Capítulo 26: El Dispositivo CaCU para atender el cáncer cérvico-uterino. Un caso de éxito de transferencia tecnológica Universidad-empresa con impacto social y tecnológico

Monterrey, México

Dr. Victor Gabriel Sánchez Trejo
Socio director de OTT Pragmatec. Investigador en UNIVA. Doctor en Ciencias de Gestión por la Universidad Jean Moulin, Master en gestión socioeconomique por la Universidad Lumiére, Licenciatura en contaduría por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
E-mail: vsanchez@pragmatec.com.mx

Dr. Jesus M. Seañez de Villa
Director de Soluciones en dispositivos Médicos S de RL de CV. Doctor en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, con especialidad en desarrollo de dispositivos médicos en el ITESM, en el grupo de Ingeniería de Diseño y la Innovación de investigación. Ingeniería Biomédica ITESM.
E-mail: jseanez@onkosol.com

Mtro. Héctor Torres Contreras
Director de OnkoSolutions Llc.Socio director de OTT Pragmatec. Bachelors of Applied Science de Davenport University en Grand Rapids, Michigan, Maestría en Comercialización de Tecnologías por la Universidad de Texas en Austin, TX
E-mail: hector@onkosol.com

Spin-Off: Soluciones en dispositivos médicos S de RL de CV

Resumen

El posicionamiento de México en los rankings de innovación y crecimiento económico a nivel mundial no es el más idóneo si consideramos su potencial creativo y el tamaño de su economía. Esta situación ha motivado el fortalecimiento de políticas públicas que fomenten el desarrollo de tecnología mediante Oficinas de transferencia tecnológica para la transferencia de tecnologías innovadoras y su aplicación en el mercado. En este apartado se presenta un caso de éxito en México sobre transferencia tecnológica en el sector salud.Se trata de un dispositivo optoelectrónico de detección de riesgo de cáncer cérvico-uterino(CaCU) que es el segundo tipo de cáncer más común en las mujeres, padeciéndolo actualmente más de 3 millones a nivel mundial.El desarrollo de la tecnología comenzó en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) en 2003 por parte de un equipo de investigadores llegando a la obtención de un primer prototipo y la publicación de una patente nacional. En 2010, el equipo de investigadores creo SDM (Soluciones en dispositivos médicos S de RL de CV), un Spin-offcon participación del ITESM para transferir la tecnología desarrollada, comenzar la fase de estudios preclínicos, continuar con el patentamiento a nivel internacional, así como la comercialización del dispositivo médico a nivel nacional e internacional. A partir del 2013, la Oficina de transferencia tecnológica (OTT)Pragmatecha colaborado con ITESM y SDM en la búsqueda de inversionistas potenciales y en la consolidación de la tecnología para su comercialización. En este capítulo describimos al equipo investigador que desarrollo el dispositivo CaCU, las distintas etapas de su desarrollo tecnológico, su proceso de transferencia tecnológica así como algunos retos de la vinculación entre Universidades y empresas tecnológicas en México.

Palabras clave: Cáncer cervico-uterino, dispositivos médicos, transferencia tecnológica.

>>Volver a Tabla de Contenido<<

1. El contexto de la innovación y la transferencia tecnológica en México

México ha perdido más de 12 lugares en los índices de libertad económica a nivel mundial del 2005 al 2014 (Heritage Foundation, 2014) por diversos factores como la pérdida de competitividad empresarial y el estancamiento económico. Además, en el último Índice Global de Innovación (2014),México se ubicó en la posición 66, siendo el 6to país de América Latina. El Gobierno Federal, en su esfuerzo por mejorar la competitividad del país, ha impulsado un modelo de innovación basado en la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico con el objetivo de estimular un crecimiento económico sostenido apoyado por el fortalecimiento en la competitividad de los recursos humanos (y en consecuencia de las empresas), la apertura a nuevos mercados, y la atracción de inversión de fuentes extranjeras. El Programa Nacional de Innovación de México (Comité intersectorial para la innovación, 2011), que forma parte de este modelo, se sostiene a través de 6 pilares:

1. Mercado nacional e internacional.
2. Generación de conocimiento con orientación estratégica.
3. Fortalecimiento a la innovación empresarial.
4. Financiamiento a la innovación.
5. Capital humano.
6. Marco regulatorio e institucional.

Una de los objetivos específicos para fortalecer la vinculación entre Universidad y empresa fue la creación y fortalecimiento de Oficinas de transferencia tecnológica (OTT) que tienen por objetivo la identificación de tecnologías desarrolladas por Universidades/Centros de Investigación con potencial de mercado, así como el apoyo en los diversos procesos de la transferencia tecnológica. Del 2013 a la fecha se han creado 117 OTT en México de distinto origen (Universidades, Centros de investigación, oficinas privadas, gubernamentales, entre otras) especializadas en diversos sectores.

La OTT Pragmatec forma parte de este ecosistema y ha integrado desde 2011 un portafolio tecnológico de 32 tecnologías[1] en diversos sectores para difundir a nivel internacional tecnologías desarrolladas en México a través del uso de Marketplaces especializados en tecnología. Esta estrategia ha permitido obtener en 2 años: 164 mil visitas a nuestro portafolio tecnológico provenientes de 24 países. La tecnología del dispositivo optoelectrónico para detección de cáncer cérvico-uterino forma parte de su portafolio tecnológico y actualmente es un caso de éxito en materia de transferencia tecnológica.

1. http://pragmatec.innoget.com/

2. Datos generales del grupo de investigación

El equipo de investigación líder que creo el dispositivo CaCU forma parte del ITESM Campus Monterrey. A continuación presentamos la Tabla 1 que describe su formación académica y experiencia.

Desde el año 2003, el equipo líder ha estado analizando la temática del cáncer cérvico-uterino y los limitantes de la tecnología de referencia: El Papanicolau. Esta problemática los llevó a plantear una tecnología alternativa para el diagnóstico oportuno de la enfermedad.

Tabla 1. Grupo de investigación del proyecto.

Investigadores	Formación académica	Experiencia
Noel León Rovira	Doctor en Ingeniería Mecánica (Universidad Técnica de Dresde, Alemania). Ingeniero en Diseño de Máquinas Agrícolas Universidad Técnica de Dresde, Alemania).	Desde 1993 es profesor en el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, en donde imparte las asignaturas de Análisis y diseño de productos e Ingeniería asistida por computadora en la Maestría en Sistemas de Manufactura y en la Maestría en Dirección de la Manufactura del programa conjunto Tecnológico de Monterrey/MIT "Leadersfor Manufacturing". Es profesor titular certificado en técnicas de aprendizaje activo en el Centro de Diseño e Innovación de Productos del Tecnológico de Monterrey, en donde ha sido tutor de más de 20 tesis de maestría.
Olivia Maricela Barrón Cano	Doctorado en Inteligencia Artificial en el ITESM, Maestría en Ciencias Computacionales y Licenciatura en Sistemas Electrónicos.	Ha obtenido financiamiento por alrededor de$2,800,000.00 tanto de gobierno (FONLIN) y universidad (ITESM) para desarrollar investigación en el área de desarrollo de dispositivos de diagnóstico médico inteligentes. Además, colabora en la "Iniciativa Mexicana TSP", una iniciativa para ayudar a la industria mexicana del software a desarrollar software con estándares de calidad internacionales.

Fuente: Elaboración propia

3. Datos generales de la empresa

SDM es uno de los primeros Spin-Off surgida del programa de "Células de incubación" del ITESM. Es una empresa creada en 2011 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, Méxicoque se enfoca al desarrollo tecnológico de dispositivos médicos para atención del cáncer cérvico-uterinoy que mantiene un convenio de colaboración con el ITESM para el uso de infraestructura y servicios especializados. Una parte del equipo investigador que creó y desarrolló la tecnología son ahora socios de SDM para concluir con el desarrollo de CaCU, su certificación regulatoria y su comercialización. Su director,Jesús M. Seáñez de Villa, cuenta con una Ingeniería biomédica y un Doctorado en tecnologías de la información y comunicaciones.

El modelo de negocios desarrollado por SDM para la comercialización del dispositivoCaCU se focaliza en dos segmentos: (a) En el sector privado mediante la comercialización a médicos ginecólogos así como a hospitales y laboratorios clínicos que realizan pruebas de diagnóstico y detección de cáncer. (b) En el sector público, se plantea la comercialización del dispositivo CaCU a través de las principales instituciones de salud pública en México (IMSS, ISSTE), así como programas públicos de atención médica asistida (Seguro popular). Para la distribución del producto final se están considerando alianzas con canales ya establecidos en el sector salud para facilitar la llegada del producto al usuario final.

La propuesta de valor de la tecnología consiste en su portabilidad, la generación de resultados en tiempo real, la facilidad en la interpretación de datos, no requiere extraer tejido para su análisis en el laboratorio y ofrece una eficacia mucho más alta en la detección de cáncer y pre-cáncer cérvico-uterino que las técnicas actuales.

Además del equipo investigador de ITESM que colabora en SDM para el desarrollo tecnológico, el equipo se complementa con los perfiles descritos en la tabla 2.

Tabla 2. Personal clave en la organización.

Investigadores	Formación académica	Responsabilidad
Jesús M. Seáñez de Villa	Doctorado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, con especialidad en desarrollo de dispositivos médicos en el ITESM, en el grupo de Ingeniería de Diseño y la Innovación de investigación. Ingeniería Biomédica ITESM 2007.	Director de SDM, responsable de las etapas de conclusión del desarrollo tecnológico del dispositivo, registro de la propiedad intelectual, validación ante instituciones regulatorias y estrategia comercial.
Claudia María Alvarado González	Maestría en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura y Licenciatura en Diseño Industrial	Implementación de sistemas de calidad de acuerdo a requerimientos FDA y desarrollo de pruebas en manufactura expedidos por la FDA.

Fuente: Elaboración propia

4. Dispositivo CaCU: Una solución tecnológica para el cáncer cérvico-uterino

4.1. El cáncer cérvico-uterino

Actualmente, la prueba de Papanicolaou es el proceso más común para detectar cáncer cervical. Sin embargo, este método es lento, doloroso para la paciente, costoso y falible. La prueba se tiene que realizar en la clínica de un obstetra o ginecólogo, y es ahí donde el doctor raspa la superficie del cérvix uterino de la paciente para obtener células que después son examinadas en un laboratorio con equipo especializado por un experto en citotecnología, quien determina si hay células anormales presentes. Cuando se encuentra una anormalidad, un citopatólogo verifica la interpretación, lo cual hace que esto sea un proceso no solamente doloroso y costoso para la paciente, sino también lento, ya que en ocasiones puede tomar hasta tres semanas para obtener los resultados.

Figura 1. Estimación de la población femenina que realiza prueba de detección de CaCU en México (2014)

Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO y de la ENSANUT (2012).

Adicionalmente, el *Papanicolaou* es falible. En ciertos casos hasta el 60% de los diagnósticos resultan ser equivocados. El CaCU remplazará este método anticuado, lento y poco confiable para detectar cáncer cervical. Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015), el cáncer cérvico-uterino es el segundo tipo de cáncer más común en las mujeres que viven en países sub-desarrollados, padeciéndolo actualmente más de 3 millones a nivel mundial. Se estima que 530,000 nuevos casos se presentaron en 2012 y que 270,000 mujeres fallecieron ese mismo año a causa de este cáncer. Cualquier mujer con una vida sexual activa puede padecerlo, habiendo un mayor número de incidencias entre los 35 y los 55 años de edad. Este tipo de cáncer se ha convertido en una causa importante de mortalidad entre las mujeres, a pesar de ser uno de los tipos más prevenibles, detectables y tratables (Robles, White, & Peruga, 1996).

4.2. La tecnología del dispositivo CaCU

Tratando de ofrecer una alternativa que ayude a disminuir y/o solucionar los desafíos planteados se ha desarrollado un dispositivo de bajo costo, cómodo, preciso, inmediato, portátil y personal para el pre-diagnóstico de cáncer cérvico-uterino o cualquier alteración que indique las primeras fases de esta patología. El dispositivo CaCU es un sistema optoelectrónico portátil de detección de cáncer cérvico uterino que puede ser manipulado por un médico o su usuaria y presenta un resultado en tiempo real siendo opcional la toma de muestras físicas del tejido para examinar. El dispositivo CaCU en su parte exterior consta de tres componentes primordiales:

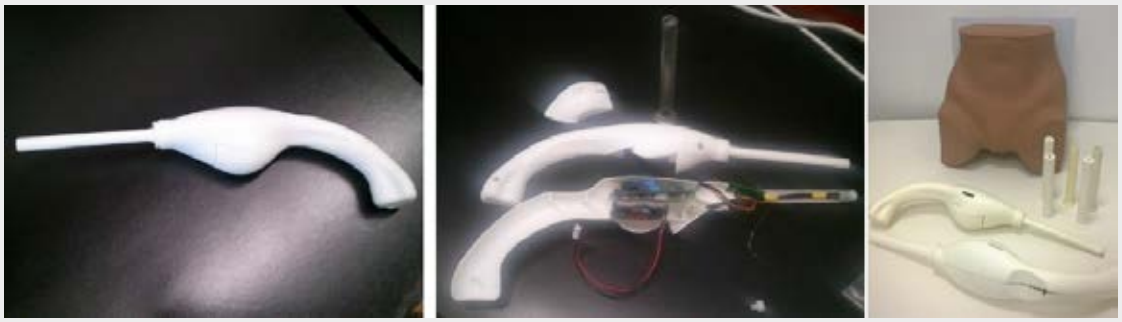
a) *La primera* es la carcasa donde se encuentra toda la parte electrónica del sistema que se encuentra en una tarjeta impresa que contiene los LEDs necesarios para la medición óptica, así como los fotodiodos para recibir la reflexión luminosa de las células; la tarjeta impresa también contiene un microcontrolador o dispositivo configurable que tiene varias funciones, una de ellas es enviar las señales amplificadas por amplificadores operacionales para la estimulación eléctrica de las células; una interfaz recibe las señales de los diodos y de los electrodos para hacer la conversión análoga a digital y las envía al microcontrolador o dispositivo configurable para que interprete las mediciones tomadas para dar una respuesta que se mostrará instantáneamente en indicadores luminosos;

b) *la segunda* parte es la probeta donde pasan los cables de fibra óptica que se requieren para transmitir las emisiones y las recepciones de luz;

c) *la tercera* parte es la punta de la probeta donde se encuentran las fibras ópticas emisoras y receptoras, también los electrodos de cloruro de plata que generan la corriente y realizan las mediciones eléctricas. Las fibras están en medio de una resina epóxica, la cual protege los cables a lo largo de la probeta fabricada por un material plástico estirilizable. Fuera de la probeta se coloca una cobertura desechable para la reutilización higiénica del dispositivo.

El usuario inicia la prueba de detección de cáncer cérvico-uterino por medio del tablero de control que realiza las funciones de encendido y apagado general. La operación del dispositivo inicia la estimulación eléctrica y óptica al enviarse las señales correspondientes y al realizar las mediciones.El envío de señales y el procesamiento de las medidas recabadas en las diferentes mediciones se llevan a cabo en una tarjeta electrónica que contiene la unidad de procesamiento implementada por un microcontrolador o circuito configurable.Esta unidad de procesamiento envía las señales ópticas a través del circuito de emisión de luz y eléctricas a través del circuito de inyección de corriente. La unidad central de procesamiento recibe la luminosidad resultante a través del circuito de recepción de luz, y el voltaje presente en el tejido a través del circuito de medición de voltaje guardándolos en el sistema de almacenamiento. Con las mediciones captadas de las señales recibidas, se calcula el estado del tejido y se entrega el resultado en tiempo real con los 3 LEDs exteriores (donde un LED verde indica que la persona se encuentra sana, un LED amarillo para indicar algún error en la medición, y un LED rojo indicando una lesión precancerosa o presencia de células cancerígenas).

Figura 2. Imágenes del dispositivo médico del dispositivo CaCU



Fuente: elaboración propia.

4.3. Las fases de desarrollo de la tecnología

Tomando en cuenta la metodología TRL (EARTO, 2014) desarrollada por la NASA (National Aeronautics and Space Administration) para la evaluación de la maduración tecnológica, a continuación se describen en la tabla 3 los principales elementos del desarrollo tecnológico actual y futuro.

Tabla 3. Metodología TRL para maduración tecnológica.

Nivel	Categoría	Descripción	Inicio	Fin
0	Investigación básica	Análisis de la problemática del cáncer cérvico-uterino y la necesidad de buscar una nueva forma de diagnosticar oportunamente la enfermedad como alternativa al Papanicolaou.	Ago. 2004	Dic. 2004
1	Investigación aplicada tecnológica básica	Identificación de la electrónica como alternativa viable a partir de revisión del estado de arte. Registro de la primer patente en IMPI (México) basada en el posicionamiento de la tecnología.	Ene. 2005	Jun. 2005
2	Validación conceptual	Primera prueba de concepto donde se encontraron limitantes en la tecnología. Se comenzó a integrar elementos de óptica y electrónica que pudieran detectar en tiempo real los inicios de la enfermedad.	Jul. 2005	Ago. 2007
3	Pruebas de concepto II	Segunda versión del prototipo. Identificación de tecnologías similares en el mercado pero sin la posibilidad de ser portátiles. Se ingresaron la segunda y tercera patente en México y Estados Unidos.	Ago. 2007	Jul. 2008

Tabla 3. Metodología TRL para maduración tecnológica.

Nivel	Categoría	Descripción	Inicio	Fin
4	Desarrollo tecnológico	Se mejoró el funcionamiento de la tecnología y en la versión pre-comercial del prototipo. Se realizaron las primeras pruebas en laboratorio in vitro y en pacientes para validación de la segunda prueba de concepto. Se iniciaron estudios de viabilidad comercial.	Sept. 2008	Dic. 2014
5	Desarrollo de prototipo comercial	Se iniciará la validación clínica de la tecnología, el desarrollo del prototipo comercial, la realización de plan de negocios y ruta de comercialización. Inicio de los trámites de registro en COFEPRIS y preparación para registro en FDA (Estados Unidos).	Jun. 2015	Dic. 2017
6	Demostración tecnológica			
7	Primer corrida piloto y pruebas finales reales	Inicio de corridas piloto en manufactura y comercialización de la tecnología. La realización de estas 3 fases está relacionada con los resultados obtenidos en los registros COFEPRIS y FDA que la empresa realice en los siguientes años para poder comercializar la tecnología.	Ene. 2018	
8	Sistema final completo y evaluado a través de pruebas y demostraciones			
9	Entrega de producto para producción en serie y comercialización			

Fuente: Elaboración propia, adaptado de la metodología TRL (EARTO, 2014)

4.4. Los beneficios del dispositivo CaCU

La tabla 4 presenta los beneficios tecnológicos, sociales, económicos y organizacionales del dispositivo CaCU

Tabla 4. Diversos beneficios del dispositivo CaCU

Beneficios tecnológicos	El dispositivo CaCU es superior al método Papanicolau y otras técnicas de citología. El Papanicolau presenta una tasa de especificidad de >90 % y sensibilidad 70-80% para Estados Unidos mientras que en México se habla de una especificidad del 98.3 % y sensibilidad del 59.4 %. En el caso de nuestra tecnología, se tienen identificados porcentajes de 95 % de sensibilidad del 90 % respectivamente (Flores, 2011). Además, al ser una tecnología portátil y de resultado oportuno, permite un diagnóstico más rápido y a un mayor segmente de la población.
Beneficios sociales	Los datos del Censo poblacional 2010 de INEGI indican que 30,181,997 mujeres son mayores de 25 años. Tomando en cuenta la tasa de mortandad bruta (4.8 por cada mil) y el porcentaje de muertes femeninas por tumores malignos (14.1%) reportados por el INEGI para el 2014, se estiman que al año mueren 21,151.54 mujeres por cáncer, de las cuales 14.3% (3,024) es por cáncer cérvico-uterino. El uso de este dispositivo, su disponibilidad y accesibilidad para cualquier mujer, podría significar un aumento en la detección temprana del cáncer cérvico-uterino, disminuyendo así la tasa de mortalidad asociada a esta patología.
Beneficios económicos	Desafortunadamente, por la prevalencia de este padecimiento a nivel mundial, se estima que 3,000,000 de mujeres entre 15 y 60 años padecen cáncer cérvico-uterino. El desarrollo de un dispositivo médico para atender el cáncer cérvico-uterino podría generar ventas estimadas en el primer año de comercialización de $ 45,000,000 de pesos.
Beneficios organizacionales	Esta tecnología representa un caso de éxito para la transferencia tecnológica en México y un ejemplo de referencia para las Oficinas de transferencia tecnológica. Cuenta con todo los elementos interesantes para analizar como son: Propiedad intelectual nacional e internacional, negociación en licenciamiento, búsqueda de fondos públicos para I+D, acceso a fondos de capital de inversión, internacionalización, entre otros. Su divulgación puede aportar conceptos y buenas prácticas para otras OTT en Iberoamérica.

Fuente: Elaboración propia

5. La transferencia tecnológica del dispositivo CaCU a SDM y la creación de OnkoSolutions

En el 2014, dos acciones específicas han aportado elementos de alto valor para la viabilidad comercial de la tecnología.

Por un lado, en septiembre 2014 se firmó un convenio de transferencia tecnológica entre el ITESM y SDM donde se otorga el licenciamiento de la tecnología desarrollada en la Universidad por el equipo investigador. El convenio abarca las siguientes patentes: Título de Patente Mexicana No. 261228; (ii) Título de Patente Mexicana No. 308869; (iii) Título de Patente Mexicana No. 318876; (iv) Solicitudes de patente internacional PCT/MX2006/000011 y PCT/MX2009/000116; y, (v) Solicitud de Patente Estadounidense US2012/0253202 A1, también publicado como US20080188757. Los beneficios de esta acción impactan directamente en la viabilidad comercial debido a que otorgan elementos de libertad para la comercialización tecnológica y la búsqueda de socios comerciales.

La segunda acción, consistió en la creación de otra empresa de base tecnológica en abril 2014 con sede en Estados Unidos denominada Onko SolutionsLlc. con la finalidad de integrar inversionistas privados, realizar el registro ante la FDA (Food and Drug Administration) y preparar la estrategia comercial a nivel internacional.

La participación de la OTT Pragmatec en esta etapa permitió el cumplimiento de diversas metas establecidas en la estrategia de factibilidad tecnológica y viabilidad comercial del dispositivo CaCU. Desde el año 2013 esta tecnología forma parte del portafolio tecnológico de Pragmatec para apoyar a su transferencia tecnológica alcanzado los siguientes resultados:

- Obtención de recursos públicos para la investigación enfocados a la tecnología, aspectos regulatorios, propiedad intelectual y comercialización.
- Mejoramiento en el funcionamiento de la tecnología y el diseño del dispositivo para adecuarlo a las necesidades del mercado.
- Obtención de un convenio de asociación comercial con un fabricante de tecnología similar que cuenta con una cadena de distribución en funcionamiento para el nicho de mercado identificado.
- La apertura de la empresa Onko Solutions en Estados Unidos.
- La obtención de una primera ronda de inversión por 1 millón de dólaresprovenientes de dos fondos de capital de riesgo en México que serán destinados a gastos operativos, comercialización del producto e investigación y desarrollo.

6. Los retos de la vinculación Universidad y empresa

Al momento de entrevistar al equipo de investigación que dio origen al dispositivo CaCU sobre el proceso de vinculación Universidad y empresa, en este caso evaluado mediante la transferencia tecnológica de ITESM a SDM, un investigador hace referencia a las dificultades de la innovación y la vinculación citando la siguiente referencia de Nicolás Maquiavelo (2010): “No hay nada más difícil de emprender, ni más dudoso de hacer triunfar, ni más peligroso de administrar que la elaboración de un nuevo orden”. Esta citación evidencia

la complejidad que tiene la transferencia tecnológica para ser un caso de éxito en la vinculación Universidad - Empresa. A detalle, podemos ver algunos factores que en muchas ocasiones constituyen barreras para lograr una buena vinculación. En particular, estos factores fueron identificados por miembros del equipo líder de investigación en ITESM y de SDM.

6.1. El desarrollo de investigación aplicada pertinente

En otros países como Estados Unidos, o dentro de la Unión Europea, existen programas de vinculación entre la academia y la empresa a la hora de hacer investigación lo que facilita el desarrollo de tecnologías para problemáticas específicas que muchas ocasiones han sido definidas previamente. En México, este tipo de vinculación existe pero aún no está maduro. Un caso de éxito es el Programa de Estímulos a la Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el cual motiva a las empresas a vincular su desarrollo tecnológico con Universidades o Centros de Investigación.

Otro elemento que repercute en esta barrera a nivel nacional es una mayor motivación de los investigadores hacia las publicaciones académicas que al desarrollo tecnológico debido a los procesos de evaluación académica y de investigación actuales.

6.2. La cultura de la innovación en la Universidad

Es frecuente observar en México que muchas ideas con potencial innovador se quedan en laboratorio por la dificultad para llevar los primeros resultados obtenidos a un prototipo o prueba de concepto. Las instituciones no cuentan siempre con recursos adicionales e infraestructura para llegar a estas etapas lo que en muchas ocasiones lleva a los investigadores a no continuar con los avances logrados.

El ITESM tiene la particularidad, de impulsar desde hace más de 10 años, una cultura sólida de la innovación y el emprendimiento en todas sus áreas, incluyendo investigación, lo que ha facilitado la realización de este caso de éxito ya que los investigadores tuvieron apoyos en diversas aspectos como infraestructura, servicios, mentoría, entre otros. Sin embargo, esta cultura de la innovación no se observa en todas las Universidades o Centros de investigación en el país.

6.3. Los apoyos financieros para la investigación y desarrollo

Este proyecto tuvo la oportunidad de recibir recursos económicos públicos en diversos momentos (desde la fase de incubación hasta el desarrollo de prototipos) tanto por el ITESM, como por fondos públicos. Estos recursos permitieron a los investigadores continuar con las fases de desarrollo tecnológico como se mostró previamente en el análisis de TRL. Sin estos apoyos, la tecnología se hubiera quedado en un artículo científico.

En México existe una importante cantidad de programas federales y estatales de fomento a la innovación y el emprendimiento. Sin embargo, la mayoría de los apoyos están destinados a empresas ya constituidas. Esta fue una de las principales razones que llevó a los investigadores a crear la empresa SDM.

6.4. El apoyo institucional en el impulso tecnológico

Por parte del ITESM, el dispositivo CaCU recibió apoyo institucional en diversas áreas. Mediante el programa “células de incubación” se otorgaron recursos para la

creación de la empresa SDM, mentoría en temas de administración y finanzas, y una beca de manutención para el investigador. A través del Hospital San José que forma parte del ITESM, se pudo obtener tejido para las primeras pruebas de laboratorio, mediante las áreas de transferencia tecnológica se vinculó a la empresa con la OTT Pragmatec para avanzar en la parte comercial y búsqueda de inversionistas.El contar con apoyo en otras áreas sustanciales da un soporte al equipo investigador ya que le permite enfocar más tiempo y recursos a los elementos de valor agregado de la tecnología.

En el caso de la transferencia tecnológica, este elementoconlleva retos muy importantes al ser un tema que en la práctica es nuevo para muchas áreas institucionales en las Universidades de México, lo que genera procesos largos, y en algunos casos tortuosos, que requieren aprendizaje y validación de muchas áreas. De ahí que se afirme en este documento que llegar a un proceso de transferencia tecnológica entre una Universidad y una empresa creada por el mismo equipo investigador, es decir una *Spin-off*, constituya un caso de éxito en México.

6.5. La persistencia y motivación del equipo líder

La creencia en un proyecto tecnológico con impacto social que incide en la salud del género femenino ha motivado al equipo líder del proyecto a comunicar de manera efectiva los alcances del dispositivo CaCU, así como lograr avances graduales que hoy se pueden resumir en un dispositivo funcional. Sin embargo, estamos hablando de una historia de 12 años desde las primeras hipótesis. Muchos estudiantes participaron en actividades específicas durante su formación universitaria en este proyecto, pero solo uno de ellos dio seguimiento junto con el equipo líder de investigación para emprender un camino de incertidumbre y retos, pero también de éxitos y satisfacciones.

6.6. La creación de sinergias en áreas donde se requiere apoyo

El equipo que desarrolló el dispositivo CaCU es experto en áreas tecnológicas necesarias para avanzar en la validación de la tecnología. Sin embargo, las primeras presentaciones ante inversionistas potenciales generaban críticas hacia el proyecto al momento de hablar de modelos de negocio o proyecciones financieras. De esta forma, SDM se vio en la necesidad de crear alianzas en áreas comerciales donde requería apoyo. Una de ellas fue la firma del convenio de asociación comercial con el fabricante de una tecnología similar al dispositivo CaCU ya presente en el mercado. Esta colaboración facilitará la creación de una cadena de distribución en funcionamiento para el nicho de mercado identificado para cuando se tenga la tecnología validada por las instituciones regulatorias.

Por otro lado, la colaboración con la OTT Pragmatec acerco a SDM un *expertise* en el área comercial y en la negociación de la tecnología. Durante 3 años aproximadamente, esta colaboración rindió frutos mediante la creación de la empresa OnkoSolutions en Estados Unidos y la obtención de capital de inversión para las fases finales de desarrollo tecnológico y las primeras fases de la etapa comercial.

7. Reflexiones finales

El caso de transferencia tecnológica del dispositivo CaCU entre el ITESM y SDM, un Spin-off surgido del equipo desarrollador de la tecnología, tiene los elementos necesarios para ser considerado un caso de éxito en la vinculación Universidad-Em-

presa en México. Un largo ciclo de vida de 12 años para llevar al mercado una tecnología en el sector salud no se logra sin la presencia de diversos factores que permiten alcanzar resultados graduales: Proponer tecnologías con enfoque comercial;contar con instituciones que corran riesgos en la innovación y que den apoyo al equipo líder a través de servicios complementarios; la presencia de recursos económicos para apoyar las distintas fases del desarrollo tecnológico (desde la investigación hasta las fases pre-comerciales); la motivación y tenacidad de un equipo líder que crea en su proyecto permanentemente; así como identificar y trabajar con actores externos que sumen aceleren procesos clave.

Sin duda, estos no son los únicos elementos que facilitan la vinculación y la transferencia tecnológica en nuestra sociedad. Es muy importante considerar que este apartado aborda un caso de éxito en una institución académica privada, donde las lógicas de los actores, los procesos de decisión y la visión organizacional pueden favorecer la presencia de este y otros casos de éxito. En el sector de la academia pública, la presencia de barreras como los mecanismos regulatorios, el conflicto de intereses, la centralización en el proceso de decisión, los sistemas de compensación de investigadores que premian la actividad científica sin otorgar beneficios por la actividad tecnológica, entre otros, ha mermado la capacidad de proponer soluciones tecnológicas de alto impacto y de llevarlas a la fase comercial.

Se están haciendo cambios importantes en México para atenuar estas barreras como las últimas modificaciones en la Ley de Ciencia y Tecnología, así como a la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos. Sin duda, es posible esperar que casos de éxito como el del dispositivo CaCU se incrementen en el corto plazo.

Bibliografía

Comité Intersectorial para la Innovación (2011), *Programa Nacional de Innovación*, p.87, Secretaría de Economía, México, Distrito Federal.

Cornell University, INSEAD, WIPO (2014). *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor In innovation.* , Ithaca- Geneva, USA-Suiza: Fontainebleau.

EARTO (2014). *The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations.* Recuperado 10/12/2015 http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf

ENSANUT (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. *Instituto Nacional de Salud Pública* Av. Universidad No 655, Col. Sta. María Ahuacatitlán. CP 62100, Cuernavaca, Morelos

Flores, Y.N., Bishai, D.M., Lorincz, A., ... Salmerón, J. (2011, feb.). HPV testing for cervical cancer screening appears more cost-effective than Papanicolau cytology in Mexico. *Cancer Causes Control,* 22(2), 261–272. http://ensanut.insp.mx/doctos/FactSheet_ResultadosNacionales14Nov.pdfhttp://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/innovacion/Programa_Nacional_de_Innovacion.pdf

INEGI (2014). *Mujeres y hombres en México 2014/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía.*México D.F., México: INEGI. (c2015, vii, p. 99).

INEGI (2015). *Censo de población y vivienda 2010, / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.*México D.F., México: INEGI. Recuperado 25/11/2015 http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=17118&c=27769&s=est

Nicolas Maquivelo (2010). *El príncipe.* ALIANZA EDITORIAL

OMS (2015). *Human papillomavirus (HPV) and cervical cancer.* Fact sheet, N°380, Reviewed March 2015 http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs380/en/

Robles, S.C, White, F., Peruga.A. (1996, Dec.).Trends in cervical cancer mortality in the Americas. *Bull Pan Am Health Organ,* 30(4), 290-301.

The Heritage Foundation (2014). *Index of Economic Freedom.* Recovered 25/11/2015 http://www.heritage.org/index

¿Cómo citar este documento?

Sánchez-Trejo, V. G., Seañez-de-Villa, J. M., y Torres-Contreras, H. (2016). El Dispositivo CaCU para atender el cáncer cérvico-uterino. Un caso de éxito de transferencia tecnológica Universidad-empresa con impacto social y tecnológico . En, C. Garrido-Noguera y D. García-Perez-de-Lema. (Coords.). *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica*, vol. 1 - Cap. 26, (pp. 313-326). Ciudad de México, México: UDUAL y la REDUE-ALCUE.

>>Volver a Tabla de Contenido<<

Este libro es resultado de la colaboración entre la *Fundación para el Análisis Estratégico y Desarrollo de la Pyme (FAEDPYME)* y la *Red Universidad-Empresa América Latina y el Caribe – Unión Europea (Red Universidad-Empresa)*, quienes firmaron un acuerdo de colaboración en octubre de 2014.

Vinculación de las Universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.