



Transferencia de Resultados de Investigación desde el Ámbito Académico en Ingeniería Biomédica: Deseos, Realidades y Desatinos

Enrique Berjano

Profesor Titular de Tecnología Electrónica, Universitat Politècnica de València, España

Esta editorial resume las ideas que expuse en la conferencia inaugural del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica de la SOMIB celebrado en Aguascalientes en octubre de 2013. El tema de la plática era cómo (de bien o de mal) realizamos la transferencia de resultados de investigación desde el entorno académico hacia la industria, en concreto desde proyectos de investigación financiados con fondos públicos y en el área de la Ingeniería Biomédica. Estas ideas tienen su inspiración por un lado en la experiencia investigadora acumulada durante casi 20 años en el estudio de la interacción de las corrientes eléctricas de radiofrecuencia con los tejidos biológicos y su aplicación clínica [1], y de otro, en la experiencia emprendedora más reciente con en la creación en 2010 de una spin-off universitaria para la explotación comercial de algunos de los resultados de investigación.

La teoría sobre cómo innovar en tecnologías médicas para lograr una comercialización exitosa puede encontrarse en buenos libros [2] y en cursos de formación de gran calidad como el impartido en la Universidad de Stanford [3]. Desgraciadamente ni México ni España, y en general el mundo iberoamericano, es Stanford, y por ello las reflexiones sobre nuestra propia realidad pueden llegar a ser más útiles por estar más adaptadas con nuestro entorno.

Las motivaciones intrínsecas por las cuales algunos investigamos en Ingeniería Biomédica son importantes en cualquier reflexión sobre cómo hacemos lo que hacemos. La motivación inicial podría ser algo así: tratar de mejorar y universalizar el cuidado de la salud desde

las aportaciones de la ingeniería. Es una visión muy naif, pero muy contundente. Es compartida por casi todos los estudiantes de Ingeniería Biomédica y por los investigadores en sus primeros años de carrera. Para los que estamos en el ámbito académico y nuestras investigaciones son financiadas principalmente con fondos públicos, las motivaciones intrínsecas siguen ahí, pero en términos prácticos el juego tiene unas reglas no escritas que funcionan así: se deben conseguir fondos para investigar, los resultados se deben publicar, si se publica se consiguen más fondos, y vuelta a empezar. Es un círculo virtuoso (o vicioso) que va acompañado de formación de nuevos investigadores que comprenden estas reglas de inmediato, sin perder las motivaciones intrínsecas (que es el punto de entrada en el círculo). El sistema entendido así puede funcionar e incluso tomar gran velocidad en pocos años. Por ejemplo, la producción científica en España creció un 186 % en el periodo de 1996-2008 [4], y en 2011 España ocupaba el puesto 10 a nivel mundial en producción científica [5].

Es deseable además que el círculo tenga una salida, que es la transferencia de resultados. Algunas veces los resultados de investigación en Ingeniería Biomédica sugieren una aplicación inmediata en el cuidado de la salud, no necesariamente como un nuevo producto, sino como conocimiento aplicado. Otras veces la investigación proporciona algo que podría dar lugar a un dispositivo o servicio susceptible de tener un retorno económico. Esto ocurre muy rara vez. En estos casos los investigadores

saben que deben proteger industrialmente el resultado (mediante patente por ejemplo) antes de publicar. Normalmente es la institución a la que pertenece el investigador la que solicita la patente tras un análisis más o menos riguroso, pero la mayoría de las veces sin un aliado industrial que supervise el proceso de protección. Considero que esto es un error ya que es la industria la que podría estar potencialmente interesada en la explotación del resultado. El retorno puede venir directamente de la propia patente, la cual se vende o licencia a una empresa, pero esto sí es muy raro, precisamente porque habitualmente la industria no ha participado en el proceso de protección, y pueden haber muchas decisiones sobre la estrategia de protección que no estén alineados con su plan de acción comercial, productivo, regulatorio, económico. En cualquier caso, podemos decir que la transferencia de resultados derivados directamente de una investigación es muy poco frecuente. No debemos olvidar que los resultados exitosos derivados de la I+D realizada en las empresas privadas también son escasos comparados con las inversiones realizadas, incluso teniendo en cuenta que las empresas tienen en teoría una dinámica optimizada para maximizar el retorno. Luego no debe ser tan fácil. Tampoco hay que olvidar que existen otras formas de transferencia entre la industria y un centro de investigación que sí son más comunes, como el contrato por servicio técnico, asesoramiento, o desarrollos tecnológicos bajo demanda.

Es curioso que la escasez de transferencia tecnológica puede convivir sin problemas aparentes con el crecimiento en la producción científica. En España por ejemplo, un estudio de 2012 indicaba que una media del 22% de los resultados de investigación de alta calidad obtenidos por científicos españoles eran patentados por otros países [6]. Estados Unidos era el país que más patentes generaba a partir de investigaciones españolas, más incluso que España. Pero avancemos un poco más con las realidades: Una vez un resultado de investigación susceptible de llegar a ser un producto o servicio ha sido transferido a una empresa, las ocasiones en las que este resultado llega a comercializarse

son escasísimas. Y las veces que llega a dar dinero prácticamente nulas.

A los investigadores académicos se nos pide que publiquemos, y al mismo tiempo que patentemos. De hecho las patentes forman parte de los méritos de una promoción académica. Sin embargo cualquier persona del ámbito de la I+D privada sabe que el método más efectivo de protección no es “patentar y luego publicar”, sino “no publicar jamás”. En el ámbito de la Ingeniería Biomédica, y desde el punto de vista de la empresa, una estrategia podría ser no publicar la parte más técnica, y sí publicar los resultados clínicos sobre la seguridad y eficacia de la invención. El problema es que esto no funciona bien para aquellos académicos que nos dedicamos a obtener y divulgar resultados de carácter técnico. Mi opinión es que las patentes son herramientas de las empresas, de las industrias, no del mundo de la academia. Con esto no quiero decir que las universidades no deben patentar, sino que no deberían hacerlo al margen de la industria. Si los baremos de promoción académica siguen considerando las patentes como un mérito, los investigadores intentarán lograr esos méritos con o sin industrias, lo cual es un desatino.

Hasta aquí es el escenario habitual, o al menos lo era hasta antes de que la crisis económica global fuera la excusa utilizada por algunos gobiernos para una reducción en las inversiones en I+D. La ausencia de fondos implica obviamente la ruptura del círculo virtuoso, y por lo tanto las reglas no escritas ya no sirven. Hay que gestionar esta ruptura. Al mismo tiempo, la escasa financiación pública de la I+D se articula cada vez más como ayudas reembolsables (por ejemplo, créditos a bajo interés) o como programas de cofinanciación público-privada, lo que hace más difícil lograr financiación ya que la crisis también retrae la inversión privada en I+D, especialmente en países con poca cultura innovadora. Hay que adaptarse también a este cambio en las fórmulas de financiación pública.

Al mismo tiempo, por varios motivos entre los que podría estar la moda, llega el emprendedurismo a países como México o España, y en el caso concreto de la I+D

asociada a la universidad, las nuevas figuras del emprendedor académico, empresa de base tecnológica (EBT), o spin-off universitaria. Parece que el investigador que hasta ese momento ha sido un buen investigador, conviviendo más o menos bien con la controversia de publicar-patentar, ahora tiene la ocasión (¿o el deber?) de emprender. Este es el caldo de cultivo de otro desatino.

La motivación para que un investigador académico cree una empresa podría ser compensar la escasez de fondos públicos, pero es poco creíble ya que representa sin duda un camino largo, duro e incierto. El problema es que hay mucho ruido de fondo: cada vez más los gobiernos priorizan de algún modo los fondos hacia aquellos investigadores con una demostrada capacidad de transferencia tecnológica, y emprender se percibe como uno de los mejores ejemplos de transferencia. No existe un mensaje explícito por parte de los gobernantes, pero la sensación que se transmite es que los emprendedores son "la solución al problema", sobre sus hombros reposa la salvación económica del país (como si la única salvación que el país necesita fuera la económica). Es posible llegar a autoconvencerse de manera poco reflexiva de que el camino correcto es el del emprendedor universitario, y que el resto de investigadores, aunque sean la mayoría, en algún punto equivocaron su camino. Parece que hasta la fecha la mayoría de los investigadores han hecho excelentemente su trabajo, es decir investigar y divulgar, pero que ahora sólo aquellos académicos que han decidido emprender están tocando la realidad (no viven en su torre de marfil ni ajenos a la sociedad como el resto), y sí están centrados en investigar "problemas reales" (el resto investigan en 'cosas muy básicas que no aportan nada'). En el campo particular de la Ingeniería Biomédica, se llega a afirmar que la investigación financiada con fondos públicos genera muy pocos resultados que llegan al paciente, y que además no permiten un ahorro en el gasto sanitario. Son acusaciones desproporcionadas cuando ni siquiera la industria y la inversión privada logran estas metas de forma generalizada. Sin embargo, ¿y si todo fuera una falsa sensación? ¿y si se

requiriera un análisis más detallado y sosegado? En resumen, a la decisión de algunos gobiernos de reducir los fondos públicos para I+D con la excusa de la crisis económica, se añaden dos factores que no hacen más que introducir más ruido: el emprendedurismo académico, y el debate investigación básica versus aplicada.

Aunque ya se ha escrito mucho respecto al debate investigación básica versus aplicada, vale la pena recordar que la mayoría de los desarrollos más trascendentales en el campo de la medicina han venido de estudios básicos, de resultados conceptuales obtenidos por bioquímicos, fisiólogos y otros científicos básicos no trabajando en áreas médicas específicas [7]. La inversión en investigación básica es necesaria y debe ser financiada mayoritariamente con fondos públicos, dada su mayor incertidumbre pero también su mayor impacto potencial. Es de destacar el repunte reciente en inversión destinada a investigación básica por parte de la industria privada en EEUU [8]. En el caso de la Ingeniería Biomédica, esto podría ser debido en parte a la bajada progresiva en los precios de venta de los dispositivos médicos, lo que obligaría a las industrias a buscar resultados científicos con mayor impacto que les permita abrir nuevos mercados, y no centrarse en simples mejoras marginales de lo que ya hay.

Una *spin-off* universitaria no debería crearse con el propósito de mantener la llegada de fondos al círculo virtuoso. Éstos fondos deben sostenerse porque los gobiernos entiendan que es necesaria la inversión en I+D, tanto básica como aplicada. El hecho de que los propios investigadores exploten sus resultados de investigación mediante la creación de una spin-off es muy dependiente de las circunstancias y deseos personales de los investigadores, y de la estrategia concreta de explotación de los resultados de investigación, y por ello es un hecho poco frecuente. Aún así a menudo tratamos de comparar nuestro entorno con otros lejanos e idílicos, y citamos el número de spin-offs generadas en la Universidad de Harvard o en el MIT como si fueran una meta a corto plazo. Es un desatino hacer estas comparaciones ya que el tejido industrial y financiero de aquellos entornos no son ni de lejos los nuestros. Harvard

por no ser no es ni siquiera una universidad como la entendemos en nuestros países, sino una empresa privada entre cuyas funciones está el retorno por patentes. No podemos asumir como ‘buenas prácticas’ las que se desarrollan en aquellos entornos, porque puede que no sean tan transferibles. Determinados aspectos como el espíritu innovador sí lo son y debería hacerse un esfuerzo por importarlos, pero la pregunta que toda universidad de México o España debería hacerse antes de nada es ¿cuántas *spin-offs* nos correspondería crear teniendo en cuenta nuestro entorno industrial y financiero? El querer crear *spin-offs* porque interesa “políticamente” al gobierno de una universidad es otro desatino.

Lo que sí es indiscutible es que un sistema público de I+D bien financiado y gestionado es capaz de generar resultados de investigación que aportan retorno económico y no económico a la sociedad, que promueven la creación de industrias más competitivas basadas en conocimiento científico, con puestos de trabajo cualificados y sueldos bien pagados, que permiten atraer más capital privado de empresas multinacionales, que logran que el país lidere cada vez más el desarrollo tecnológico, y por lo tanto que producen un aumento en el nivel económico y de bienestar de la sociedad en su conjunto. Los científicos deberíamos interiorizar y transmitir de manera pedagógica a la sociedad esta misma reflexión, y no sólo nuestros resultados concretos y nuestras publicaciones. Es un planteamiento en donde es fácil conseguir consenso entre los gobernantes y la comunidad científica, y puede ser un punto de partida para acercar posturas.

En el ámbito de la Ingeniería Biomédica, existen factores que podrían favorecer la transferencia de resultados desde el sistema público de I+D hacia el sector productivo, incluida la creación de *spin-offs*. El fundamental en mi opinión es que exista un entorno industrial especializado en el sector de las tecnologías médicas (en España por ejemplo es escasísimo). Ese entorno es una potencial cantera de aliados para nuevas *spin-offs*. Otro factor podría ser que los usuarios de las tecnologías derivadas de la investigación, es decir el personal sanitario, reconozcan como igualmente útil la

tecnología nacional respecto a la extranjera, en otras palabras que los médicos no sean tan *malinchistas* (esta expresión no se usa en España pero desgraciadamente es muy habitual observar este comportamiento).

Asumiendo que sí se dan los factores que pueden favorecer la transferencia de los resultados de investigación, ¿cómo se puede llevar a cabo? Pues depende del tipo de investigación. En el caso de los resultados procedentes de investigación básica, lo transferido es un nuevo conocimiento con un gran impacto real o potencial. En este caso, sólo las empresas con fortaleza financiera pueden recoger el testigo en esta fase y ser capaces de realizar las inversiones productivas y regulatorias necesarias hasta llegar a conseguir un retorno. Las ventajas de financiar con fondos públicos este tipo de investigación ya han sido comentadas.

En el caso de los resultados procedentes de contratos de I+D o consultoría técnica, lo transferido es aquello previamente acordado contractualmente entre la empresa y el centro de investigación. A veces estas modalidades están parcialmente financiadas con fondos públicos. En este caso la industria pilota el proceso y por ello la transferencia está de algún modo guiada durante todo el recorrido.

El problema está en el punto intermedio, es decir en el caso de la investigación orientada o aplicada. Aquí lo transferido es un potencial producto o servicio que podría ser puesto en valor de algún modo, por ejemplo mediante su desarrollo y posterior comercialización. Hay muchos investigadores e instituciones captando fondos públicos para llevar a cabo este tipo de investigaciones en el campo de la Ingeniería Biomédica. Trabajan con diferente grado de realimentación. Los hay sin control: un grupo de ingenieros desarrollando de manera impecable desde un punto de vista técnico un dispositivo médico para un problema clínico que no es tal, y con la seguridad de que “los médicos nos lo van a quitar de la manos”. Hay grupos de ingenieros colaborando con un único médico en una cuestión técnica que soluciona una inquietud personal de ese médico, y con la idea compartida de que “vamos a ganar mucho dinero con esto”. Existen grupos de

investigación multidisciplinarios de ingenieros y médicos trabajando en una solución a una necesidad clínica real, y con el convencimiento instintivo pero equivocado de que “esto se venderá solo”. Sin embargo lo importante en general en el mundo industrial no son las ideas, sino la manera de ejecutarlas, y además en el desarrollo de tecnologías sanitarias el mantra actual es cómo lograr que la innovación permita reducir los costes sanitarios. Estas dos cuestiones son muy importantes y desgraciadamente están lejos del mundo académico actual que investiga en Ingeniería Biomédica. No se trata de que los investigadores se hagan expertos en diseño, desarrollo, evaluación clínica y comercialización de los potenciales productos que deriven de su investigación, ni que sepan hacer un estudio coste-beneficio asociado a la innovación, pero lo cierto es que un acercamiento tardío en busca de empresas a las que transferir los resultados de la investigación aplicada una vez estos ya han sido publicados o simplemente patentados es un error. La investigación aplicada en el ámbito de la Ingeniería Biomédica realizada sin coordinación con la industria tiene asociados los siguientes riesgos: 1) llegar tarde al mercado (con algo antiguo) ya que el proceso es muy largo (3-4 años) y reiteradamente se subestima, 2) llegar con algo que no se puede fabricar, o cuyos costes de fabricación no dan margen suficiente, 3) llegar con algo peligroso, porque no se hizo un buen análisis de riesgos, 4) llegar con algo que no se puede poner en valor porque el sistema sanitario no puede asumir el coste, o porque simplemente nadie está dispuesto a pagar nada por ello, y 5) llegar con algo que no se puede proteger industrialmente o que se protegió de manera no adecuada.

La existencia de estos riesgos podrían ser las causas de una muy baja tasa de transferencia de resultados de investigación en Ingeniería Biomédica. No hay que olvidar también las diferentes motivaciones entre el investigador académico (hacer curriculum) y la industria (hacer dinero), ambas respetables. El problema está cuando no existe un entorno industrial en Ingeniería Biomédica, ¿debemos los investigadores académicos seguir haciendo I+D aplicada en Ingeniería Biomédica? ¿permitirán

nuestros resultados hacer nacer o/y crecer dicho entorno? ¿o será un esfuerzo inútil?

Sugiero que para facilitar la transferencia tecnológica de los resultados generados en centros de investigación de perfil académico se podría: 1) crear puentes efectivos de diálogo mediante la contratación de gestores de proyectos que dinamicen la relación universidad-industria, con un perfil senior y un *track record* demostrado en este campo, 2) patentar antes de publicar, pero no patentar sin contacto previo con una industria, 3) materializar y concretar el mil veces mencionado *know-how*, por ejemplo investigar siguiendo buenas prácticas que aporten resultados con valor regulatorio, y en el caso de tecnologías biomédicas, hacer todo bajo un análisis de riesgos progresivo, 4) investigar teniendo en cuenta desde el principio al usuario/prescriptor (médico) y al pagador (sistema sanitario), y 5) asumir que no todos los buenos proyectos deben implicar la creación de una spin-off.

REFERENCIAS

1. Berjano E, Romero-Méndez R, Franco W. Radiofrequency based hyperthermia therapy: A centennial technique serving modern surgery. *Rev. Mex. Ing. Biomedica*, 2010; 23(2): 42-153.
2. Zenios S, Makower J, Yock P, Brinton TJ, Kumar UN, Denend L, et al. *Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies*. Cambridge University Press (USA), 2009.
3. Brinton TJ, Kurihara CQ, Camarillo DB, Pietzsch JB, Gorodsky J, Zenios SA, et al. Outcomes from a postgraduate biomedical technology innovation training program: the first 12 years of Stanford Biodesign, *Annals of Biomedical Engineering*, 2013; 41(9): 1803-1810.
4. *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2008*, Edita FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología).

5. Scorecard: The World's Best Countries in Science. *Scientific American*, 2012, 307: 44 - 45.
6. Ciencia española, patente extranjera. (Recuperado el 21/1/2014 desde <http://esmateria.com/2013/10/10/ciencia-espanola-patente-extranjera>)
7. Comroe JH, Dripps RD. *Scientific Basis for the Support of Biomedical Sciences*. *Science*, 1976;192 (9 Apr): 105-111.
8. Shapiro S. *Federal R& D: Analyzing the Shift From Basic and Applied Research Toward Development*. Honors Thesis 2013, Mayo 2013 (Recuperado el 21/1/2014 desde <http://economics.stanford.edu/files/Theses/SamShapiroHonorsThesis-May2013.pdf>).