



XXII Seminario de Ingeniería Biomédica
Núcleo de Ingeniería Biomédica
Facultades de Medicina e Ingeniería
Universidad de la República - Uruguay

Procesos de transferencia tecnológica en ingeniería biomédica.

D.I. Luciana Urruty

Prof. Franco Simini, Florencia Arbío, docentes Seminario de Ingeniería Biomédica.

Monografía vinculada a la conferencia del Prof. Ing. Franco Simini sobre
Transferencia tecnológica del 21 de mayo de 2013 -

lurruty@fing.edu.uy

Resumen. Este trabajo hace un estudio de cómo se ha establecido el vínculo entre la universidad y la industria en diferentes proyectos de transferencia tecnológica. Se inicia haciendo una revisión del significado del término "transferencia tecnológica", luego se enmarca este término en el área de la ingeniería biomédica, se describen los casos de algunos proyectos del nib, tanto de proyectos cuya transferencia tecnológica fue exitosa como de otros en los que no lo fue, y por otro lado se describe un caso específico de transferencia tecnológica exitosa de una universidad Holandesa tomado de la literatura internacional. Luego se compara esta última con las experiencias del nib, se discuten las diferencias más significativas y se sintetiza de lo estudiado lo que podría ser una forma de vinculación aplicable al contexto local.

1_Introducción

La transferencia tecnológica es una forma de vinculación productiva que se da entre la universidad y la industria, en la que una parte concede a otra el uso industrial y comercial de un "saber aplicado" (o tecnología) de cuyo derecho de propiedad es titular [1].

Entre los objetivos de la transferencia tecnológica está el promover el desarrollo comercial de las tecnologías desarrolladas por los grupos de investigación de la universidad y transformarlas en productos o servicios para beneficio de la sociedad, suministrando así recursos económicos que se utilizarán para financiar otros proyectos y actividades de investigación [2]. A través de estas colaboraciones se impulsa el desarrollo y crecimiento de los diversos sectores de la sociedad mediante el acceso al conocimiento y experiencia de los grupos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico.

Dentro del sistema de elementos de la transferencia tecnológica existen las empresas incubadas y/o emergentes de la universidad, llamadas spin-off. Una empresa "spin-off" es una iniciativa empresarial que surge en una universidad para explotar resultados de investigación. Participan activamente miembros de la universidad responsables del desarrollo, como base del proyecto [1], y se caracteriza porque mantiene durante sus comienzos una vinculación de tipo incubación con una universidad que la apoya hasta que es capaz de sobrevivir por sí misma.

El éxito de la transferencia tecnológica depende de la capacidad existente en el país para fomentar por un lado el desarrollo de innovaciones tecnológicas a nivel de la universidad, a través de incentivos para investigación y proyectos de investigación aplicada; y por otro de la capacidad existente en

el país para tomar ese nuevo conocimiento aplicado tras pasarlo a la industria, para lo cual es necesario o bien una industria activa y con capacidad para invertir en nuevos desarrollos, o bien un sistema que brinde apoyos económicos y estructurales y funcione como plataforma para el desarrollo de pequeñas empresas emergentes y especializadas.

En el área de la ingeniería biomédica en Uruguay, el desarrollo de nuevas tecnologías y equipos está vinculado a la investigación médica y deriva directamente del aporte de grupos académicos [3], ya que es de su tarea de investigación en la práctica médica que se identifican necesidades tecnológicas no cubiertas que serán la base para el desarrollo de nuevos equipos y sistemas.

La universidad de la República tiene una larga trayectoria de investigación médica y de vinculación de la misma con el campo de la ingeniería [3], existen grupos académicos de investigación de alto nivel en el área, entre ellos el Núcleo de Ingeniería Biomédica (**nib**).

Según un estudio hecho por Alejandra Mujica en 2003, en Uruguay existen empresas y equipos de investigación especializados ligados con un fluido intercambio de conocimientos, que determinan un ambiente favorable a la innovación en Ingeniería Biomédica y significan una capacidad relevante de producción de dispositivos biomédicos a nivel país, pero que no operan como un *cluster* productivo, ante la carencia de apoyos para el desarrollo de pequeñas empresas especializadas [4].

En el presente artículo se describen casos de transferencia tecnológica desarrollados en el **nib** y también en el exterior, de forma de comparar la situación local con otros casos provenientes de entornos con diferentes realidades productivas, en busca de posibles aportes a la experiencia local.

2_Experiencias de transferencia tecnológica en el nib

El **nib** es un grupo multidisciplinario de las Facultades de Medicina e Ingeniería cuyas actividades incluyen la realización de prototipos en apoyo a la investigación biomédica, la enseñanza e investigación de técnicas y métodos de proyecto y el fomento de la producción nacional de equipos biomédicos. Desde su creación ha desarrollado proyectos y ha construido prototipos de equipos médicos para satisfacer la demanda de instrumentos de diagnóstico, terapia o aseguramiento de calidad [5].

En la tabla 1 se muestran los proyectos desarrollados por el **nib** en los últimos diez años y se señala cuáles de ellos tuvieron un intento (exitoso o no) de transferencia tecnológica.

Una vez que el proyecto llega a su fin, y se cuenta con el prototipo del nuevo dispositivo, los pasos que se siguen en el **nib** para llevar a cabo la transferencia tecnológica comprenden la búsqueda de empresas interesadas en adoptar el dispositivo para su comercialización, la negociación con una empresa una vez que esta se consigue, y la realización de un convenio entre la universidad y dicha empresa para la adaptación, fabricación y certificación del dispositivo.

En 1994 el **nib** obtiene un fondo a través del CONICYT/BID, con el cual se ofreció a los proyectistas de prototipos la posibilidad de generar una empresa especializada para comercializar su desarrollo, con un formato de empresa "spin-off", a la cual se apoyaba costando los insumos de producción inicial y apoyando en la difusión en instituciones docentes médicas y en consultorios particulares. A partir de este fondo se realizaron varios intentos de transferencia tecnológica en el formato de empresa "spin off"[3].

AÑO	PROYECTO	Descripción	Transferencia tecnológica
2002	IMPETOM	Reconstrucción tomográfica	fue parte del proyecto Biosys
2002	ADQCAR	Adquisición de señales en tarjeta flash	
2002	IMPETOM-C	Circuito para tomografía de impedancia	fue parte del proyecto Biosys
2002	CARDIDENT	Identifica y clasifica complejos QRS	
2002	PESOPAC	Monitor de peso sin retirar de la cama	fue parte del proyecto Biosys
2003	PREMAX	Medida de la presión respiratoria máxima	Prototipo incorporado a la asistencia
2004	IMPETOM	Tomógrafo de impedancia eléctrica	
2005	CALANEST	Sistema de registro de calidad de anestesia	Prototipo incorporado a la asistencia
2005	BilILED	Fototerapia neonatal	Transferido a la industria 2006
2006	IMPETOM-48	Medida de impedancia eléctrica en 3 cortes	
2006	ABDOPRE	Reducción de presión abdominal	
2008	PREMAX Industrial	Medida de la presión respiratoria máxima con realimentación visual	
2008	PLANOJO	Sistema de logística de atención oftalmológica	
2008	PREMAX - APREMAX	Medida de presión respiratoria máxima y del apretón de manos	
2010	CALORNAT 10	Módulo compacto de control de temperatura de recién nacidos	Fue utilizado en CTI neonatal del Hospital Universitario
2010	PANTOJO	Sistema de movimiento real de prótesis oculares	
2010	IMAGOJO	Sistema de captura y gestión de imágenes oftalmológicas	
2010	TRAUMAGEN	Historia clínica electrónica con acceso telemático a imágenes	
2011	SIMVENT	Simulador para la calibración de ventiladores	
2013	GEULMOVIL	Generación de mapas de radiación UV en el territorio con Geulmovil	Recientemente finalizado
2013	GEULMAPA-	Mediciones de radiación UV en el territorio con móviles terrestres	Recientemente finalizado

Tabla 1_ Proyectos de dispositivos médicos realizados en el nib en los últimos 15 años, identificación de intentos de transferencia tecnológica.

En el proyecto *VAFRE* (el cual no figura en la tabla por haber sido desarrollado antes de 1999, luego de finalizado el prototipo inicial, los tres estudiantes coautores del prototipo crearon una empresa para su desarrollo y comercialización. Recibieron un fondo para realizar tres prototipos, uno de los cuales iba a ser instalado en el Hospital Pereira Rossel. El emprendimiento no fue exitoso ya que no se lograron conseguir clientes que desearan comprar el prototipo, y pasados los meses el fondo recibido se diluyó en los costos fijos de la empresa, por lo cual el emprendimiento no se pudo sostener [1].

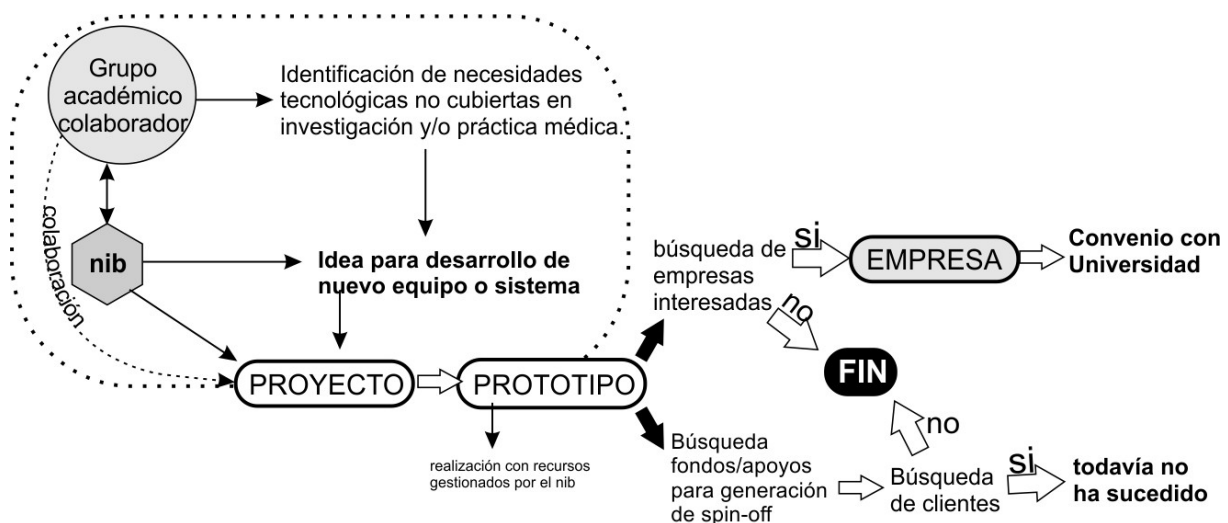
El segundo proyecto fue *BIOSYS*, el cual reunía los proyectos *PESOPAC*, *IMPETOM*, *IMPETOM-C* e *IMPETOM-I*. En este caso el grupo recibió apoyos y fondos y se creó una "spin-off", para la cual obtuvieron apoyo de una incubadora de empresas para la redacción del plan de negocios y diversos aspectos más. La empresa fue apoyada por la incubadora durante su período inicial, mientras se buscaban clientes, pero el hecho de ser una empresa nueva y ofrecer un solo producto dificultó el conseguir clientes, y la empresa no prosperó [1].

En el tercer proyecto, *BiliLed*, una vez que se obtuvo el primer prototipo exitoso se

consiguieron fondos para realizar un segundo prototipo refinado; luego de este segundo se desarrolló un tercer prototipo en investigación docente. Luego de este se consiguió una empresa interesada en comercializar el dispositivo, y se firmó un convenio a través del cual se realizó, en acuerdo con la empresa, la adaptación del producto para su producción y comercialización. Se obtuvieron fondos para realizar la transferencia tecnológica (AMSUD Pasteur), con los cuales se costó el desarrollo de 5 ejemplares que fueron donados a hospitales de Paysandú, Maldonado y

Montevideo, donde aun hoy se usan. El convenio preveía regalías para la universidad al superar las 25 ventas, el primer año se vendieron 23 ejemplares, y luego las ventas se detuvieron, tal vez debido a una saturación del mercado local y a la falta de interés por parte de la empresa por obtener certificaciones para expandirse a otros mercados [1].

El esquema 1 muestra de forma sintética el proceso que siguieron los tres ejemplos del nib para llevar a cabo la transferencia tecnológica.



Esquema 1_ Proceso llevado a cabo por los ejemplos de proyectos del nib para la transferencia tecnológica.

3_Caso de estudio de experiencias exitosas de transferencia tecnológica del extranjero.

En las bases de publicaciones científicas internacionales (accedidas a través de la red Timbó) se pudieron encontrar diversos casos de transferencia tecnológica de equipos biomédicos realizados en universidades extranjeras.

Se describe a continuación un proyecto seleccionado por su forma de establecer la vinculación entre la industria y la universidad para llevar a cabo la transferencia tecnológica.

Componentes para respiradores artificiales [6].

El proyecto fue desarrollado entre un fabricante Holandés especializado en el desarrollo, fabricación y comercialización de instrumentos utilizados en respiradores artificiales (AIR), la Universidad de Groningen, y luego de avanzado se incorporó una empresa Holandesa de equipos originales (OEM), que utiliza instrumentos avanzados de la primera como componentes de los sistemas de monitorización de sus respiradores artificiales, es quien realiza el diseño de integración de los equipos respiradores de uso clínico.

AIR se dedica a la producción de componentes, en lugar de respiradores enteros, lo cual implica que es muy dependiente de la información de mercado transmitida por las OEM, que definen por ejemplo las especificaciones de producto, por su conocimiento directo respecto de las necesidades del usuario. El proceso de desarrollo de productos en AIR no termina con

una introducción en el mercado global, sino que se hacen contratos individuales con las OEM que llevan a cabo el lanzamiento al mercado.

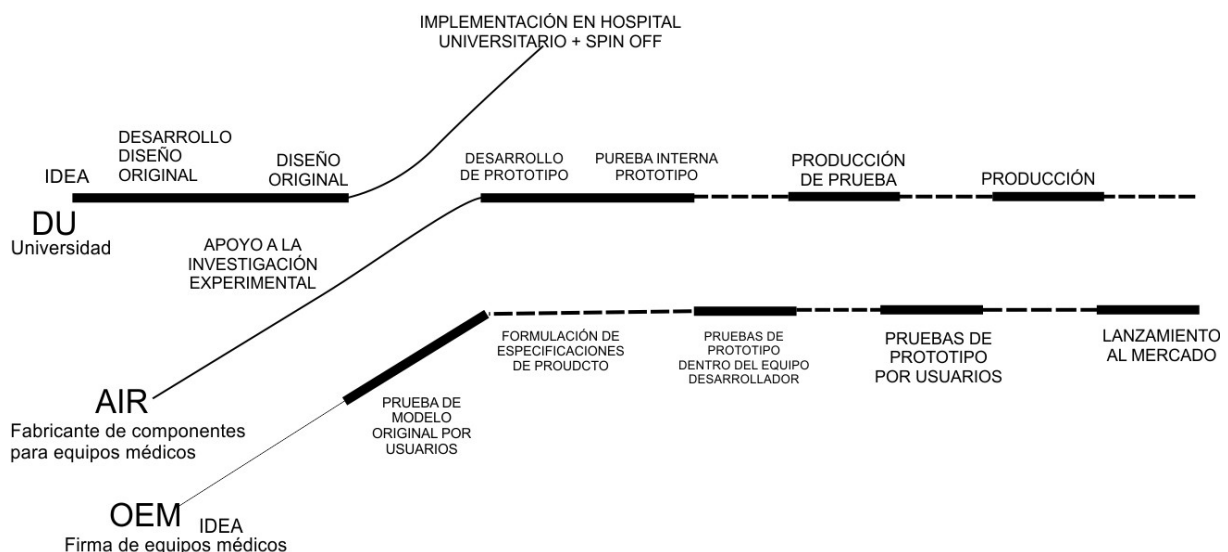
El proyecto de desarrollo se entabló gracias a un programa del gobierno, cuyo objetivo era estimular la cooperación industria-universidad a través de la concesión de fondos económicos.

Por un lado, AIR tenía interés en expandir su línea de componentes y buscó la colaboración de la universidad para obtener conocimientos con el fin de desarrollar y fabricar nuevos productos. El Departamento de Técnicas respiratorias experimentales de la universidad, por otro lado, quería desarrollar un producto innovador y estaba buscando un socio industrial para proporcionar los fondos necesarios. Se formalizó un proyecto en el cual AIR patrocinaría la investigación experimental llevada a cabo por la universidad y a cambio obtendría el "know how" tecnológico deseado. Por otra parte, AIR tendría el primer derecho de

utilización sobre cualquier nuevo producto desarrollado como resultado de la investigación.

El proceso de desarrollo del nuevo producto hasta su transferencia tecnológica al mercado tuvo tres partes paralelas, llevadas a cabo cada una por uno de los actores involucrados. La primera parte se llevó a cabo por la Universidad Holandesa, comenzó a partir de la generación de ideas y terminó con la construcción y pruebas del diseño original. La segunda parte, realizada por AIR, se inició con el desarrollo de un prototipo industrial y culminó con la producción del producto final. Por último, la tercera parte, llevada a cabo en paralelo con las dos primeras, fueron los aportes de la OEM durante el proceso de desarrollo.

En el esquema 2 se muestran las tres etapas del proceso de desarrollo del nuevo equipo y la complementariedad entre los actores.



Esquema 2_ Proceso de desarrollo del nuevo producto llevado a cabo por el grupo de la Universidad de Groningen, mostrando las etapas del proceso y sus responsables. Tomado de Biemans 1991.

La idea para el nuevo producto se originó dentro del grupo de investigación de la universidad, debido a las quejas expresadas por los usuarios con respecto a un producto existente. Las especificaciones del producto se elaboraron en un diálogo intenso entre los ingenieros del grupo y los médicos del hospital universitario. Los requerimientos formulados por los usuarios se combinaron con las posibilidades tecnológicas y los requerimientos

de producción de AIR. Después de dos años se logró un diseño original que representaba una mejora significativa respecto al equipo original. Fue probado tanto por los ingenieros (prueba técnica interna) y en los pacientes. Durante los meses siguientes a la finalización del proyecto se realizó la divulgación del mismo en congresos, y el grupo de desarrollo de la universidad fue contactado por una OEM interesada en la comercialización del producto.

Dado que la universidad carecía de la capacidad y el interés en la fabricación del producto, se reúne a esta OEM con AIR para que se genere el vínculo comercial a través suyo. Entre AIR y la OEM se continúa el proceso de aplicación de la tecnología creada por la universidad a los respiradores de la OEM hasta su lanzamiento al mercado.

4_Discusión

Entre los ejemplos mencionados de proyectos del **nib** y el ejemplo holandés se ven tanto similitudes como diferencias importantes, que pueden determinar el éxito o fracaso de los mismos.

Por un lado, existen similitudes desde la estructura interdisciplinaria de ambas universidades, ya que ambas cuentan con un equipo de investigación y desarrollo en ingeniería biomédica ligado fuertemente al hospital universitario, aspecto que determina un gran diferencial en la potencialidad de generar soluciones tecnológicas innovadoras a problemas reales de la práctica médica. Desde ese punto de vista existe igualdad de condiciones entre los dos casos.

Por otro lado, si bien tanto los casos del **nib** como el del proyecto holandés contaban con apoyo económico externo para llevar a cabo los desarrollos, existe una diferencia fundamental entre ambos fondos. En el caso del proyecto holandés, el apoyo gubernamental tenía como objetivo específico la vinculación de la universidad con la industria desde la participación empresarial, pero en el caso de los proyectos 1 y 2 del **nib** el apoyo estaba dirigido a la generación de nuevas empresas para explotar desarrollos tecnológicos creados por los estudiantes.

Esta diferencia es muy relevante, ya que el primer caso determina que tiene que existir un interés y un compromiso de antemano por parte de la industria para llevar a cabo el proyecto, con lo cual no solo está implícito el hecho de que el proyecto llegará al mercado, sino que además en el segundo caso puede suceder que los proyectistas no tengan un perfil empresarial o carezcan de objetivos empresariales, y por tanto no logren llevar a

cabo adecuadamente la explotación comercial del producto.

En el caso 3 del **nib**, si bien el fondo se obtiene luego de desarrollado el proyecto y no en su inicio como en el caso holandés, es también un fondo específico para realizar la transferencia tecnológica a la industria, lo que puede haber determinado tal vez el éxito de este proyecto frente a los otros.

En este sentido es evidente que el contraste entre las industrias de ambos países en el área de la tecnología biomédica juega un papel muy importante.

En los casos de proyectos del **nib**, en lugar de partir de un interés específico de la industria, el puntapié inicial del proyecto nace de la investigación y la práctica médica, gracias al vínculo con los grupos académicos del hospital universitario. Esta diferencia orienta el futuro del nuevo dispositivo hacia el uso por parte del grupo médico, a diferencia de primer modo de inicio, que lo orientaba hacia la explotación comercial.

5_Conclusiones

De la comparación de casos se puede concluir que el aspecto que determina las diferencias fundamentales es la integración de la industria desde el planteamiento del proyecto. El hecho de buscar el interés industrial como parte de la determinación primaria de un proyecto de desarrollo de nuevas tecnologías, genera que el mismo se adecúe a los requerimientos tanto del área médica, debido a la vinculación intrínseca entre el grupo de desarrollo y el hospital universitario, como también a los intereses y requerimientos productivos de la industria que lo explotará comercialmente.

Para el éxito de las experiencias de transferencia tecnológica locales en ingeniería biomédica podría ser beneficioso generar proyectos que contemplen desde su inicio el interés particular de algún actor de la industria.

Es importante señalar que la comparación realizada en este artículo se centra en la potencialidad de éxito de la transferencia tecnológica al mercado con una u otra forma

de iniciar los proyectos de desarrollo; lo cual no incluye una comparación desde el punto de vista de la relevancia de los proyectos para la medicina, que debería ser, en definitiva, la motivación primera de la ingeniería biomédica en su rol universitario.

6_Bibliografía

[1] "Transferencia Tecnológica". Presentación del prof. Franco Simini del 21 de mayo de 2013 en el XXII Seminario de Ingeniería Biomédica, Núcleo de Ingeniería Biomédica de la UdelaR.

[2] Página web del Institut Pasteur de Montevideo,
<http://www.pasteur.edu.uy/index.php/es/transfereencia-tecnologica>
consultada por última vez el 07/07/2013

[3] F. Simini, "Proyectos de Ingeniería Biomédica. Tecnologías desarrolladas en la Universidad disponibles para el país", Revista de Ingeniería, número Mayo 2004, pp. 16-21, Facultad de Ingeniería de la Udelar, 2004.

[4] Mujica, A. (2003), "Arranjos cognitivos en Ingeniería Biomédica: ¿Bases para la construcción de una oportunidad productiva en el Uruguay?" en: Bertola, L. et al, 2005 "Ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: diagnóstico, prospectiva y políticas", Serie de notas de referencia, región 1, Banco Interamericano de Desarrollo.

[5] F. Simini, "20 Años de proyectos del núcleo de ingeniería biomédica", en Ingeniería Biomédica: perspectivas desde el Uruguay, Publicaciones de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2007, pp. 26. Disponible en Internet: <http://www.nib.fmed.edu.uy/Libro%20final%20baja%20resol.pdf>

[6] W. G. Biemans, "User and third-party involvement in developing medical equipment innovations", Technovation, Vol 11 N°3, Páginas 163-182. Eisevier Science Publishers Ltd. 1991.