

La Investigación en Ingeniería

La pretensión de este ensayo es intentar desarrollar dos planteamientos:

- ¿Qué es la investigación tecnológica en ingeniería? Una aproximación a una definición:
- Cómo se puede potenciar

Para ello es necesario partir de la definición de Ciencia, Técnica y Tecnología, lo cual haré tomando como referentes conferencias de los profesores Darío Mesa y Antanas Mockus:

La *Ciencia* es el saber conceptual que tenemos de la naturaleza y la sociedad de manera segura en un momento dado.

La *Técnica* es el conjunto de instrumentos (herramientas, máquinas, aparatos) que el hombre pone entre sí mismo y el objeto que busca transformar. Depende en un alto grado del nivel de conocimientos que el ser humano tenga sobre la naturaleza y la sociedad.

La tecnología es la innovación y optimización de principios científicos concatenados con procesos técnicos en función de la producción económica. Son rasgos distintivos de la tecnología:

- Criterios explícitos de optimización. Solución óptima dentro de conjunto de soluciones posibles
- Reconocimiento, teóricamente asegurado, de las alternativas posibles.
- Diseño. Predeterminación rigurosa, detallada y minuciosa de productos y procesos.
- Procesos de trabajo universal y conmensurable con la teoría.

Con este marco de referencia la investigación tecnológica sería, entonces, el *proceso de apropiación, construcción y creación autónoma de conocimiento, que se realiza con el propósito de avanzar en la solución de problemáticas definidas, lo cual genera resultados visibles y comunicables que son susceptibles de contrastación académica y de validez social.*

TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

La ingeniería está ligada al desarrollo tecnológico. Gran parte de la tecnología que se conoce hoy en día en el mundo fue desarrollada fundamentalmente en Europa (Inglaterra, Alemania, Francia), USA y Japón desde finales de la edad media y posteriormente durante la revolución industrial entre los siglos XVIII y XX con la tecnología minera, la metalurgia, la hidráulica, la siderurgia, las máquinas a vapor, los ferrocarriles, los motores de combustión interna, la electricidad, el automóvil, la electrónica, las telecomunicaciones y la tecnología espacial.

En palabras de expertos conocedores del tema [1], la tecnología en Colombia apareció, no como resultado de un proceso endógeno de producción

autóctona, ligada al desarrollo de formas de producción, sino como un componente implícitamente contenido en la tecnología extranjera que se fue incorporando a nuestra vida cotidiana en su difícil y lento desarrollo para integrarse a la economía global. La enseñanza y el ejercicio de la ingeniería surgieron como un requisito interno para poder aplicar la tecnología que se importaba.

Las primeras escuelas con estudios de ingeniería se ubicaron en Francia y Alemania en el siglo XVIII, donde preparaban ingenieros militares. El nombre de ingeniería proviene del vocablo romano *ingenius* que significaba dispositivo mecánico para fines militares como las catapultas o las torres rodantes. Estos países europeos vieron la necesidad de capacitar a oficiales ingenieros para actividades en tiempos de paz, surgiendo así la ingeniería civil para diferenciarla de la militar.

Hacia 1850 apareció en Colombia la ingeniería civil con la Comisión Corográfica y se consolidó con el proceso de construcción de los ferrocarriles, navegación, vías y construcción. Posteriormente fueron apareciendo nuevas especialidades de ingenierías con nuevas tecnologías importadas: electrificación, industrialización, telecomunicaciones, desarrollo del petróleo, obras públicas.

A principios del siglo XX se tenían 2 facultades de ingeniería civil en Colombia y se paso en 1950 a tener 20 facultades con varias especialidades, hasta llegar al absurdo de tener 104 en el año 2001.

QUÉ ES INGENIERÍA

La ingeniería como Profesión requiere de un conjunto de conocimientos científicos en física, química, matemáticas y economía, empíricos y de prácticas para

aplicarlos al diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de equipos y sistemas, con el objeto de transformar las fuerzas y los recursos naturales dentro de un concepto de sostenibilidad y dentro de un contexto social. Puede tener especialidades por áreas del conocimiento: ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, ingeniería química, o por tipos de problemas: ingeniería de minas, ingeniería agrícola, ingeniería de sistemas, ingeniería industrial, ingeniería electrónica, ingeniería de petróleos.

¿SE DESARROLLA TECNOLOGÍA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA U.N.?

Con base en los rasgos distintivos presentados en la primera parte de este ensayo, podemos afirmar, sin lugar a dudas, que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado tecnología a través de las asesorías en las últimas décadas.

A modo de ejemplo, la siguiente tabla presenta 22 de las 136 asesorías desarrolladas en la Facultad de Ingeniería en los últimos 6 años¹:

AÑO	ENTIDAD CONTRATANTE	OBJETO
1995	EEEB	Estudio de series y mallas hidrológicas
1995	MINTR	Metodología para evaluar las condiciones de la oferta y la demanda de transporte de pasajeros sobre la red vial nacional.
1995	ISA	Operación y procesamiento de datos de la red de localización y medición de descargas eléctricas (RECMA).
1995	INVIAS	Definición de la carga de diseño para puentes en Colombia.
1996	EEEB	Asesoría para el programa de reducción del número de fallas de transformadores de distribución rural.
1996	Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá.	Guía de requisitos para la contratación de la toma de información procesamiento y entrega de resultados de movilización de procesos y rotación de demanda en rutas de transporte público en Bogotá.
1997	MINAMBIENTE, MINREL. EXT.	Estudio de la problemática del río Arauca en los límites internacionales con Venezuela.
1997	EEEB	Diseño y construcción apropiados y óptimos de transformadores de distribución para zona tropical
1997	PRONATA	Manejo de Poscosecha de Granos
1998	SECAB	Estudio y definición de normas técnicas colombianas en la interconexión de redes de telecomunicaciones en ambiente multiusuario.
1999	Cormagdalena	Operación Técnica y Administrativa del buque explorador para la ejecución de los estudios, diseños en la jurisdicción de Cormagdalena.
1999	DAMA	Interventoría en la construcción de las obras diseñadas en el Plan de Recuperación Morfológica y Ambiental de la Cantera de Suba y su Habilitación como Escombrera en la Ciudad de Bogotá.
1999	Alcaldía Mayor de Santafé de Bogotá	Estudio y elaboración de un concepto de las propuestas presentadas para el tratamiento de lixivianos del Relleno Sanitario de Doña Juana.
2000	PNUD	Estudio del Plan Piloto de Tránsito y Transporte para la Ciudad de Ibagué
2000	RECHI	Informe Técnico, Científico y Peritación de Entidad y Dependencia Oficial
2000	Secretaría de Educación del Distrito	Evaluación de Competencias Básicas
2000	Planeación Distrital	Problemática en las Intersecciones Viales
2001	PNUD	Plan Piloto Tránsito y Transporte, Ibagué
2001	Alcaldía Mayor de Bogotá	Estudio del Suicidio en Bogotá
2001	Cormagdalena	Buque Explorador en Puerto Salgar
2001	OEI	Min. Desarrollo Económico Revisión de 196 Normas Técnicas
2001	Contraloría General de la República	Asesoría Técnica para la selección de una Plataforma de Sistemas

¹ Base de datos de la Unidad de Contratos y Asesorías del IEI, Bogotá, 2001.

A pesar de la gran calidad y cantidad de asesorías desarrolladas en la Facultad de Ingeniería en los últimos años, la cantidad y calidad de laboratorios de ensayos² y la gran potencialidad de su recurso humano medido en términos de experiencia y formación de sus académicos, y formación y calidad de los estudiantes de pre y posgrado, aún no se ha desarrollado todo el potencial de investigación tecnológica, debido a 4 factores que a continuación desarrollo:

1. Proyección de la asesoría hacia la investigación tecnológica
2. Relación Universidad–Sector Productivo: U-SP
3. Visión interdisciplinaria y multidisciplinaria de la investigación tecnológica
4. Espacio institucional para el desarrollo de la investigación tecnológica

1. Proyección de la asesoría hacia la investigación tecnológica

La gran mayoría de las 136 asesorías realizadas en los últimos 6 años, con excelentes resultados, ha faltado proyectar el estudio de caso, propio de la asesoría, hacia la investigación tecnológica, es decir, a un proceso de apropiación, construcción y creación autónoma de conocimiento y generar resultados visibles y comunicables que sean susceptibles de contrastación académica y de validez social.

Prueba de la anterior afirmación son los resultados de las convocatorias que durante los últimos 5 años ha hecho Colciencias para escalafonamiento de Centros y Grupos de investigación, donde la Facultad de Ingeniería ha obtenido resultados muy marginales

a nivel nacional. Por ejemplo, en la Convocatoria del año 2000, de los 11 Centros y 114 Grupos escalafonados a nivel nacional, la Facultad de Ingeniería solo tuvo 5 Grupos de investigación en las categorías B, C y D, a pesar de contar con un gran potencial de investigación, muy similar y en varios casos superior, a muchos de los grupos que fueron escalafonados.

2. Relación Universidad–Sector Productivo: U-SP

Adicional a la falta de proyección de las asesorías hacia una investigación tecnológica, ha faltado una relación más intensa y menos casuística con el Sector Productivo, lo cual puede ser debido a un problema de “dos culturas” [2]. El argumento de las dos culturas sugiere que la normativa propia de cada institución y las diferencias de actitud de sus representantes son tan inexorables, que ellas permanecen hoy en día tanto en países industrializados como en países en vías de desarrollo como Colombia, presentando fuertes barreras para cerrar la brecha de cooperación entre estos dos sectores.

Si la Universidad quiere jugar un papel importante en el desarrollo económico de un país como Colombia, es recomendable que los académicos reorientemos la filosofía académica basada fundamentalmente en docencia hacia un mejor balance entre docencia e investigación aplicada. Esto implica, para el caso de ingeniería, buscar a través de las asesorías y los ensayos industriales los problemas que posiblemente se han identificado en los libros pero que tienen particularidades en un sector productivo como el colombia-

2 La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional cuenta a la fecha con 50 laboratorios especializados, que atienden la docencia de los casi 7000 alumnos que prepara, y tienen la capacidad instalada para desarrollar la investigación que se prospecta dentro de la Facultad, y ejecutar dentro de las actividades propias de la extensión universitaria, múltiples ensayos para entes interesados en controlar o mejorar la calidad de sus productos, mediante la comprobación del cumplimiento de los requisitos exigidos por Normas Técnicas Colombianas o extranjeras.

no. Esto requiere de un cambio en el modelo mental de jerarquía intelectual que ve la investigación aplicada, orientada al usuario, como de tercera categoría.

La política institucional necesita poner a discusión con la comunidad académica la importancia de la investigación aplicada, orientada al usuario, tal que la investigación lidere importantes invenciones tecnológicas. Esta discusión contestaría 3 preguntas:

1. ¿Cuál es el papel que juega la investigación universitaria en la economía de un país?
2. ¿Cuál es la importancia de la interdisciplinariedad en la investigación tecnológica?
3. ¿Dónde están las fronteras de la colaboración Universidad-Sector productivo U-SP?

Las fronteras de la colaboración U-SP son un importante asunto en el debate porque toca a la división social establecida de la labor de cada una, particularmente en asesorías, con temas colaterales como:

- Participación de los académicos en la comercialización de la investigación vía contratos de investigación con industrias, asesorías y desarrollos de normas técnicas colombianas.
- Examinar qué dicen los académicos y los empresarios sobre la relación U-SP y se discutan las posibles fronteras dentro de las cuales la Universidad y el SP podrían colaborar productivamente.

No dudo que muchas de las sugerencias aquí escritas van en contravía de los valores académicos tradicionales y prácticas que distinguen a la Universidad de una empresa privada. Algunos contradictores argumentaran a su favor la privatización de la universidad pública. Sin embargo, no podemos perder de vista que es nuestro deber construir nación desde la Universidad y una parte importante de esta nación es el sector productivo tanto público como privado. Cada día orientamos más a nuestros egresados para que no se

empleen y construyan empresa. Flaco y contradictorio servicio daríamos a nuestro país dándole la espalda por ser empresa privada.

3. Visión interdisciplinaria y multidisciplinaria de la investigación tecnológica

En la investigación tecnológica actual, el sujeto que investiga no es el genio aislado tipo *Ciro Peraloca* de las tiras cómicas de *Disney* o un Profesor con un par de estudiantes que le trabajan en una tesis de pre o posgrado, sino un grupo en el cual se detecten perfectamente las individualidades de ingenieros que han realizado no solo docencia, sino trabajos de asesoría o ensayos y expertos de otras profesiones o disciplinas, que en conjunto hacen una mirada a un problema específico.

Por ello cuando se indaga por el potencial de investigación, por el sujeto de la oferta de investigación tecnológica, la respuesta está en los ingenieros que, además de la docencia, han desarrollado con paciencia, esmero y muy buena calidad, actividades de asesoría especializada o ensayos industriales no rutinarios, pero dentro de una visión multidisciplinaria e interprofesional.

4. Espacio institucional para el desarrollo de la investigación

Con las anteriores premisas se ha planteado recientemente al interior de la Facultad de Ingeniería de la UN la tarea de conformar una comunidad de investigadores alrededor de áreas estratégicas, que interactúen con otras profesiones y disciplinas, con el objetivo de conformar una comunidad tecnológica.

Esta tarea permitirá ganar no sólo reconocimiento social, sino desarrollar más y mejores investigaciones y plantear políticas de investigación por quienes conocen y diariamente la desarrollan. Para que esta

tarea se proyecte hacia acciones concretas al interior de la Universidad, es necesario un espacio institucional con infraestructura de personal, laboratorios y administración, que este más allá del estrecho espacio uniprofesional de los actuales Departamentos.

El espacio institucional ideal existe y tiene cerca de 80 años de experiencia, pero requiere adecuarse a las nuevas exigencias del medio, mediante una reestructuración. El actual Instituto de Ensayos e Investigación -IEI- de la Facultad de Ingeniería tendría como misión: investigar, difundir, transformar, interpretar y crear conocimiento en áreas estratégicas relacionadas con la ingeniería, tales como:

- Sistemas de producción agropecuaria
- Energía
- Competitividad empresarial y gestión tecnológica
- Nuevos materiales y procesos
- Tecnologías para la salud
- Control, automatización y telecomunicaciones
- Gestión del medio ambiente

La Facultad de Ingeniería y la Universidad Nacional tienen la gran posibilidad y responsabilidad de proyectar una investigación tecnológica orientada al usuario, con visión multidisciplinaria e interprofesional y ofrecer servicios eficaces de extensión solidaria, asesorías y ensayos industriales.

REFERENCIAS

- [1] Lee, Y., "Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university – industry collaboration", *Research Policy* 25 (1996) 843–863, Elsevier, USA.
- [2] Poveda, Gabriel, "Historia Social de la ciencia en Colombia", Tomo IV y V, Colciencias, 1993.
- [3] Snow, C.P., "The two cultures and the scientific revolution", Cambridge University Press, NY USA, 1959.