta que permita gestionar la información y la documentación de los procesos derivados de las comunidades de práctica, esto garantizará una adecuada gestión del conocimiento, y iv) velar por una adecuada gestión de la propiedad intelectual como proceso medular para el desarrollo de los productos y que fomenta las relaciones de confianza entre los actores.

## Referencias bibliográficas

- Aguirre, J., & Arboleda, C. (2012). Modelo de Investigación y Transferencia Universitario para la Innovación y la Transformación. *IV Congreso Iberoamericano “Soporte del Conocimiento con la Tecnología”*.
- Allgood, S. (2001). Grade targets and teaching innovations. *Economics of Education Review*, 485-493.
- Arboleda, C. F. (2007). *Informe de Gestión del CIDI 2004 - 2007*. Medellín: Editorial UPB.
- Arboleda, C. F. (2011). *Innovar para transformar*. Medellín: Editorial UPB.
- Arboleda, C. F., Aguirre, J., Vélez, Y., Rendón, L., Ramírez, M., Palacio, S., y otros. (2011). Programas que promueven la innovación desde las asignaturas del pregrado. *Third International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2011): Aligning Engineering Education with Engineering Challenges*, 229-235.

- Arboniez Ortiz, Á. (2007). *Innovación o Evolución ¿ Metáfora Evolutiva de la Empresa?* Madrid: Diaz de Santos.
- Carter, F. (2001). Technological innovations: a framework for communicating diffusion effects. *Information & Management*, 277-287.
- Escorsa, P., & Valls, J. (1997). *Manual de Gestión e Innovación Tecnológica en la Empresa*. Santiago: CINDA-AECI.
- Marketing Gunea. (27 de Mayo de 2012). *Manual para crear y gestionar comunidad de práctica*. Recuperado el 1 de Mayo de 2013, de <http://www.marketingunea.com/>: [http://www.marketingunea.com/wp-content/uploads/Manual\\_Coop\\_ME.pdf](http://www.marketingunea.com/wp-content/uploads/Manual_Coop_ME.pdf)
- OEA. (1 de Noviembre de 2005). <http://www.oest.oas.org/>. Recuperado el 16 de Marzo de 2013, de OEA, oficina de Educación, Ciencia y Tecnología: <http://www.oest.oas.org/>
- Organización de los Estados Americanos. (2006). *Ciencia, Tecnología, Ingeniería e Innovación para el Desarrollo. Una visión para las Américas del siglo XXI*. Washington, D.C.: OAS.
- Restrepo, G. (2003). *Identidad, misión, visión y valores de la UPB Medellín*. Medellín: Editorial UPB.
- RICYT, R. I. . (2001). *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América latina y el Caribe (Manual de Bogotá)*. Bogotá: RICYT .
- Rodríguez, L. (2004). *Proyectos Institucional Medellín Universidad Pontificia Bolivariana*. Medellín: Editorial UPB.
- U. de A. (3 de Diciembre de 2012). *Sitio web Universidad Empresa Estado*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de <http://www.universidadempresaestado.com.co/>
- UPB. (2009). *Modelo Pedagógico Integrado*. Medellín: Editorial UPB.
- UPB. (2011). *Plan de Desarrollo Institucional 2011-2013*. Medellín: Editorial UPB.
- Van de Ven, A. (1986). Central problems in the management of innovation. *Management Science*, 590-607.
- Vélez Salazar, Y., & al, e. (2012). Desarrollo de productos por síntesis orgánica a través de una ruta integradora de asignaturas del pregrado. *Desarrollo de productos por síntesis orgánica a través de una ruta integradora de asignaturas del pregrado* (pág. 21). PAEE 2012.

## Sobre los autores

- **Liliana Franco Giraldo**: Administradora de empresas, estudiante de la maestría en Mercadeo, Profesional de transferencia de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Julián Aguirre Vélez**: Ingeniero ambiental, Especialista en Gestión de la Innovación y candidato a magister en Gestión Tecnológica, Líder Programa UPB Innova de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Carlos Fernando Arboleda Hurtado**: Administrador de empresas, candidato a magister en Desarrollo, Coordinador de transferencia de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Margarita Enid Ramírez Carmona**: Ingeniera química, magister en Tecnología de Procesos Químicos y Bioquímicos y doctora en Tecnología de Procesos Químicos y Bioquímicos, Docente Investigadora de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Carlos Ocampo López**: Ingeniero químico, doctor en Energía y Termodinámica, Docente Investigador de la Universidad Pontificia Bolivariana.

---

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)