

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA COOPERACIÓN ENTRE LA INDUSTRIA Y LA UNIVERSIDAD: EJEMPLO DE LA VISIÓN ACTUAL EN VENEZUELA

FUNDAMENTAL ASPECTS OF COOPERATION BETWEEN INDUSTRY AND UNIVERSITY: EXAMPLE OF THE CURRENT VISION IN VENEZUELA

JUAN CARLOS PEREIRA¹

¹Universidad de Carabobo, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Departamento de Química, Laboratorio PHD, Valencia, Venezuela

jcpereir@uc.edu.ve

RESUMEN

La investigación en Venezuela proviene de las universidades venezolanas y de institutos reconocidos y ha estado orientada a sectores específicos. Sin embargo, la colaboración con el sector industrial ha sido llevada en diversos ámbitos que van desde lo sencillo a lo complejo. Pero sin duda alguna falta mucho por consolidar en este terreno. El presente trabajo muestra los aspectos fundamentales de la colaboración entre la industria y la universidad. Visto desde una visión híbrida académica-industrial, se destacan elementos claves para el éxito de esta cooperación. Finalmente, se muestra un ejemplo de un caso venezolano, el Laboratorio PHD para desarrollar el trabajo de investigación desde la universidad para la industria.

Palabras clave: Industria, Universidad, colaboración, empresa derivada universitaria, investigación y desarrollo.

ABSTRACT

Research in Venezuela comes from Venezuelan universities and recognized institutes and has been oriented to specific sectors. However, collaboration with the industrial sector has been carried out in various fields ranging from the simple to the complex. But without a doubt, there is still a lot to consolidate in this field. The present work shows the fundamental aspects of the collaboration between the industry and the university. Seen from a hybrid academic-industrial vision, key elements for the success of this cooperation stand out. Finally, an example of a Venezuelan case is shown, the PHD Laboratory to develop research work from the university to the industry.

Keywords: Industry, University, collaboration, university spin-off, research and development.

INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología que provienen de la investigación tienen la capacidad de direccionarse en diferentes vías. Las universidades por su esencia y naturaleza constituyen los principales centros de generación de investigación. En un contexto de creciente competencia internacional y rápido cambio tecnológico, los gobiernos están motivando activamente la colaboración entre la industria y la universidad como un medio para mejorar la eficiencia de la innovación y, por lo tanto, mejorar la creación de riqueza.

La importancia del crecimiento en el conocimiento y la necesidad de trasladar los resultados de la investigación y en especialmente los nuevos hallazgos científicos lo más pronto posible en actividades económicas han dirigido la atención de los académicos y los políticos en el crecimiento de las llamadas spin off académicas.

Adicionalmente, las relaciones entre la industria y la universidad han estado marcadas por eventos de carácter mundial como los conflictos bélicos. Han sido en estos momentos críticos donde se han dado avances significativos en nuevas tecnologías industriales. La producción de nuevas fuentes de energías y materiales innovadores han sido algunos ejemplos. En Venezuela, una importante razón para el impulso de la vinculación entre la industria y la universidad ha sido la disminución en las fuentes de financiamiento para la investigación. La adquisición de equipos instrumentales, reactivos, materiales y pago del personal en los proyectos, es vital para el desarrollo y promoción de la investigación en las universidades. Es por ello que las diversas formas de colaboración entre la industria y la universidad se han vuelto necesarias para continuar en el funcionamiento de las instituciones. Esto se ha manifestado a través de diversas actividades que dan respuesta a los problemas y situaciones que

vienen del sector productivo.

Las actividades que las universidades realizan para fomentar esta colaboración son:

1. Formación: actividades de capacitación tanto dentro del espacio formal y no formal de educación.
2. Consultorías y servicios: actividades de ejecución de servicios específicos con utilización de resultados de I+D.
3. Vinculación institucional: actividades de vinculación científica y tecnológica hacia distintas instituciones u organizaciones.
4. Difusión: actividades de divulgación de los propios resultados de investigación, comunicaciones a congreso, publicaciones científicas, oferta tecnológica de la universidad.
5. Transferencia de tecnología.
6. Creación de empresas universitarias derivadas de investigación (spin off), parques científicos y tecnológicos.
7. Desarrollo y fortalecimiento a redes de científicas, tecnológicas y de negocio.

Características de la Colaboración entre la industria y universidad (CIU)

Existen tres niveles de colaboración, bajo, alto y profundo, y los vincula a diferentes prácticas de intercambio de conocimiento (McCABE ET AL. 2016). En colaboraciones con bajo compromiso, la empresa es vista como fuente de datos, mientras que todas las actividades de la investigación, son controladas y conducidas por el socio académico. Aquí la industria puede aportar el objeto a investigar (el problema) o también la universidad. El financiamiento desde la industria es bajo o nulo. En el nivel alto, la industria contribuye a través de la identificación de problemas de la investigación,

fundamentando el diseño y recopilación de datos en el contexto de la aplicación y ayudando a los académicos a la toma de decisiones.

En la idealidad en el nivel profundo, el socio industrial asumiría un papel más equitativo con los académicos y contribuiría a la identificación de problemas de investigación, ayuda con la selección de métodos y se dedica a la recopilación de datos y análisis. En la práctica, el papel del socio industrial en el análisis de datos y la teoría el desarrollo es limitado, incluso en colaboraciones profundas. Debido a que los socios industriales carecen del tiempo para analizar los datos y sentirse con bases para participar verdaderamente en una discusión académica (McCABE *ET AL.* 2016). Además, los académicos apenas utilizan los datos producidos por la industria debido a la falta de soporte y profundidad de los datos industriales, por ejemplo, para una publicación académica (CANHOTO *ET AL.* 2016).

Transferencia del conocimiento en la CIU

La capacidad con la que se transfiere el conocimiento depende de tipo y naturaleza del conocimiento. Aquí la comunicación entre ambos socios juega un rol de gran importancia. Los canales de comunicación durante la CIU, son diversos y difieren en su capacidad para transferir conocimientos evidentes y en como manejan sus experiencias propias de cada socio (ALEXANDER *ET AL.* 2013).

Las buenas prácticas de comunicación más frecuentes son: expansión de las fronteras, capacitación y el uso de tecnología.

Los expansores de fronteras son personas que se intercambia entre la academia y la industria durante la colaboración. Por ejemplo, la reubicación de personal de la empresa, la adscripción y el empleo de graduados, estudiantes que realizan parte de la investigación en la empresa. Estas actividades son moduladas por

las estructuras organizacionales respectivas.

Si los socios interactúan a través de reuniones periódicas, es esencial identificar a los destinatarios adecuados dentro de la empresa, que tengan los conocimientos adecuados, lo que requiere tiempo y compromiso.

Los expansores de frontera son efectivos porque facilitan la transmisión del conocimiento y la traducción de los resultados académicos al contexto de la empresa y viceversa (AZEVEDO FERREIRA *ET AL.* 2015). Esto requiere invertir tiempo para desarrollar un lenguaje y un discurso compartido (CANHOTO *ET AL.* 2016). Con el tiempo y a través de una estrecha colaboración, el expansor de fronteras obtiene una mejor comprensión de las necesidades y los conocimientos previos del socio. Esto le permite traducir resultados que facilitan la aplicación y la implementación (GERTNER *ET AL.* 2011). Los industriales que interactúan frecuentemente con los investigadores y siguen el debate en las reuniones académicas obtienen una comprensión más profunda de los métodos de trabajo y el conocimiento producido por los investigadores. Esto ayuda a integrar los resultados de la investigación (McCABE *ET AL.* 2016).

La capacitación y los talleres ayudan a transferir conocimientos evidentes y complejos, además a desarrollar habilidades (AZEVEDO FERREIRA *ET AL.* 2015). Brindan un espacio de deliberación y retroalimentación que aumenta la comprensión de los resultados (McCABE *ET AL.* 2016). El modo de comunicación abierto e interactivo en este tipo de reuniones brinda a los socios industriales la posibilidad de participar más y sentirse más cómodos al dar su opinión (McCABE *ET AL.* 2016).

El uso de prototipos e instalaciones del socio industrial ayuda a integrar el conocimiento y aprender sobre los desafíos de la colaboración (GERTNER *ET AL.* 2011).

Construcción de los objetivos en la CIU

Las diferencias en los objetivos y la cultura organizacional son una barrera para el compromiso académico. Las diferencias en los objetivos se originan en las diferencias en la orientación del mercado (GHOURI *ET AL.* 2016), las prioridades en las normas (AL-TABBAA & ANKRAH 2016) y las diferentes lógicas para compartir el conocimiento (STEINMO 2015). Las diferencias en los objetivos se gestionan mejor mediante una mejor comunicación (BJERREGAARD 2009). Las metas y los resultados deben establecerse al comienzo del proyecto. El uso de planes de proyecto que describan objetivos y resultados podría facilitar esto (CANHOTO *ET AL.* 2016). Las herramientas de gestión de proyectos pueden ser útiles en la comunicación de los avances y la relación entre objetivos y resultados de la colaboración (WALLIN *ET AL.* 2014). Un factor de complicación aquí, es que las diferencias en los objetivos a menudo no se reconocen en la etapa temprana de «luna de miel» de una colaboración, pero se manifiestan durante el desarrollo de la colaboración (ESTRADA *ET AL.* 2016). En esta fase, la selección de las preguntas de investigación reales, los métodos y la asignación de recursos pueden presentar problemas, incluso si estos asuntos parecían claros al principio (ESTRADA *ET AL.* 2016). Se espera que los investigadores se esfuercen lo suficiente para comprender las necesidades del socio industrial. Esto se vuelve especialmente importante durante la fase de compromiso (CANHOTO *ET AL.* 2016). Para los socios industriales es importante la gestión de expectativas sobre lo que se puede lograr en el tiempo disponible y cuándo se pueden esperar resultados (BJERREGAARD 2009; AZEVEDO FERREIRA *ET AL.* 2015).

Valores de los socios académicos

Una norma académica muy valorada es la libertad académica, la autonomía para seguir direcciones interesantes y elegir los propios

problemas y métodos de investigación. Esto puede entrar en conflicto con la elaboración de planes de proyecto estrictos y la especificación de entregables que se alineen con las necesidades industriales. Cuando se persiguen objetivos innovadores una comunicación abierta ayuda en una buena comprensión de las necesidades del socio. Cuando el académico logra su libertad académica, se centran en la investigación fundamental, pero utilizan los desarrollos del mercado para inspirar su investigación. De esta manera, ellos consiguen financiación industrial. Al mismo tiempo, existen estrictas políticas de conflicto de intereses para regular esta actividad.

Las diferencias culturales relacionadas con la aplicación del conocimiento y la voluntad de compartir el conocimiento se relacionan con el hábito académico de publicar los resultados, mientras que los socios industriales prefieren mantener el conocimiento en secreto. Estas diferencias se pueden manejar a través de la gestión de publicaciones y la disposición inicial de los derechos de propiedad intelectual (AZEVEDO FERREIRA *ET AL.* 2015). Sin embargo, organizar la propiedad intelectual demasiado pronto en la colaboración podría influir negativamente en la confianza entre socios (CANHOTO *ET AL.* 2016). La gestión de publicaciones incluye acuerdos sobre qué datos se pueden publicar y permite que el socio industrial autorice la publicación, lo que garantiza que los académicos no publiquen conocimientos confidenciales (AZEVEDO FERREIRA *ET AL.* 2015). Además, brindar al socio industrial la posibilidad de retrasar la publicación para gestionar los derechos de propiedad intelectual, reduce esta barrera (HADJIMANOLIS 2006).

Elementos que ayudan en la colaboración industria-universidad

Se ha demostrado que la confianza influye en la transferencia de conocimientos en las colaboraciones de investigación (BRUNEEL *ET AL.*

2010). Principalmente, porque reduce el miedo al comportamiento oportunista y, en consecuencia, aumenta la disposición a compartir información (STEINMO 2015). La confianza aumenta con la comunicación frecuente entre ambos socios. La confianza en la CIU se ve afectada por dos cosas. En primer lugar, los socios industriales temen que el socio académico no esté trabajando en los mismos objetivos, debido a las diferencias institucionales, y que los académicos utilicen al socio industrial como fuente de dinero (ULHØI *ET AL.* 2012; AL-TABBAA & ANKRAH 2016). En segundo lugar, existe el temor de que los socios académicos, sin querer, compartan conocimientos confidenciales con otras empresas, debido a la falta de experiencia en el manejo de conocimientos confidenciales (ULHØI *ET AL.* 2012). Esto último se puede prevenir brindando capacitación en secreto y utilizando una estrategia de gestión dividida. Lo que significa que los académicos que trabajan para diferentes empresas no deben mezclarse en proyectos de investigación (ULHØI *ET AL.* 2012). El miedo a la falta de intereses comunes se reduce mediante la construcción de los lazos y la experiencia de colaboración con el socio en particular (PINHEIRO *ET AL.* 2015). Las reuniones frecuentes en la etapa de iniciación también ayudan a fusionar objetivos, manténgalos alineados y aumente la confianza (PLEWA *ET AL.* 2013b).

Lo que se necesita para generar confianza también depende de la etapa de colaboración. En la etapa de iniciación, la confianza se basa principalmente en la reputación y las experiencias previas con el socio (PLEWA *ET AL.* 2013). Como resultado, reputación académica y vínculos personales previos son impulsores importantes para establecer colaboraciones (PINHEIRO *ET AL.* 2015). También se ha reportado que la calidad de la investigación es menos importante para establecer la colaboración que la aplicabilidad, en el sentido de «disposición para usar» (MUSCIO & POZZALI 2013), del conocimiento que se producirá.

Compartir espontáneamente conocimientos interesantes que no están directamente relacionados con el proyecto específico, la experiencia y las colaboraciones exitosas anteriores hacen que los socios sientan que el otro está realmente interesado en lo que se necesita y mejora la comprensión de las necesidades del socio (PINHEIRO *ET AL.* 2015; AL-TABBAA & ANKRAH 2016). Por lo tanto, a menudo se recomienda comenzar con proyectos pequeños, como proyectos de estudiantes, y construir colaboraciones más complejas y preguntas más fundamentales a partir de ahí (PINHEIRO *ET AL.* 2015). De esta manera se pueden desarrollar capacidades gerenciales y el trabajo académico se puede alinear con los desafíos empresariales (PLEWA *ET AL.* 2013; PINHEIRO *ET AL.* 2015).

La confianza también influye en la gestión contractual y organizativa de la colaboración. La confianza da como resultado acuerdos contractuales menos formales (ULHØI *ET AL.* 2012). Cuando no se esperan derechos de propiedad intelectual, la colaboración suele estar formada por memorias de entendimiento o documentos estándar de la oficina de transferencia de tecnología en lugar de contratos legales. Adicionalmente, la confianza se refleja en la ausencia de mecanismos formales de control. La coordinación a menudo se lleva a cabo de manera informal entre los gerentes de proyecto de ambos lados. (BARNES *ET AL.* 2002; MORANDI 2013). Esto puede generar confusión cuando los socios universitarios tienen varios investigadores senior y no está claro quién tiene el control (BARNES *ET AL.* 2002). Por lo tanto, se ha recomendado designar a una sola persona de ambas organizaciones como enlace (MORANDI 2013).

Para alinear los objetivos, los proyectos a menudo comienzan con un plan de proyecto, que asigna tareas, responsabilidades e hitos en detalle (BARNES *ET AL.* 2002; MORANDI 2013). Estos planes rara vez se actualizan a medida que se desarrolla el trabajo y pronto se vuelven

obsoletos. El riesgo en este tipo de trabajo es que los proyectos se desvíen de los planes originales, o que los cambios en los planes no están bien administrados y dan lugar a una discusión posterior. Las colaboraciones que involucran investigaciones mutuamente dependientes son excepciones, es más probable que estos planes se actualicen para coordinar actividades (MORANDI 2013).

Aunque los socios esperan estar informados, los informes juegan un papel menor en esto y, por lo general, solo se compilan al final de cada fase y se perciben como material de archivo (MORANDI 2013). Preferiblemente, los resultados se discuten en entornos informales y reuniones regulares de progreso, o de manera informal por correo electrónico (discusiones) y teléfono (ULHØI *ET AL.* 2012; MORANDI 2013).

En un contexto de creciente competencia internacional y rápido cambio tecnológico, los gobiernos están alentando activamente las colaboraciones entre las universidades y la industria como un medio para mejorar la eficiencia de la innovación y, por lo tanto, mejorar la creación de riqueza.

Un tema importante para los responsables de la formulación de políticas gubernamentales y quienes se preocupan por los presupuestos de investigación es el funcionamiento de la interfaz entre las universidades y la industria para garantizar que la investigación explotable se transfiera a la industria de manera rápida y exitosa para contribuir al crecimiento y el bienestar de la economía. Por lo tanto, las universidades están poniendo cada vez más su atención en fomentar la CIU en respuesta a la política gubernamental y también como una política estratégica institucional.

Participación y aportes de la universidad

Las universidades ofrecen un amplio acceso a

investigación y en su infraestructura, mientras que la industria ofrece un amplio acceso a una amplia gama de experiencia en desarrollo/comercialización de productos, conocimiento del mercado (SHERWOOD *ET AL.* 2004) y oportunidades de empleo para graduados universitarios (LEE & WIN 2004). Por lo tanto, las universidades pueden estar motivadas para construir relaciones con la industria para aprovechar estas fortalezas en beneficio mutuo.

Si bien las subvenciones del gobierno promueven nuevas iniciativas de CIU (HARMAN & SHERWELL 2002), las crecientes presiones sobre las fuentes públicas de financiamiento para las universidades han brindado un fuerte incentivo para que las universidades también busquen fuentes alternativas de ingresos potenciales para la investigación básica y el equipo a través de medios como la comercialización de la investigación del profesorado y la explotación de los derechos de propiedad intelectual o la concesión de licencias de patentes, a fin de reducir su dependencia del erario público el financiamiento de la industria suele implicar menos trámites burocráticos que la financiación pública. Los miembros de la facultad pueden estar motivados por ganancias financieras personales para entablar relaciones con la industria.

En particular, el crecimiento de nuevos conocimientos ha ejercido una enorme presión sobre los recursos de las universidades, lo que las ha obligado a responder estableciendo alianzas con la industria para mantenerse a la vanguardia en todas las áreas temáticas. Los científicos universitarios suelen ver estos vínculos como un terreno fértil para desarrollar y probar teorías, perfeccionar sus habilidades, capacitar y ubicar a sus estudiantes (CYERT & GOODMAN 1997).

Las universidades colaboran con la industria para exponer a académicos y estudiantes a entornos industriales, los conocimientos más

actualizados de la investigación industrial, estudios de casos de instrucción y problemas prácticos a través de proyectos. Todo esto contribuye al desarrollo del currículo y mejora la calidad

de la enseñanza (SANTORO & GOPALAKRISHNAN 2000). Existe un incentivo importante para que las universidades se asocien con la industria y es la publicación en revistas especializadas, ya que producir información de acceso público enfatizaría la misión original de las universidades en la difusión del conocimiento (NEWBERG & DUNN 2002).

Todo esto ayuda a mejorar el prestigio de las universidades (MORA-VALENTIN 2000). También existe una creciente presión social (política y pública) sobre las universidades para que demuestren una mayor responsabilidad social, espíritu empresarial y relevancia económica general para la sociedad (COHEN *ET AL.* 1998). Esta presión motiva a las universidades a entrar en formas de cooperación con la industria a través del intercambio o difusión de conocimiento y tecnología (SIEGEL *ET AL.* 2003a), para permitirles contribuir al desarrollo económico (BLUMENTHAL 2003). Un motivo principal de los científicos universitarios es el reconocimiento dentro de la comunidad científica industrial, que típicamente proviene de publicaciones conjuntas, presentaciones en conferencias prestigiosas y becas de investigación. Además, el apoyo de la industria ayuda a los profesores a realizar investigaciones que les permitan alcanzar la eminencia académica.

Papel de la industria en la colaboración

Los gobiernos se han visto obligados, por los rápidos cambios globales en el entorno competitivo y tecnológico, a tomar medidas para apoyar las interacciones de investigación entre los dos sectores, ya que los gobiernos creen que las universidades podrían ayudar en la regeneración económica (Mora-Valentin 2000) si

difunden sus conocimientos y experiencia a través de asociaciones vinculadas a la industria.

Una motivación para que la industria ingrese a la CIU es buscar comercializar tecnologías basadas en universidades para obtener ganancias financieras (SIEGEL *ET AL.* 2003). Para poder hacerlo, muchas empresas desean derechos exclusivos sobre las tecnologías que se generan. Por lo tanto, les preocupa mantener el control sobre la dirección de la investigación de las universidades (NEWBERG & DUNN 2002), así como el control de propiedad sobre las tecnologías.

Otra motivación para que la industria ingrese a las CIU es obtener acceso a estudiantes para pasantías de verano o contratación (ANKRAH *ET AL.* 2013). La mayoría de los programas de investigación de la UIC tienen como objetivo la contratación de los mejores estudiantes como resultado de la interacción (FELLERA *ET AL.* 2002). Los miembros de la facultad o investigadores senior también pueden ser contratados para consultar durante el tiempo que se les permite trabajar fuera de las universidades (PERKMANN *ET AL.* 2011).

Desde el punto de vista de la eficiencia, **existen** varias motivaciones de la industria para entrar en cooperación con las universidades.

Las universidades y la investigación de la industria pueden mejorar las ventas de las empresas, la productividad de I + D, y la actividad de patentamiento (COHEN *ET AL.* 1998). Las empresas también se asocian con universidades debido a la posibilidad de beneficiarse financieramente de los resultados fortuitos de la actividad de investigación, productos innovadores, ahorro de costos, especialmente aquellos relacionados con la creación y explotación del conocimiento (GEORGE *ET AL.* 2002), todo lo cual podría dar a una empresa ventaja competitiva y mejorar su desempeño financie-

ro (GRANT 1996). Otra motivación es el estímulo de los gobiernos a la investigación y el desarrollo (I+D) y el crecimiento de la tecnología mediante el uso de instrumentos financieros como subvenciones y créditos fiscales, así como la creación de un entorno legal que apoye la I+D (BARNES *ET AL.* 2002). Además, el desarrollo del capital humano, incluida la educación profesional continua (SANTORO & GOPALAKRISHNAN 2000), el acceso a tecnologías de punta con carácter multidisciplinario y las instalaciones de investigación/experiencia de última generación también son motivos de la industria, ya que ayudan a mitigar el impacto de los actuales ciclos de vida del producto más cortos y, por lo tanto, mejorar la ventaja competitiva (BONARCCORSI & PICCALUGA 1994). A través de CIU, una empresa puede obtener acceso a una fuente de nuevas tecnologías competitivas que hacen que la distancia entre diseño y producción sea relativamente corta (SANTORO & GOPALAKRISHNAN 2000). Esto permitiría recuperar los costos de desarrollo de un producto específico rápidamente, ya que los acuerdos pueden implicar actividades aguas abajo como el desarrollo y la creación de prototipos.

Al igual que en las universidades, se reconoce que el cambio a la economía basada en el conocimiento actual es un factor motivador para que la industria establezca relaciones con las universidades (SANTORO & BETTS 2002). La investigación académica aumenta la capacidad de las empresas para resolver problemas complejos específicos. Las CIU son una excelente manera de crear y estimular empresas de base tecnológica, en particular las PYME para el crecimiento empresarial (KLOFSTEN *ET AL.* 1996). La falta de I+D interna por parte de la industria. La falta de capacidad interna de la industria para realizar investigación tecnológica es una motivación valorada por los industriales. Para las empresas con I+D, se valora la colaboración, ya que reduce el riesgo y estira los recursos limitados, como el humano y el capi-

tal. Además, el acceso a redes de investigación que involucran a otras universidades y empresas, así como el potencial de colaboraciones más complejas en forma de consorcios que involucran múltiples empresas, universidades y otras colaboraciones, son motivaciones para que la industria colabore con universidades (GEORGE *ET AL.* 2002). Las empresas pueden mejorar su imagen y reputación al asociarse con una institución destacada. Las relaciones con organizaciones establecidas y de buena reputación, como las principales universidades de investigación, podrían mejorar la legitimidad de una empresa a los ojos de otras partes interesadas poderosas.

Empresas derivadas universitarias (spin off)

Nuevos negocios fundados por académicos son muy importantes para los cambios estructurales dirigidos a negocios basados en el conocimiento.

La importancia clave de la creación de las spin off es su contribución en la transferencia de conocimiento y tecnologías. El poco financiamiento y la falta de personal calificado son desventajas de las spin off. Toman sus propias decisiones y trabajo independiente motiva a los fundadores de las spin off. Mantener el contacto con la academia es vital para las spin off. Buenas conexiones de transporte, buena infraestructura y el talento humano son las mejores razones para que las spin off estén ubicadas cerca de su incubador (universidad).

Algunas spin off son fundadas por ex-miembros de la academia que pasan un tiempo trabajando en la industria. De esa manera ellos pueden combinar su saber-hacer científico con el conocimiento del mercado y su cartera de clientes.

Ellos sirven como un canal de transferencia complementando otras vías de intercambio de conocimiento entre la academia y la economía

tales como, cooperación en investigación y desarrollo, movilidad de personal, difusión de nuevos hallazgos mediante publicaciones, patentes y comunicaciones informales entre científicos e industriales.

Experiencia Venezuela: caso Laboratorio PHD de la Universidad de Carabobo

El petróleo en Venezuela fue la fuente impulsora de la industrialización en el país. El aprovechamiento de la transformación de los hidrocarburos en las refinerías creadas dio el camino para la creación de un gran sector industrial (MELCHER 1992). Una evidencia en Venezuela es que la creación de instituciones gubernamentales en pro de la ciencia y la tecnología no necesariamente indica un crecimiento en la investigación y desarrollo en las universidades y centros de investigación. El papeleo y la burocracia juegan en contra del rápido y eficaz desempeño de estas instituciones (RANGEL-ALDAO 2008). La promulgación de la Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Innovación (LOCTI) mostró un posible cambio en las políticas gubernamentales para impulsar a las universidades y centros de investigación. Desde la visión del Mercosur es Estados Unidos quien lleva la punta de lanza en los sistemas de propiedad intelectual en los desarrollos de la ciencia y la tecnología. Para esta comunidad es el estado una parte fundamental en la colaboración industria y universidad (ZURBRIGGEN & GONZÁLEZ-LAGO 2010).

La relación entre la industria y la universidad en Venezuela ha tenido diferentes etapas. En estos momentos donde la situación económica se ha agravado por la pandemia Covid 19, el trabajo de investigación desde las universidades se ha visto disminuido notablemente. Eso se percibe en gran número de laboratorios cerrados y grupos de investigación desintegrados. Además, la salida del país de gran número de investigadores ha impulsado este fenómeno. La búsqueda de mejores salarios y equipamiento

modernos, han movido a académicos a universidades e instituciones en otros países. La falta de financiamiento de las fuentes comunes FONACYT y CDCH, dejó sin recursos a los académicos del país. Es importante destacar que proyectos impulsados desde el gobierno como fue el caso de agenda petróleo, buscaron promover la interacción de la academia con la industria petrolera nacional. Buenas sumas de financiamiento fueron otorgados a proyectos en las diferentes universidades del país. Sin embargo, la ausencia de un verdadero engranaje entre ambos actores impidió una verdadera transferencia de tecnología desde las universidades a la industria. Los mecanismos de supervisión y seguimiento en estos proyectos son vitales para el éxito de la transferencia. En Venezuela, existen casos exitosos del desarrollo de tecnología para el sector industrial, uno de ellos es el laboratorio FIRP de la Universidad de los Andes. FIRP es una referencia a nivel internacional en investigación y en el desarrollo de proyectos para el sector industrial. También, el laboratorio de espectroscopia laser de la Universidad Central de Venezuela, mantiene fuerte investigación para el sector industrial nacional e internacional. En este mismo contexto se funda el laboratorio PHD de la Universidad de Carabobo, para dar respuesta al sector industrial de la región central y formar vínculos con investigadores nacionales e internacionales. Desde su fundación en el año 2004, ha crecido bajo la visión de un país enmarcado en una realidad cambiante. Por ello ha evolucionado para dar respuesta a las necesidades actuales del país. Debido a esto se han creado lazos entre ambas instituciones buscando continuar con el desarrollo e investigación enfocados a nuevas tecnologías. Desde el laboratorio PHD se han desarrollado las siguientes actividades:

- Entrenamiento a personal para pericias específicas.
- Análisis a muestras y productos comerciales

de empresas.

-Proyectos de investigación en nuevas tecnologías para el sector industrial.

-Organización de eventos científicos para divulgar y vincular a la industria y universidad.

La existencia de un programa de postgrado con vinculación industrial también ha permitido aumentar las interacciones entre ambas instituciones. El doctorado en química tecnológica, de la facultad experimental de ciencias y tecnología, de la Universidad de Carabobo, posee entre sus estudiantes mucho personal de la industria que ha iniciado su formación doctoral con temas de tesis de alta vinculación industrial. Estos estudiantes de doctorado son protagonistas en la CIU como expansores de fronteras haciendo más fácil la comunicación entre los socios.

Modelo venezolano de empresa derivada universitaria.

En el futuro cercano el laboratorio PHD podría convertirse, después de aprobar y cumplir los pasos requeridos, en una empresa derivada. La spin-off PHD technology, podría tener como misión principal el desarrollo de formulaciones químicas, basados en la experiencia y conocimiento del personal del laboratorio PHD sobre los fenómenos interfaciales, surfactantes, polímeros y aditivos químicos que permiten modular las propiedades fisicoquímicas de productos químicos con diversas aplicaciones para el sector industrial en general.

Las investigaciones del laboratorio PHD en los fenómenos interfaciales esta soportada en publicaciones arbitradas, comunicaciones y participación en congresos nacionales e internacionales, tesis de pregrado y postgrado. Además de la colaboración con el sector industrial en diversos proyectos de consultoría, forma-

ción de talento humano, investigación y desarrollo, entre otros.

El laboratorio PHD está conformado por el siguiente personal:

- a) Investigadores de la Universidad de Carabobo
- b) Estudiantes de pregrado de la Universidad de Carabobo.
- c) Estudiantes de postgrado Universidad de Carabobo.
- d) Egresados de la Universidad de Carabobo, pertenecientes al laboratorio PHD.
- e) Personal y otros profesionales asociados al laboratorio PHD.

Recursos disponibles

Este proyecto parte de la capacidad instalada e infraestructura del laboratorio PHD. Desde sus inicios este laboratorio se ha especializado en investigación aplicada al sector académico e industrial. Sus equipos y materiales en sus espacios físicos le han permitido acumular una gran productividad reflejada en la **tabla 1**: 200 tesis especiales de grado, Trabajos de maestría y tesis doctorales, 80 artículos publicados en revistas arbitradas, capítulos de libro, 100 comunicaciones a congresos nacionales e internacionales.

Además, se han desarrollado más de 30 proyectos de investigación para el sector industrial. En el campus de la Universidad de Carabobo, se cuenta con facilidades e instalaciones que apoyan el buen desenvolvimiento de actividades de investigación y desarrollo para los aliados industriales del laboratorio PHD.

La ubicación de la Universidad de Carabobo

Tabla 1. Productividad científica del laboratorio PHD.

Producto	Cantidad	Fuente
Tesis de postgrado	8	Universidad de Carabobo
Tesis de pregrado	192	Universidad de Carabobo
Artículos	80	America Chemical Society, Elsevier, Scielo, Springer
Comunicaciones a congresos	100	Sociedad venezolana de Química, ASOVAC, PETROPHASE, ECIS, Congreso de Microscopia Electrónica,

en el corazón de la región central, y su cercanía al principal puerto del país, la hacen atractiva para el asentamiento de la empresa PHD Technology.

Participación de la Universidad de Carabobo en la spin off: PHD Technology.

La universidad podrá contribuir a las actividades de la empresa creada mediante alguna de las modalidades siguientes:

1. Participando directamente en el capital de la empresa a través de aportaciones de cualquier naturaleza. En esta modalidad:

a) La universidad se reserva el derecho a participar en el capital de las empresas, por regla general y salvo casos debidamente justificados, la participación de esta institución en la empresa será temporal.

b) La contraprestación para la obtención de la participación en el capital de la empresa podrá consistir en aportes en especie, dinero, servicios y asesoramiento o bien la cesión de derechos de propiedad intelectual y/o industrial que sean propiedad de la universidad y que la em-

presa derivada necesite para su desarrollo.

c) Los aportes al capital de una empresa realizados por personal vinculado a la universidad a título particular no se considerarán en ningún caso aportes de la universidad.

2. Cediendo o licenciando patentes o cualquier otro título que permita la explotación,

mediante remuneración, de derechos de propiedad industrial o intelectual.

Contribución de PHD Technology a la Universidad de Carabobo.

1. Soporte a los servicios básicos dentro del campus: mantenimiento de áreas verdes, seguridad y vigilancia, generación de empleos directos e indirectos.

2. Financiamiento directo a la investigación en la Universidad de Carabobo.

3. Formación de talento humano.

4. Fortalecimiento a los postgrados en la Universidad de Carabobo.

5. Contribución con el crecimiento económico de la región.

Las empresas derivadas universitarias venezolanas podrían convertirse en una solución donde los investigadores universitarios podrían transferir tecnología al sector industrial. Esta vía podría ayudar en la adquisición de fondos para el funcionamiento de las universidades. Existen otros modelos que actualmente se desarrollan dentro de las universidades venezolanas por investigadores dentro de la CIU. Estas experiencias exitosas serán las guías para establecer los mecanismos de trabajo que pueden lograr la transferencia de tecnología desde la investigación hacia la economía.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo están documentados los conceptos y elementos que resaltan en una colaboración entre la industria y la universidad.

La comunicación entre los socios de la cooperación es fundamental para lograr la transferencia del conocimiento entre ambos.

Identificar los aportes desde ambas instituciones que permitan agilizar y facilitar la comunicación resulta en una etapa clave.

Los expansores de frontera son actores importantes que permiten que los socios industriales y académicos puedan discutir e interpretar los resultados de la cooperación de manera rápida y comprensible.

Las publicaciones científicas, producto de la CIU, son los mejores indicadores del éxito.

La empresa derivada universitaria viene a ser el modelo que podría representar una solución para el funcionamiento de la ciencia y tecnología en Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER A. T. & CHILDE S. J. 2013. Innovation: A knowledge transfer perspective. *Prod. Plan. Control.* 24(2-3): 208-225.
- AL-TABBAA O. & ANKRAH S. 2016. Social capital to facilitate 'engineered' university-industry collaboration for technology transfer: A dynamic perspective. *Technol. Forecast. Soc. Change.* 104: 1-15.
- ANKRAH S. N., BURGESS T. F., GRIMSHAW P. & SHAW N. E. 2013. Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit. *Technovation.* 33: 50-65.
- AZEVEDO-FERREIRA M. L. & REZENDE-RAMOS R. 2015. Making university-industry technological partnerships work: A case study in the Brazilian oil innovation system. *J. Technol. Manag. Innov.* 10(1): 173-187.
- BARNES T., PASHBY I. & GIBBONS A. 2002. Effective university-industry interaction: A multi-case evaluation of collaborative R&D projects. *Eur. Manag. J.* 20(3): 272-285.
- BJERREGAARD T. 2009. Universities-industry collaboration strategies: A micro-level perspective. *Eur. J. Innov. Manag.* 12(2): 161-176.
- BLUMENTHAL D. 2003. Academic-industrial relationships in the life sciences. *N. Engl. J. Med.* 349: 2452-2459.
- BONARCCORSI A. & PICCALUGA A. 1994. A theoretical framework for the evaluation of university-industry relationships. *R. D. Manag.* 24: 229-247.
- BRUNEEL J., D'ESTE P. & SALTER A. 2010. Investigating the factors that diminish the