

De ciencia a tecnología

La interfase humana

Miguel A. Palomo González*

Resumen:

En el presente texto se discuten los conceptos de ciencia y tecnología, la diferencia entre la naturaleza y razón de ser del trabajo científico y del tecnológico y se aborda la problemática de la interfase humana responsable de la transformación de la ciencia en tecnología

En nuestros días, la Ciencia y la Tecnología están en las cosas cotidianas, por ejemplo: los productos de limpieza, los detergentes, el horno de microondas, la comunicación inalámbrica, la televisión, el fotocopiado, la computadora, la calculadora y el reloj con pantalla de cristal líquido, etc. Para el usuario poco importa si la Ciencia dio origen a la Tecnología, o si el Desarrollo de la Tecnología generó la necesidad de que la Ciencia resolviera algún problema para lograr la aplicación. Lo que se manifiesta en Productos y Servicios es un trabajo complejo que, en conjunto, pudo lograr la realización de dichos resultados.

Aceptamos que la Ciencia y la Tecnología están presentes, son una, están en simbiosis. Pero ¿cuántos conocimientos científicos no se materializan en, o no llegan a ser, una aplicación del tipo Productos y Servicios? ¿Qué es lo que hace que un Proyecto Tecnológico potencialmente factible no se concrete, o logre resultados mediocres, por no utilizar los recursos científicos potencialmente disponibles? No se trata de separar la Ciencia de la Tecnología, sino de analizar la interfase humana que, en principio, permite reducir la incertidumbre en el éxito de Proyectos de Innovación, o de minimizar el fracaso en Proyectos que se están gestando, en el proceso de Vinculación Empresa-Universidad.

Existen diferencias en la naturaleza y razón de ser del trabajo científico y del tecnológico. Podemos distinguir dichas diferencias, desde el punto de vista del individuo, sus patrones de comunicación, sus motivaciones personales y su ambiente de trabajo. Analizando dichas diferencias esperamos aportar un entendimiento de los factores, en la interfase humana, que permite minimizar el fracaso en el desarrollo de un Proyecto Tecnológico de Vinculación.

Las posibilidades de Vinculación Empresa-Universidad son potencialmente factibles. Por un lado la empresa se encuentra en un ambiente más competitivo, con presiones de tiempo y costos, por otra parte las Universidades e Institutos de Investigación pueden apoyar y coordinarse con las empresas ya que disponen, en principio, de recursos materiales y humanos técnicamente especializados, capaces de lograr una Vinculación efectiva en el desarrollo de Proyectos Tecnológicos que cumplan con las expectativas de ambas organizaciones.

¿QUÉ ES CIENCIA? Y ¿QUÉ ES TECNOLOGÍA?

Inicialmente podemos hacer una distinción empírica entre Ciencia y Tecnología; la Ciencia es de carácter Público, es decir, es y está disponible para todos, mientras que la Tecnología es privada. La Información Científica se puede localizar con relativa facilidad en Bibliotecas o Centros de Información Públicos (su nombre lo dice) así como en Bancos de Información locales o por vía remota. La Información Tecnológica no es fácil de localizar, requiere un esfuerzo superior y, si se localiza, se encuentra en Centros de Información Privados o Bancos de Información con acceso restringido, no basta con identificarse como en la mayoría de los accesos a la Información Científica.

*

Profesor en la Jefatura de Ingeniería Industrial, en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
E-mail: mpalomo@ccr.dsi.uanl.mx

Si la Información tiene un costo asociado, en el caso de la Científica el costo es mínimo, posiblemente a nivel del número de fotocopias o de hojas de impresión; mientras que en caso de la Tecnológica el costo depende de lo actual que es la información, entre más reciente es más cara, o del tiempo de consulta en el Banco de Información, en principio no importa el número de hojas obtenidas sino la esencia del contenido y lo que representa, lo anterior puede significar un costo fuera del presupuesto personal o de la Institución.

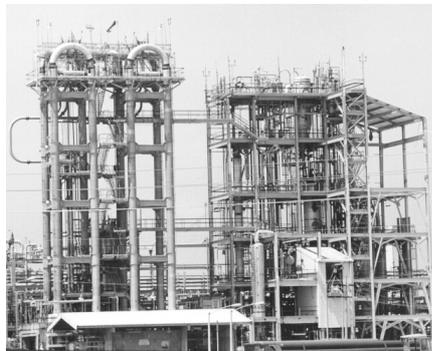
La Ciencia busca incrementar el conocimiento, el saber,¹ la Tecnología busca el dominio del “saber-hacer”. La Tecnología es la actividad que incorpora la Ciencia en Productos y Servicios útiles para el hombre, para mejorar su nivel de vida. Bajo estas premisas, sobre la naturaleza y objetivos de la Ciencia y la Tecnología, podemos inferir que los científicos y los tecnólogos tienen diferentes puntos de vista de lo que se debe hacer, ¿cómo hacerlo?, ¿y por qué hacerlo?

¿CÓMO ES EL TRABAJO DEL INDIVIDUO?

Ambas, Ciencia y Tecnología, son el resultado de un trabajo arduo, pero la forma en que se da el resultado es diferente. Consideramos que el ambiente de trabajo es diferente *per se*, el científico se desenvuelve en una atmósfera universitaria, el tecnólogo en un ambiente industrial (aunque éstos contextos no reflejan la complejidad de la Ciencia y la Tecnología, sí nos permiten analizar el cómo de la interfase).

El Científico es libre de seleccionar sus propios problemas de investigación, dentro de un marco de referencia, los logros son reconocidos

en la persona que realiza dichos resultados e inmediatamente los comunica a la comunidad científica, por medio de noticias, publicaciones, conferencias, etc.². Realizar la investigación no le garantiza al Científico el reconocimiento de la comunidad científica, en los años 1771-1772 Karl Wilhelm Scheele logró aislar el oxígeno a partir de otras sustancias, incluyendo el óxido de mercurio, pero sus resultados se publicaron en 1777 (5 años después); por su parte, en 1774-1775, Joseph Priestley aisló el oxígeno, a partir del óxido de mercurio y publicó sus resultados, lo cual ha permitido citar a Priestley como “el primero” en aislar el oxígeno, mientras que a Scheele se le puede recordar por sus otras grandes contribuciones científicas, mas no por tener el mérito de ser el primero en separar el oxígeno. Publicar los resultados de la investigación no basta para tener el reconocimiento de los demás científicos, también es necesaria una amplia difusión; Antoine L. Lavoisier es recordado por sus estudios, en el año 1770, sobre la conservación de la masa en el proceso de combustión; sin embargo Mijaíl V. Lomonosov realizó y publicó trabajos similares en 1740 (30 años antes), en Rusia, pero en aquella época el idioma (ruso) representó una restricción para su comunicación y difusión entre los científicos europeos, Lomonosov es recordado como un gran científico mas no por sus trabajos sobre la conservación de la masa en el proceso de combustión.³ Es decir, el trabajo científico es



importante cuando se publica y/o se da a conocer oportunamente a la comunidad científica.

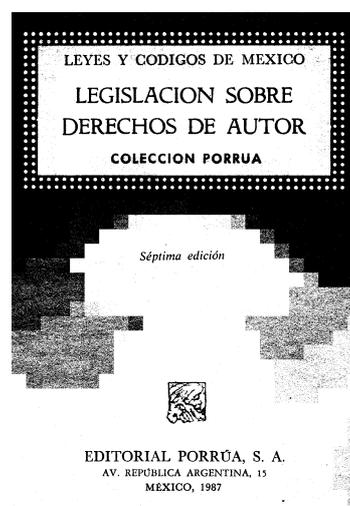
Si en el trabajo científico se tiene la libertad de definir el problema a investigar y es importante la comunicación (publicación) temprana de los resultados y el reconocimiento de los logros, en el caso de la Tecnología las condiciones son diferentes. El tecnólogo está limitado a resolver, y es evaluado, en función de los problemas definidos por la Empresa y la divulgación de los resultados se restringe para conservar la ventaja del desarrollo tecnológico ante la competencia. La Tecnología es importante cuando se materializa en el proceso, en el producto, y cuando tiene impacto en el Negocio. Tanto el científico como el tecnólogo trabajan en un ambiente agresivo, el científico entre individuos que buscan el “prestigio”,⁴ el tecnólogo entre empresas que buscan lograr un posicionamiento en el mercado.

¿QUÉ INFORMACIÓN MANEJA?

Al inicio mencionamos algunas características de la información científica y tecnológica, con relación a su localización, acceso y costo. También podemos decir que la información que utiliza el científico es de tipo básico o ciencia pura, por su parte el tecnólogo utiliza principalmente información de nivel promedio que se relaciona con la aplicación y los beneficios obtenidos, más que sobre el entendimiento del fenómeno natural que ocurre.

Los resultados de la Ciencia y el reconocimiento del científico están protegidos bajo la Ley de Derechos de Autor (Copyright), la Tecnología y la propiedad de la Empresa se protegen por medio de la Patente. Al momento de publicar, la Ciencia se apoya en la literatura

anterior de otros trabajos publicados y en los resultados del científico. La Tecnología normalmente refleja



pocas referencias bibliográficas y patentes, pero hace referencia a los trabajos del mismo autor, muchos de ellos bajo la clasificación de “reportes internos”, publicados o no.⁵ No es raro que un Artículo científico tenga alrededor de 10 referencias pudiendo llegar hasta 50 o más.

Por su lado el Artículo tecnológico puede no tener referencia alguna y en su caso 4-5 o menos, con la característica de ser referencias sobre aplicaciones similares, “testimoniales”, o conceptos de actualidad en la industria.

La forma en que se manifiesta la Ciencia puede ser en modelos o algoritmos cuantitativos, diagramas, y explicaciones detalladas del funcionamiento del fenómeno natural y sus resultados obtenidos en la investigación; en pocas palabras es explicativa, y en otros casos puede ser predictiva. La Tecnología se manifiesta codificada o “escondida”, incorporada en el producto o servicio, sólo se habla del beneficio obtenido y sus resultados, además de los principios técnicos en que se basa (dichos principios son generalmente del dominio público).

El científico generalmente utiliza las publicaciones especializadas como fuente de referencia para sus trabajos, por lo que normalmente forman la principal proporción del material que lee. El tecnólogo no lee mucho, y cuando lo hace selecciona principalmente el

tipo de revistas sobre “Aplicaciones y Comercialización de Tecnología”, las cuales lo mantienen al día sobre nuevos desarrollos y obtiene “señales” de las acciones de la competencia. En contraste, dedica más tiempo al contacto con el cliente, consulta los catálogos de fabricantes de equipo original y los de vendedores (el científico consulta estos catálogos esporádicamente).⁶

LA COMUNICACIÓN

Normalmente el científico pertenece a un grupo o sociedad científica que comparten actitudes e intereses de investigación, sin importar la localización geográfica o la Institución a la que pertenecen. Estos grupos se identifican como “colegios invisibles” en la literatura;⁷ pertenecer al grupo no siempre está formalizado, se basa en la producción de trabajos de investigación, juzgados por los otros miembros del grupo (al que hacen referencia como “comunidad científica”, en sentido restringido). La selección libre de los objetivos de investigación está determinada por una combinación de las preferencias individuales y las normas del grupo. El objetivo general del grupo es la generación del conocimiento científico; el premio para el individuo es el reconocimiento, por parte de los colegas científicos, basado en el valor y lo riguroso del trabajo.⁸ El tecnólogo trabaja en una organización orientada al beneficio y sobrevivencia del negocio, la empresa controla los problemas de investigación y evalúa los resultados basándose en el impacto en el posicionamiento del negocio en el mercado.

La comunicación oral es diferente, el científico discute su trabajo con sus colegas del grupo, sin temor a que sus ideas sean

“pirateadas”. El tecnólogo discute su trabajo internamente, no puede comentarlo con alguien del exterior, únicamente previa autorización de la empresa o por que ya está protegido por una patente. El científico asiste a conferencias y simposios científicos con el fin de mantener el contacto con otros colegas y discutir informalmente sus avances de investigación. El tecnólogo frecuenta conferencias y simposios sobre aplicaciones, logros y desarrollos de la tecnología, con el fin de mantenerse al día sobre la tendencia de la industria. Algunos de los organizadores de estos eventos están sensibilizados, sobre los tipos de asistentes, de tal forma que pueden dividir el evento en temas ‘científicos’ y ‘tecnológicos’, programar diferentes fechas para cada uno, o clasificar los expositores en base a los temas.

Mientras que la Ciencia expone “lo último” en la frontera del conocimiento, es decir los últimos avances logrados. La Tecnología presenta lo que está listo para ser utilizado como bienes y servicios, sin mencionar que puede pertenecer a 2, 3 o más generaciones tecnológicas que están por venir, es decir, la Tecnología que estamos viendo hoy pudo haberse probado útil a nivel laboratorio años antes (por ejemplo: el primer Horno de Microondas se inventó en 1946). ¿Por qué no se introduce el producto cuando está probado?. Una manera simple de contestar sería: porque el mercado aún no está listo para recibir el Producto/Servicio, posiblemente porque la necesidad no es inmediata o porque no existen las condiciones económicas que lo justifiquen, entonces podemos esperar el momento; otra manera de explicarlo es porque puede existir un riesgo de “canibalismo” entre productos de la empresa, sólo cuando la tecnología está en su etapa de madurez o inicia su etapa de obsolescencia, la empresa puede decidir el lanzamiento de la siguiente generación. Pero cuando la competencia es severa, al hacerse obsoleta la tecnología de la empresa se acelera la introducción de la siguiente

generación, como en el caso de la Industria de la Computación.

LA TRANSFERENCIA DE LA CIENCIA

Para que la ciencia se transforme o materialice en tecnología es necesario tomar en cuenta las variables de Tiempo y Costo (variables que son mejor comprendidas por la empresa). En estos casos, en la empresa se habla de Proyectos Tecnológicos, y la Ciencia toma las connotaciones de ciencia Aplicada o Investigación Aplicada, para distinguirla de la Ciencia/Investigación Pura o Básica, la que se considera asunto de las universidades y el gobierno.

Pero si la ciencia se construye a partir de la “frontera del conocimiento” y la tecnología a partir del “estado del arte” tecnológico, es de esperarse que encontremos diferentes modelos explicativos de cómo inducir una vinculación entre ciencia y tecnología que desemboque en un proyecto tecnológico exitoso.

Sin embargo, es probable que encontremos pocas evidencias de que los éxitos en tecnología sean consecuencia de los avances de la ciencia; pues en la mayoría de los casos la ciencia y la tecnología se desarrollan independientemente,⁹ y que, en general, el concepto “Science-Push” tiene resultados mínimos.

Por otra parte, el análisis de la “novedad” de los conceptos científicos en los Proyectos Tecnológicos de éxito, es decir, la antigüedad de los conceptos científicos utilizados en la tecnología, nos puede ayudar a evaluar el impacto de los avances de la ciencia. Los reportes realizados en la década de los 70's, muestran que el concepto de “novedad” pueden tener, en promedio, un periodo de antigüedad de 10-12 años.¹⁰ Lo anterior hace indicar que los

conceptos “Technology-Pull” y “Market-Pull” son los principales modelos que permiten que la ciencia se incorpore a la tecnología, es la tecnología o el mercado los que presentan el problema a resolver por la ciencia, por ser una necesidad o un fenómeno natural mal entendido por el tecnólogo. La ciencia responde con una solución al problema de la tecnología para, a su vez, satisfacer una necesidad latente en el mercado.

Visto así, en la medida que el Científico toma en cuenta los Objetivos y Variables que presionan al Tecnólogo y su trabajo científico se orienta a mejorar el Estado del Arte Tecnológico, al menos podemos esperar lo siguiente: sus contribuciones al Conocimiento del Fenómeno Natural tendrán un impacto de más corto plazo en la Tecnología y, al mismo tiempo que genera una Tecnología Competitiva, reduce el riesgo en los Proyectos de Vinculación.

REFERENCIAS:

1. Allen T. J.. Distinguishing Science from Technology. En: *The Human Side of Managing Technological Innovation*. Katz R. (ed.), OUP, New York, 1997, p. 307-319
2. Ladendorf, J. M.. *Information Flow in Science, Technology and Commerce*. *Special Libraries*, v. 61, n. 5, may-june 1970, p. 215-222
3. Asimov I... *Viaje a la Ciencia*. Tikal, México, 1997, p. 72
4. Ladendorf, op. cit., p. 216
5. Ladendorf, op. cit., p. 226
6. Allen, op. cit., p. 313
7. Ladendorf, op. cit. p. 216
8. Ladendorf, op. cit., p. 216
9. Allen, op. cit., p. 317
10. Allen, op. Cit., p. 318