

Consejo de Educación de Puerto Rico

**Análisis de la relación entre las actividades
de investigación y desarrollo (I+D) en las
universidades de Puerto Rico y el
desarrollo empresarial**



**Manuel Lobato Vico, Ph.D.
José I. Vega Torres, Ph.D.**

Febrero 2014

Consejo de Educación de Puerto Rico

Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial

FEBRERO 2014

Manuel Lobato Vico, Ph.D.
Investigador Principal

José I. Vega Torres, Ph.D.
Investigador Consultor

Ayudantes de investigación:
Anais Negrón Brand
Angelis Vázquez Pérez

Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

Consejo de Educación de Puerto Rico

Lcdo. Ricardo Aponte Parsi
Presidente

Prof. David Báez Dávila
Director Ejecutivo Interino

Jaime Calderón Soto, Ph.D.
Director
Área de Evaluación, Planificación, Estadísticas e Investigación

El Consejo de Educación de Puerto Rico, tiene la responsabilidad de fomentar la investigación, conducir estudios para monitorear los procesos de la educación y acopiar información estadística confiable que permita la formulación de política pública sobre la educación en Puerto Rico.

Nos gustaría recibir sus comentarios o sugerencias sobre este u otros productos o informes. Puede enviar sus comentarios a jcalderon@ce.pr.gov o a:

Consejo de Educación de Puerto Rico
P.O. Box 19900
San Juan PR 00910-1900

La página electrónica del Consejo es <http://www.ce.pr.gov>

Este informe fue preparado para el Consejo de Educación de Puerto Rico bajo el Contrato 2013-000032. La mención de productos, nombres comerciales u organizaciones no implica su endoso por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Cita sugerida

Lobato Vico, M. & Vega Torres, J., (2014). *Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial*. San Juan, Puerto Rico: Consejo de Educación de Puerto Rico.

Información de contacto

Manuel Lobato Vico Ph.D.
manuel.lobato@upr.edu

Resumen Ejecutivo

Meta y trasfondo del estudio

- La meta de esta investigación es entender el vínculo que existe en la actualidad entre actividades de investigación y desarrollo (I+D) académicas y el desarrollo empresarial en Puerto Rico, y estudiar experiencias de otros países que permitan fortalecer ese vínculo y multiplicar su impacto sobre el desarrollo económico de Puerto Rico.
- Este proyecto nace de una convocatoria del Consejo de Educación de Puerto Rico para proyectos de investigación dirigidos a determinar cuál es la relación empresa-universidad y el impacto de esa relación en el desarrollo económico de Puerto Rico.

Metodología

- La investigación que se llevó a cabo duró 12 meses, y se basó en la realización de 80 entrevistas a diferentes grupos relacionados con la innovación académica y su comercialización (investigadores, estudiantes, directores de centros de investigación, directores de centros de promoción de empresas, decanos, empresarios, inversores y personas vinculadas a la política pública en este tema).
- Se realizó también acopio de datos y estadísticas sobre patentes en Puerto Rico y de inversión en I+D académica, entre otras, así como información sobre iniciativas empresariales creadas que están vinculadas con investigadores académicos. Además se realizó una extensa revisión de bibliografía y documentos.
- La selección de personas a entrevistar se hizo de acuerdo a listados de patentes y proyectos de fondos externos en las universidades, así como por referencias de otros entrevistados y revisión documental. La muestra incluye a los responsables del 57% de las patentes académicas concedidas desde 2009 al presente. Todas las entrevistas las realizó el investigador principal personalmente.

Principales hallazgos

- La Bayh-Dole Act de 1980 concedió la propiedad de las innovaciones a las universidades, para promover su comercialización. Para implementar esta oportunidad, las universidades constituyeron oficinas de transferencia de tecnología (OTTs), pero la experiencia después de más 30 años es que han sido pocas las universidades que han logrado obtener ingresos significativos de este proceso, y cuando lo han hecho ha sido con pocos productos.
- Sólo el 3% de la inversión en I+D académica es financiada por empresas en Puerto Rico, 5% en Estados Unidos.

- En Estados Unidos por cada licencia de patente concedida se han invertido en I+D \$13.5 millones, en promedio, y por cada *spin-off*, es decir, iniciativas empresariales generadas para explotar una innovación académica, \$88 millones en promedio. En Estados Unidos y Canadá sólo el 1 ó 2% de las innovaciones patentadas acaban comercializándose y generando ingresos.
- Se identificaron 52 patentes académicas en Puerto Rico, 46 de investigadores de la Universidad de Puerto Rico (UPR) y 6 de investigadores de universidades privadas. Diez de las patentes no son propiedad de la universidad, sino de sus investigadores. La obtención de patentes académicas en Puerto Rico es un fenómeno relativamente nuevo, adquiere impulso en los últimos 10 años.
- Estas 52 patentes representan el 12.8% de las patentes concedidas a personas o entidades de Puerto Rico desde el 2001. Esta proporción es mucho más elevada que la de patentes de universidades en Estados Unidos (3.6%).
- El 68% de los investigadores con patentes entrevistados han solicitado más de una patente (entre los que tienen iniciativas empresariales la cifra sube a 80%). En promedio dedican la mitad de su tiempo a investigación. Los investigadores entrevistados están mucho más orientados a la publicación en *journals* que a la creación de patentes, acorde con su percepción de lo que es una investigación exitosa.
- La experiencia en Puerto Rico en concesión de licencias sobre patentes es muy limitada. No es una fuente de ingresos para los proyectos de investigación.
- Se identificaron al menos 6 *spin-offs* académicas en Puerto Rico vinculadas a profesores que cumplen con la definición adoptada, así como investigadores muy activos en la comercialización de innovaciones mediante la colaboración con otras empresas y también *spin-offs* de estudiantes.
- El número de patentes, de licencias concedidas de las patentes y de *spin-offs* creadas en las universidades de Puerto Rico está por debajo del promedio de universidades de Estados Unidos con niveles de inversión en I+D similares, aunque en los últimos dos o tres años se estarían acercando a esos promedios.
- Según la revisión de bibliografía, entre los factores que más influyen a nivel internacional en que los investigadores académicos busquen la comercialización de sus innovaciones están la experiencia previa de los propios investigadores en proyectos de mentores con *spin-offs* (fuera de Puerto Rico) o de ellos mismos como empresarios o colaborando con empresas. Otros factores importantes son la calidad y cultura de las universidades, sus sistemas de incentivos y de apoyo, el capital social y el acceso a *venture capital*, así como la estructura económica del entorno.
- La principal motivación para los investigadores entrevistados que realizan actividades de transferencia de conocimiento en Puerto Rico es tener influencia en el destino de su comunidad o de la sociedad, así como el deseo de desarrollar una aplicación práctica de su investigación.

- Los principales obstáculos señalados por los investigadores en Puerto Rico para las actividades de transferencia de conocimiento son la falta de tiempo, la falta de apoyo por parte de la universidad y la estructura del sistema de incentivos. Las quejas en torno a la falta de apoyo se refieren sobre todo a la pasividad de la universidad, normalmente no implican que la universidad obstaculice los procesos de protección de la propiedad intelectual y el desarrollo de iniciativas comerciales (aunque en algunos casos sí hubo esta interpretación)
- Patentar una innovación tarda significativamente más tiempo en la UPR que en universidades de Estados Unidos y el nivel de comercialización por la UPR es muy bajo, ni los investigadores ni sus proyectos están recibiendo ingresos por concepto de concesión de licencias. La concentración de la toma de decisiones en la Administración Central de la UPR se percibe como perjudicial para los mejores intereses de la institución. El volumen de patentes de las universidades privadas es muy reducido.
- El ratio de aprobación de programas SBIR a propuestas de Puerto Rico es muy reducido (5%, frente al 17% en Estados Unidos, entre 2007 y 2011).
- Estudios sobre universidades en Estados Unidos identifican que las OTTs deberían contar con más recursos y con competencias muy especializadas. Las OTTs marcan como su principal objetivo la generación de ingresos vía concesión de licencias, en lugar de tratar de introducir la mayor cantidad posible de innovaciones en el mercado o promover el desarrollo empresarial.
- Reconociendo los obstáculos a la comercialización de innovaciones y las limitaciones de las OTTs en Estados Unidos, varios artículos académicos recientes han propuesto cambiar de modelo, de manera que en lugar de girar todo el proceso alrededor de la OTT, la universidad ceda al investigador académico la propiedad de sus innovaciones. Esto podría aliviar los principales obstáculos, ya que simplificaría y agilizaría los procesos de toma de decisiones, y aumentaría sus incentivos.
- La experiencia de una universidad en Canadá y de algunos países europeos avalan este *modelo de propiedad del inventor*, ya que se crean *spin-offs* académicas con mucha mayor frecuencia. Los resultados del estudio de campo realizado en Puerto Rico también apuntan hacia una propensión mucho mayor a desarrollar iniciativas empresariales por parte de los investigadores que son dueños de sus propias patentes.
- Bajo el modelo de propiedad del inventor sigue siendo esencial contar con una buena infraestructura de apoyo al innovador para lograr la comercialización exitosa de sus innovaciones. El sistema de apoyo ha sido importante para las *spin-offs* identificadas en Puerto Rico.

Recomendaciones

- Se recomienda adoptar en Puerto Rico el modelo de propiedad del inventor de manera generalizada en todas las universidades, y de forma paralela, fortalecer el sistema de apoyo a la comercialización de innovaciones y la creación de empresas, dentro y fuera de las universidades. Se recomienda descentralizar los sistemas de apoyo al innovador, a nivel de recinto.
- Se recomienda dar prioridad al establecimiento de relaciones diversas y duraderas con las empresas y también reconocer la importancia que tienen varias formas de transferencia de conocimientos que no implican generar o vender propiedad intelectual.
- Las empresas buscan en las colaboraciones con universidades tener acceso a investigación exploratoria, fuentes de información para proyectos nuevos, asistencia en la solución de problemas, servicios específicos, reclutamiento de egresados y formación para sus empleados.
- Se recomienda crear un portal de internet con un inventario de los proyectos e intereses de los investigadores académicos, sus patentes e innovaciones, así como las áreas en las que las empresas están invirtiendo en I+D en Puerto Rico. A través de este portal se podrían desarrollar mecanismos de comunicación eficientes entre universidades y empresas, y enlazar con servicios que proveen agencias de gobierno y otras entidades.
- Se recomienda fortalecer el currículo para estudiantes de ciencias y de ingeniería en temas de administración de empresas e innovación, así como la formación continua de investigadores en estos temas. Ya existen referentes de iniciativas en recintos de la UPR y de universidades privadas con resultados alentadores que pudieran fortalecerse y reproducirse a mayor escala.
- Se recomienda a las universidades reclutar profesores con experiencia empresarial y valorar la generación de *invention disclosures* y de patentes, las iniciativas de comercialización de innovaciones y los contratos con la industria en los procesos de contratación y ascenso.
- Se recomienda apoyar que las experiencias de post-doctorado se adquieran junto a investigadores con iniciativas empresariales fuera de Puerto Rico, potenciar los programas de internados y extenderlos a profesores, y crear un programa de empresarios residentes en las universidades.
- Las leyes 73 y 101, de incentivos a la I+D corporativa y a la investigación académica, no contemplan incentivos a la transferencia de conocimiento y a las colaboraciones universidad-industria. Una revisión de los reglamentos respectivos podría hacer extensivos los beneficios a estas actividades.
- Naciones Unidas (2011) recuerda que la generación de propiedad intelectual debe ser vista como un instrumento, no como un fin en si mismo, y que las políticas deben enfocarse en maximizar el uso beneficioso y responsable del conocimiento generado

por los investigadores. Se promueve la adopción de políticas abarcadoras, que no se centren exclusivamente en patentar, sino que incluyan la formación de conocimiento tácito, el desarrollo de destrezas y el *know-how*; es decir, no sólo la generación de tecnologías, sino también el desarrollo de capacidades de absorción, adaptación y difusión.

Índice

1. Introducción	1
2. Transferencia de conocimiento y comercialización de innovaciones académicas	4
2.1. La tercera misión y el filtro del conocimiento	6
2.2. La Bayh-Dole Act y las OTTs como eje de la comercialización de innovaciones	10
2.3. Modelo de propiedad del inventor	16
2.4. Perfil y motivaciones de los innovadores académicos	20
2.5. Factores que favorecen o que obstaculizan la comercialización de innovaciones	22
3. Diseño de la investigación	26
3.1. Definiciones	26
3.2. Entrevistas	27
3.3. Limitaciones del estudio	32
4. Hallazgos de la investigación	33
4.1. De la I+D a la comercialización de innovaciones académicas en Puerto Rico	33
4.2. Perfil, motivaciones y obstáculos percibidos por los investigadores en Puerto Rico	46
4.3. Marco institucional y sistema de incentivos	50
4.4. OTTs y patentes propiedad de los inventores	54
4.5. Sistema de apoyo a la transferencia de conocimientos en Puerto Rico	58
5. Conclusiones	67
Referencias bibliográficas	72

Anejos

I - Recomendaciones de política pública

II - ¿Qué quieren las empresas?

III – Descripción del equipo de trabajo

IV – Listado de personas entrevistadas

Índice de tablas, diagramas y gráficas

Tabla 2.1:	Inversión en I+D en entidades de educación superior y distribución por fuentes de fondos, año fiscal 2011	9
Diagrama 2.1:	Modelo centrado en la OTT	12
Tabla 2.2:	Relación entre inversión en investigación e indicadores de transferencia de tecnología en Estados Unidos y Europa, 2007.....	13
Tabla 2.3:	Indicadores de transferencia de tecnología en Estados Unidos, por tamaño de la universidad, 2007	14
Tabla 3.1:	Distribución por categorías de las personas entrevistadas.....	28
Tabla 3.2:	Distribución por categorías y recinto de la UPR de las personas entrevistadas	29
Tabla 3.3:	Distribución por categorías y universidad privada de las personas entrevistadas	30
Tabla 3.4:	Distribución por categorías de los empresarios, gerentes e investigadores de la industria entrevistados	30
Tabla 4.1:	Inversión en I+D en entidades de educación superior, por universidad y recinto, año fiscal 2011 y año fiscal 2007	33
Tabla 4.2:	Inversión corporativa en I+D en entidades de educación superior, por universidad y recinto, año fiscal 2011	34
Tabla 4.3:	Detalle del número de patentes concedidas a universidades e investigadores académicos de Puerto Rico, por universidad y año	35
Gráfica 4.1:	Evolución del número de patentes concedidas anualmente. Total de Puerto Rico vs patentes académicas de Puerto Rico, 1991-2012	36
Gráfica 4.2:	Evolución del número de patentes concedidas anualmente, Puerto Rico y Estados Unidos, 1977-2012	37
Tabla 4.4:	Motivaciones de los profesores e investigadores entrevistados	47
Tabla 4.5:	Obstáculos identificados por los profesores e investigadores entrevistados	49
Tabla 4.6:	Distribución de ganancias derivadas de los derechos de propiedad intelectual en universidades de Puerto Rico	51
Tabla 4.7:	Propuestas SBIR Fase I aprobadas para Puerto Rico, 2000-2011.....	61
Diagrama 5.1:	Modelo de propiedad del inventor	69
Tabla AI-1:	Correspondencia de cada recomendación de política pública con entidades relacionadas.....	AI - 10
Tabla AII-1:	Ensayos clínicos realizados en Puerto Rico con fondos de la industria, fase 0 a fase 3, 2005-2012.....	AII - 6

1. Introducción

La innovación es uno de los factores esenciales de las economías modernas, la base de la competitividad empresarial en los sectores de mayor crecimiento en los países desarrollados. Dentro de los esfuerzos dirigidos hacia la innovación, destacan las actividades de investigación y desarrollo (I+D, o R&D, por sus siglas en inglés). El concepto de investigación y desarrollo comprende los trabajos deliberados y sistemáticos en alguna de estas tres áreas: la investigación básica, que busca nuevos conocimientos, sin pensar en darles una aplicación determinada; la investigación aplicada, también a nivel teórico, pero dirigida a un objetivo práctico; y el desarrollo experimental, que busca aprovechar esos conocimientos para producir nuevos materiales, productos o dispositivos, poner en marcha nuevos procesos, sistemas o servicios, o mejorar sustancialmente los existentes (IEPR, 2011a).

En Puerto Rico se dedica una cantidad significativa de fondos a actividades de I+D, \$467 millones en el 2009, según estima el Instituto de Estadísticas (IEPR, 2011a). Esta inversión está protagonizada por corporaciones privadas (67% del total), y específicamente en plantas y empresas filiales de corporaciones de Estados Unidos, que representan el 91% de la inversión corporativa, es decir, el 61% del total. Se puede decir que Puerto Rico está participando a través de estas empresas filiales en el proceso de *globalización de la I+D*. Si bien esta inversión es positiva para la economía, la *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD), organismo de las Naciones Unidas, ha llamado la atención sobre la posibilidad de que este tipo de actividades tenga un impacto relativamente reducido, si no genera dinámicas de difusión y participación de investigadores y empresas locales (UNCTAD, 2005)¹.

La historia económica reciente de Puerto Rico resulta de gran pertinencia en este contexto. El modelo de desarrollo económico que se adoptó en los años cincuenta, pionero e innovador, se articulaba principalmente a partir de la atracción de empresas foráneas para que establecieran en Puerto Rico unidades de producción, en lo que se conoce como la estrategia de “industrialización por invitación” (CEPAL, 2004). Se esperaba que esta estrategia produjera un crecimiento significativo en el empleo y la industrialización de la Isla, como efectivamente ocurrió, pero también que diera paso a la articulación de una red de empresas locales en torno a la actividad que generaban las foráneas, así como la formación de cuadros gerenciales locales que pudieran convertirse después en empresarios de vanguardia en esos mismos sectores industriales (Dietz, 1989). Sin embargo, el impacto sobre la creación de empresas locales parece haber sido débil.

¹ “De hecho, en muchas situaciones, estos [beneficios] pueden ser limitados si los vínculos que crean las filiales foráneas con actores locales son demasiado pocos o ninguno. Las unidades de R&D de empresas transnacionales a veces crean enclaves de alta tecnología con poca difusión de conocimiento en la economía. Además, con la fragmentación de la R&D y la creciente especialización de las unidades individuales, se puede estar estrechando el espacio para la transferencia de conocimiento general, reforzando la naturaleza de enclave de las unidades de R&D” [UNCTAD, 2005: 15, traducción propia]

Según se deriva de los datos de County Business Patterns (U.S. Census Bureau, 2011) y de International Finance Corporation (IFC, 2006), en la actualidad Puerto Rico cuenta con sólo 12 empresas con empleados por cada 1,000 habitantes, mientras que en Estados Unidos ese mismo promedio asciende a 26 (ningún estado cuenta con menos de 20); en México son 28, en República Dominicana, 43, y en Japón, 45 (Lobato, 2009).

Tras seis años de recesión económica y más de una década en la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo, cabe preguntarse si la atracción de inversiones en I+D por empresas foráneas está generando dinámicas distintas a las que en otros momentos históricos provocaron las inversiones foráneas, o si por el contrario se vuelve a reproducir un patrón de inversión con débil impacto en la creación de una red empresarial local y una cultura de innovación. A pesar de los numerosos esfuerzos de política pública diseñados en las últimas tres décadas en Puerto Rico, y de las diversas alianzas de las universidades con agencias de gobierno, empresas y asociaciones empresariales y otras entidades sin fines de lucro, en la actualidad es poco frecuente que los investigadores universitarios desarrollen iniciativas empresariales, desde las mismas universidades o en corporaciones privadas. En este contexto, resulta crucial entender las políticas locales de promoción de actividades de I+D, y particularmente los vínculos entre investigadores y centros de investigación académicos y la actividad de I+D en el sector corporativo, así como el desarrollo de iniciativas empresariales por parte de los propios investigadores y centros de investigación académicos. Para esto, parece necesario estudiar qué factores influyen en la relación de proyectos de I+D con el desarrollo de iniciativas empresariales y con su vinculación a empresas ya existentes, tanto locales como filiales de empresas foráneas.

El presente estudio nace de una convocatoria del Consejo de Educación de Puerto Rico para proyectos de investigación dirigidos a determinar cuál es la relación empresa-universidad y el impacto de esa relación en el desarrollo económico de Puerto Rico. La investigación se propone como meta entender el vínculo que existe en la actualidad entre actividades de I+D académicas y el desarrollo empresarial en Puerto Rico, y estudiar experiencias de proyectos y políticas públicas exitosos en otros países que permitan fortalecer ese vínculo y multiplicar su impacto sobre el desarrollo económico de Puerto Rico.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

- Identificar los elementos y factores que favorecen o que obstaculizan que investigadores y centros de investigación de universidades de Puerto Rico desarrollen iniciativas empresariales a partir de sus proyectos de I+D;
- Identificar los elementos y factores que favorecen u obstaculizan la vinculación de proyectos de I+D académicos con la actividad productiva de empresas locales o de filiales de corporaciones foráneas; e
- Identificar factores o componentes de experiencias internacionales en las que el vínculo entre investigación académica y actividad empresarial esté siendo efectiva y contribuyendo al desarrollo económico.

El estudio concluye realizando recomendaciones para promover las actividades de I+D académicas desde un enfoque empresarial, así como para multiplicar el impacto de estas actividades en el desarrollo de la economía de Puerto Rico.

Este estudio se ha basado principalmente en la realización de entrevistas semi-estructuradas a personas vinculadas al ecosistema de la innovación y sus aplicaciones comerciales en Puerto Rico: investigadores académicos (25 personas entrevistadas), estudiantes y auxiliares de investigación (6); decanos de investigación y directores de centros de investigación (11); directores de centros académicos de promoción empresarial y de incubadoras (6); inversores (4); empresarios o gerentes de empresa (15) y personal de universidades, agencias gubernamentales y entidades privadas vinculados al desarrollo de política pública en torno a innovación (13). Otro componente importante de la investigación se ha centrado en el acopio de datos y estadísticas sobre patentes en Puerto Rico, que se ha complementado con otras fuentes de datos para comprender mejor las dinámicas de transferencia de conocimiento y el desarrollo empresarial en torno a proyectos académicos en Puerto Rico. Finalmente, se ha hecho también una extensa revisión de bibliografía y un análisis amplio y en profundidad de experiencias en Estados Unidos y otros países.

Este trabajo de investigación debe mucho a las 80 personas que accedieron a ser entrevistadas y su generosidad al compartir su tiempo, experiencias y sabiduría. Fue un privilegio contar con todas esas aportaciones y desde aquí queremos expresar nuestro más genuino agradecimiento a cada una de ellas. Confiamos en que los contenidos de este informe hagan justicia a ese conocimiento compartido y cumpla con sus expectativas. Asumimos, en cualquier caso, la plena responsabilidad de todo lo escrito en estas páginas y de cualquier malinterpretación o error que pueda quedar en ellas. Extendemos nuestro agradecimiento a la Dra. Myrna Rivas por su valiosa revisión del borrador del informe y todas sus recomendaciones para que esto sea un documento legible.

Agradecemos también al Consejo de Educación de Puerto Rico por su apoyo a este proyecto y su interés en desarrollar política pública sobre este tema.

2. Transferencia de conocimiento y comercialización de innovaciones académicas

Como se mencionó en la Introducción, la Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología, 2009: Investigación y Desarrollo (R&D), publicada en 2011 por el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, estima que en 2009 se destinaron en torno a \$467 millones en actividades de I+D (IEPR, 2011a). Otros hallazgos del estudio que cabe destacar son los siguientes:

- La inversión en I+D en Puerto Rico equivale al 0.49% de su Producto Interno Bruto (PIB); esta cifra está lejos de la de Estados Unidos (2.82%) y las principales economías asiáticas y europeas (entre 2% y 4%), y es más bien comparable con la de economías de América Latina como México y Argentina (0.37% y 0.51%, respectivamente).
- Dos terceras partes (67%) de la inversión en I+D corresponde a corporaciones privadas, y en particular las plantas y empresas filiales de corporaciones de Estados Unidos y otros países (responsables del 91% de la inversión corporativa en I+D). Las empresas indican haber iniciado sus actividades de I+D en Puerto Rico en torno al año 2000, en promedio.
- Las universidades y otras entidades de educación postsecundaria son responsables del 28% de la inversión en I+D. El inicio en el desarrollo de actividades de I+D en estas entidades suele datarse en torno a 1990, en promedio.
- Las corporaciones privadas son el principal protagonista de la inversión en I+D en casi todos los países, y su importancia relativa es mayor en aquellos países que más recursos destinan en total a actividades de I+D. No obstante, la inversión en I+D por entidades de educación postsecundaria es muy significativa también en estos países: representa el 0.36% del PIB en Estados Unidos, 0.43% en Japón y hasta el 0.90% en algunos países europeos. En Puerto Rico equivale al 0.14% del PIB.
- El 86% de los fondos que las universidades y otras entidades de educación postsecundaria invierten en I+D provienen del sector público, y en especial de agencias del gobierno federal. La colaboración entre empresas y entidades de educación postsecundaria u otros sectores para realizar proyectos de I+D es poco frecuente.
- El 72% del personal que participa en actividades de I+D en el sector privado tiene un nivel educativo de bachillerato o menos, y sólo el 4% cuenta con un doctorado o formación equivalente.

Los indicadores de I+D sugieren que estamos en un escenario de crecimiento; de hecho, los datos de National Science Foundation (NSF) muestran un crecimiento sostenido desde 2001 de la inversión en I+D del sector académico, y sobre todo un crecimiento muy acelerado de la inversión de empresas de Estados Unidos en actividades de I+D en Puerto Rico. Por su parte, la Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología concluye también que la inversión en I+D ha crecido en los últimos años, a pesar del contexto de crisis económica.

Además, las empresas consultadas en la encuesta (locales y de capital foráneo) indicaron que la inversión en I+D seguirá creciendo en el periodo 2010-2012 (posterior a la encuesta) en una proporción significativamente mayor a las que indican que se reducirá (37% frente al 4%) (IEPR, 2011a).

Desde la política pública, las iniciativas que se han desarrollado para promover el desarrollo económico a través de la innovación y las actividades de I+D en Puerto Rico son numerosas, como se verá en la sección 4.5 de este informe. La Universidad de Puerto Rico (UPR) formula en 1997 un plan sistémico para la implantación de una política de ciencia y tecnología, pero ya mucho antes había apoyado la creación del Centro de Recursos para las Ciencias e Ingeniería (CRCI), con la participación de otras entidades de educación postsecundaria, agencias gubernamentales y empresas. La UPR también apoya otras iniciativas, como el Centro de Caracterización de Materiales (CCM), y de la misma forma algunas universidades privadas promueven también la investigación en sus recintos a través de diferentes proyectos.

Pero los indicadores sugieren que el crecimiento observado en las actividades de I+D no es tanto producto de estas iniciativas y alianzas que se desarrollan a nivel local, sino que se deriva de otras dinámicas propias de las corporaciones o de la relación de las universidades con agencias del gobierno federal de Estados Unidos. Recordemos que el 61% de la inversión total en I+D en Puerto Rico corresponde a empresas filiales de corporaciones de Estados Unidos y otros países (IEPR, 2011a), y que la Isla parece inmersa de manera intensa en el proceso de globalización de la investigación y desarrollo. De hecho, la recepción de recursos para actividades de I+D de empresas foráneas es también muy significativa en países con los que con cierta frecuencia se compara la economía de Puerto Rico, como Irlanda o Singapur, así como economías emergentes como China, India o Brasil (UNCTAD, 2005).

¿En qué medida se beneficia la economía de Puerto Rico de estas actividades de I+D que se realizan en su territorio pero dentro de la lógica de operación de empresas transnacionales? La propia UNCTAD (2005) plantea que hay opiniones diversas sobre el posible impacto de este tipo de actividades de I+D en las economías locales, ya que si bien éstas se pueden beneficiar de cambios tecnológicos y mejoras en la eficiencia productiva, así como de oportunidades de empleo para su población con mayor nivel educativo, también se considera que la difusión de conocimientos, destrezas y servicios relacionados puede ser diversa. La posible subcontratación y auspicio de investigaciones en universidades locales es considerado como uno de los beneficios potenciales más importantes, y más allá de eso, el desarrollo de una nueva cultura empresarial entre científicos e ingenieros que les lleve de los centros de investigación a la creación de empresas (start-ups) basadas en sus innovaciones.

Como se mencionó anteriormente, las entidades de educación postsecundaria son las principales responsables de la inversión no corporativa en I+D en Puerto Rico (representan el 28% de la inversión total), aunque su principal fuente de recursos son las agencias del gobierno federal, y parecen ser poco frecuentes los programas financiados por el sector privado (IEPR, 2011a). Por eso, a partir de los planteamientos de la UNCTAD, resulta

indispensable estudiar si se está dando un proceso de cambio cultural entre científicos e investigadores, hacia una visión más comercial de sus innovaciones, si las corporaciones transnacionales están subcontratando y auspiciando investigaciones en universidades de Puerto Rico, y qué factores son los que están facilitando u obstaculizando estos procesos.

Por otro lado, el papel de las universidades en el desarrollo económico local ha sido objeto de larga reflexión y debate. El auge de la información y el conocimiento como factores productivos y la creciente valoración de la innovación en el desarrollo económico (iniciada a mediados del siglo XX con la visión de Schumpeter de que la innovación es el elemento central de la economía moderna) han provocado que se mire de forma cada vez más intensa a las universidades como fuente de crecimiento económico, ya sea por sus características institucionales, ya sea enmarcada en un sistema nacional de innovación o en una red de relaciones con la industria y el gobierno. Una de cada cinco *start-ups*² están vinculadas a universidades, y el papel protagónico de las universidades, sus investigadores y egresados en la transformación de Silicon Valley o los diferentes éxitos cosechados por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) han contribuido a que se plantee este asunto dentro del diseño de políticas públicas³.

2.1. La tercera misión y el filtro del conocimiento

Posiblemente el concepto que mejor plasma este planteamiento de que la universidad puede, y debe, convertirse en un actor principal en las dinámicas económicas actuales es el de la “**tercera misión**”. Junto a la enseñanza y la investigación⁴, se propone que un objetivo explícito de las universidades sea su contribución al desarrollo económico y social de su país o región. Las universidades de MIT en Boston y de Stanford en California son los referentes más claros de este nuevo papel (Etzkowitz, 2003).

En el marco de esta tercera misión, las universidades deben contribuir a la sociedad identificando aplicaciones comerciales de los hallazgos científicos que se desarrollen en su seno, protegiendo y explotando la propiedad intelectual que se genere, y colaborando con

² Se suelen denominar *start-ups* a empresas nuevas de dimensión pequeña pero con un fuerte potencial de crecimiento, que se basan en nuevas tecnologías y tienen un modelo de negocio reproducible y escalable.

³ En relación a la posición schumpeteriana, véase Schumpeter (1957). La visión de la información y el conocimiento como factor productivo cobra importancia a partir del trabajo de Arrow (1962). La perspectiva de las universidades integradas en un sistema nacional de innovación es planteada por Freeman (1987) y por Lundvall (1988). Etzkowitz y Leydesdorff (1996) plantean el modelo de la triple hélice de colaboración entre universidad, industria y gobierno. Los trabajos de Mansfield (1991, 1995) también son considerados pioneros en el análisis de la relación entre investigación académica e innovación industrial. Litan y Schramm (2013) recalcan la importancia de reforzar su papel en la economía, y en especial el de los investigadores

⁴ Etzkowitz (2003) compara esta transformación en la misión de las universidades de Estados Unidos con lo ocurrido en las mismas a finales del siglo XIX, cuando a la función tradicional de enseñanza se añade la función de investigación. De hecho, según Etzkowitz, al igual que ahora hay reacciones negativas en contra de quienes se enfocan en la comercialización de los resultados de sus investigaciones académicas, en el siglo XIX hubo reacciones muy negativas contra los profesores que decidían dedicarse más a la investigación, al considerarse que estaban abandonando su misión de enseñanza.

las empresas y agencias de gobierno en la transferencia de conocimiento. La Bayh-Dole Act, de 1980, viene a reconocer la importancia de esta misión y contiene disposiciones que sitúan a las universidades en posición de poder cumplirla, cediéndoles la propiedad de las innovaciones desarrolladas por sus investigadores.

Se espera de las universidades por tanto que desarrollen colaboraciones con la industria, patentes, licencias de patentes y empresas que exploten comercialmente los resultados de investigaciones académicas (conocidas como *spin-offs*). Es decir, se reconocen estos canales como formas adicionales, válidas y necesarias, de difusión del conocimiento (Etzkowitz, 1983; Etzkowitz, 2003). En las versiones más amplias del concepto de la tercera misión también se espera su participación en la generación de política pública y su inserción en la vida social y cultural del país (Inzelt et al, 2006), o se destaca el valor social de las iniciativas empresariales desarrolladas desde la academia y se compara con las empresas sociales (Abreu y Grinevich, 2013).

La generación y explotación del valor económico del conocimiento repercute especialmente a nivel local, ya que como plantean Audretsch y Feldman (1996), el costo de transmitir información no se ve afectado por la distancia, pero precisamente el carácter tácito de muchas formas de conocimiento hace que se vean afectados el costo y posibilidad de transmitirlo. La proximidad a las fuentes de generación de conocimiento es por tanto un valor añadido para una empresa, por lo que es frecuente la formación de *clusters* o agrupaciones en áreas geográficas concretas. De igual manera, las *spin-offs* académicas suelen quedarse en el entorno de sus universidades de origen y mantienen fuertes lazos con las mismas, e incluso pueden ser la base para la formación de un ecosistema empresarial local (Etkowitz, 2003; Kenney y Patton, 2011)⁵. De hecho, diversos estudios establecen una relación clara entre las actividades innovadoras en una región y las actividades de investigación en la universidad, y dan por hecho los efectos positivos de la difusión del conocimiento (*knowledge spillover*) (Audretsch y Feldman, 1996; Zhang, 2009; Acs et al, 2010). De esta manera, la transferencia de conocimiento desde las universidades puede ser considerada como una herramienta básica para la política económica enfocada en el desarrollo local (Muscio y Geuna, 2009).

Sin embargo, no es suficiente la inversión en actividades de investigación para generar conocimiento y lograr que éste repercuta en el desarrollo local. En un análisis longitudinal de empresas italianas, Colombo et al (2010) concluyen que el potencial de transferencia de conocimiento a las empresas locales de alta tecnología no está relacionado con la calidad de la investigación que se desarrolla en universidades de su entorno. Y paradójicamente, la orientación comercial de las universidades no se asocia con un

⁵ Shane (2004) destaca que la tasa de supervivencia de las *spin-offs* en Estados Unidos es mucho mayor que la del promedio de otras empresas. O'Shea et al (2008) confirman a través de la revisión de estudios en otros países que la tasa de supervivencia suele ser muy alta. Shane (2004) destaca también que las *spin-offs* en Estados Unidos tienen una probabilidad mucho más alta que cualquier otro tipo de empresa de convertirse en una corporación pública y que en promedio crean más empleos que otras empresas nuevas, aunque estas virtudes son cuestionadas por Zhang (2009) a través de un estudio econométrico en el que no encuentra diferencias significativas con otras empresas, salvo en la tasa de supervivencia promedio.

crecimiento económico de las empresas de su entorno. Su conclusión es que *“la mera presencia de una universidad en una provincia no es suficiente para estimular el crecimiento de las empresas localizadas en la misma provincia”* (pg. 136).

En este contexto, es relevante que no se identifique una relación clara entre el crecimiento del producto interno bruto de los países y su inversión en investigación y desarrollo (I+D) (Acs et al, 2010). Para explicarlo Aldridge y Audretsch (2011) hablan de un **knowledge filter**, o filtro para el conocimiento: las inversiones en I+D y el conocimiento generado encuentran obstáculos significativos que impiden su comercialización. El propósito de la Bayh-Dole Act precisamente era reducir el obstáculo de la burocracia estatal y viabilizar la comercialización de la enorme inversión que el gobierno de Estados Unidos realiza anualmente en I+D a través de diversas agencias. Aunque la burocracia es un elemento importante, cada vez está más claro que hay otros factores adicionales, más complejos, que dificultan la transferencia de conocimiento.

La generación de una invención dista mucho en la mayoría de los casos de ser un éxito comercial. Según Acs et al (2010), sólo la mitad de las divulgaciones oficiales de invenciones (*invention disclosure*) en las universidades de Estados Unidos acaban en una solicitud de patente, y de éstas a su vez sólo la mitad se aprueban. Se conceden licencias de la tercera parte de las patentes aprobadas, y de estas licencias se obtiene un rendimiento significativo entre el 10% y el 20% de los casos. En definitiva, *“sólo el 1% ó 2% de las invenciones tienen éxito en llegar al mercado y generar ingresos”* (Acs et al, 2010: 107). Åstebro (2003) habían encontrado ya resultados parecidos en Canadá: de 1,091 invenciones analizadas, sólo 75 llegaron al mercado (es decir, el 7% del total); 6 de ellas (0.5% del total) generaron grandes beneficios, con una tasa de retorno por encima del 1,400%, pero 45 supusieron una pérdida de dinero para los inversores.

Desde el punto de vista teórico se ha destacado la naturaleza del conocimiento mismo y del proceso de comunicación entre los actores económicos como factores que dificultan la transferencia de conocimiento. Así Arrow (1962), en su modelo de crecimiento económico basado en el conocimiento, destacó la importancia de la experiencia adquirida, y también señaló que no todo el conocimiento tiene relevancia económica. Polanyi (1962) planteó que *“hay cosas de las que tenemos conocimiento pero que no podemos expresar”*, en especial las que tienen que ver con uso práctico de destrezas. Este conocimiento, difícil de transferir a otras personas o entidades, es el que conocemos como **conocimiento tácito** (Polanyi, 1962, 1966). Von Hippel (1994) amplía este concepto al hablar de información *“pegajosa”* (**sticky information**), información que es costosa de transferir a un lugar específico en una forma utilizable por una persona o entidad que desea la información, ya sea por las características de la información (su carácter tácito), ya sea por la naturaleza y características del emisor de información, ya sea por la naturaleza y características de quien desea la información, ya sea por el tipo de relación que se establece entre ellos.

Cohen y Levinthal (1990) reflexionan desde esta misma perspectiva sobre la **“capacidad de absorción”** de conocimiento que tienen las empresas y el impacto de esta capacidad en los procesos de transferencia de conocimiento. Para estos autores, lo valioso no es la cantidad de información que tenga una empresa a su disposición, sino su capacidad de

identificar la que es valiosa para sus propósitos, de integrarla en sus procesos y de desarrollar aplicaciones comerciales de dicha información, es decir, su capacidad de absorber la información. Esta capacidad se incrementa de manera acumulativa, por lo que las inversiones en actividades de investigación y desarrollo internas en la empresa van haciéndola crecer de manera paulatina. Dicho de otra manera, las empresas que de manera rutinaria y constante invierten en I+D no sólo generan innovaciones a partir de estas actividades, sino que multiplican su capacidad de asimilar y explotar comercialmente innovaciones externas a la empresa (Cohen y Levinthal, 1989).

Por otra parte, más allá de las dificultades de transmitir la información por la naturaleza de ésta o de los comunicantes, es necesario reconocer que muchos miembros de la comunidad universitaria se mantienen distantes, e incluso reacios, a las actividades que implica la mencionada tercera misión. A diferencia de la enseñanza o la investigación, en muchas universidades la comunidad académica no ha adoptado como propia esta tercera misión. A su vez, muchas corporaciones dicen haber adoptado una política de innovación abierta (*open innovation model*), es decir, están expresamente abiertos a ideas e inventos generados fuera de la empresa (Perkman y Walsh, 2007; PSAC, 2008), pero esto no ha multiplicado las colaboraciones fructíferas con universidades y siguen concentradas en actividades de I+D en sus propios laboratorios (Geiger, 2012). La débil conexión entre universidad y empresa en el ámbito de la investigación se pone de manifiesto en los intereses laborales de los estudiantes doctorales y en la poca importancia relativa que tiene el sector privado como fuente de ingresos para proyectos de investigación en las universidades (Inzelt et al, 2006).

Como se aprecia en la tabla 1, los fondos provenientes de empresas para proyectos de investigación en universidades apenas representan el 5% del total en Estados Unidos, y el 3% en Puerto Rico. En las universidades privadas de Puerto Rico esta fuente de fondos supone el 0.2% de la inversión total en I+D. En total, las universidades de Puerto Rico recibieron \$4.4 millones de corporaciones para realizar proyectos de I+D en el año fiscal 2011.

Tabla 2.1: Inversión en I+D en entidades de educación superior y distribución por fuentes de fondos Año fiscal 2011

[en millones de dólares]	Estados Unidos	Puerto Rico	Univ. de Puerto Rico (UPR)	Universidades privadas
Inversión total en I+D	\$65,073.41	\$163.85	\$134.63	\$29.22
Fondos del gobierno federal	63%	74%	75%	70%
Fondos de gobiernos estatal o local	6%	3%	2%	5%
Fondos de la institución	19%	18%	17%	25%
Fondos de empresas	5%	3%	3%	0.2%
Fondos de entidades sin fines de lucro	6%	2%	3%	0%
Otras fuentes de fondos	2%	0%	0%	0%

Fuente de los datos: National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey

El cumplimiento cabal de la tercera misión parece implicar una transformación significativa a nivel organizacional para las universidades, incluyendo cambios en las prácticas de investigación y en los sistemas de incentivos, así como el desarrollo de nuevas competencias en sus profesores e investigadores, y también en los estudiantes (Inzelt et al, 2006; Geiger, 2012). Las universidades han respondido con la creación de oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)⁶, aunque hay autores que cuestionan el papel e impacto de estas oficinas, en especial en cuanto a su éxito en la promoción de iniciativas empresariales por parte de los académicos, como veremos más adelante. Pero la visión de Etzkowitz es más ambiciosa, ya que supone que las universidades no solamente se transforman en términos organizacionales, sino que empiezan a jugar un papel de “*organizador regional de la innovación*” (Etzkowitz, 2003: 11). En el otro extremo, Muscio y Geuna (2009) se desvinculan de la idea de que estamos ante algo tan novedoso, al considerar que las universidades han estado siempre involucradas en actividades de transferencia de conocimiento: “*Lo que ha cambiado es el tipo de actividades y su importancia relativa (en respuesta a nuevas demandas), y por tanto la necesidad de gestionarlas y organizarlas de forma más eficiente (encontramos problemas similares en la enseñanza)*” (pg. 1). La transferencia de tecnología se hacía antes también, pero basándose en relaciones personales y la vinculación con la industria se caracterizaba por los fondos dotales y las donaciones. Ahora se formalizan y profesionalizan estos procesos para actuar de forma más eficiente en el nuevo marco económico.

En cualquier caso, Naciones Unidas (2011) recuerda que la generación de propiedad intelectual debe ser vista como un instrumento, no como un fin en sí mismo, y que las políticas deben enfocarse en maximizar el uso beneficioso y responsable del conocimiento generado por los investigadores. Se promueve la adopción de políticas abarcadoras, que no se centren exclusivamente en patentar, sino que incluyan la formación de conocimiento tácito, el desarrollo de destrezas y el *know-how*; es decir, no sólo la generación de tecnologías, sino también el desarrollo de capacidades de absorción, adaptación y difusión.

2.2. La Bayh-Dole Act y las OTTs como eje de la comercialización de innovaciones

El marco legal de las actividades de comercialización de innovaciones académicas en Puerto Rico viene dado principalmente por la **Bayh-Dole Act**⁷ de 1980. Esta Ley aplica a toda invención académica concebida o puesta en práctica al llevar a cabo un proyecto financiado con fondos federales (incluso cuando hay otras fuentes de fondos adicionales). La Ley indica que la universidad debe establecer acuerdos por escrito con su facultad y personal técnico, en el que se requiera la divulgación y asignación de las invenciones, y a

⁶ Se han adoptado diferentes nombres para referirse a estas oficinas: oficinas de propiedad intelectual y comercialización, oficinas de transferencia de conocimiento, oficinas de licencias de tecnología, etc. Aunque puede haber diferencias en la amplitud de objetivos y servicios que tiene cada una, en este trabajo utilizaremos el término más común, oficina de transferencia de tecnologías (OTTs) para referirnos a todas ellas.

⁷ United States Code, 35 USC Chapter 18 – Patent Rights in Inventions Made with Federal Assistance.

su vez la universidad debe divulgarlo a la agencia federal que provee los fondos. La universidad tiene hasta dos años después de la divulgación oficial para decidir si retiene o no el derecho sobre la invención, y en caso afirmativo, proseguirá con el proceso de solicitud de patente. Una vez se comercialice, la universidad debe compartir con el investigador una porción de los ingresos netos recibidos, y el resto debe ser usado para apoyar la investigación científica o la educación. Se espera que la universidad someta periódicamente informes a la agencia federal que proveyó los fondos sobre la utilización de dichas patentes.

La Bayh-Dole Act incluye disposiciones conocidas como “*march-in rights*”, según las cuales la agencia federal puede requerir a la universidad que conceda licencia de una patente a un tercero, o apropiarse del derecho de la patente para concederla ella misma, si no se busca una aplicación práctica del invento en un periodo de tiempo razonable, o para atender necesidades de salud o seguridad de la población.

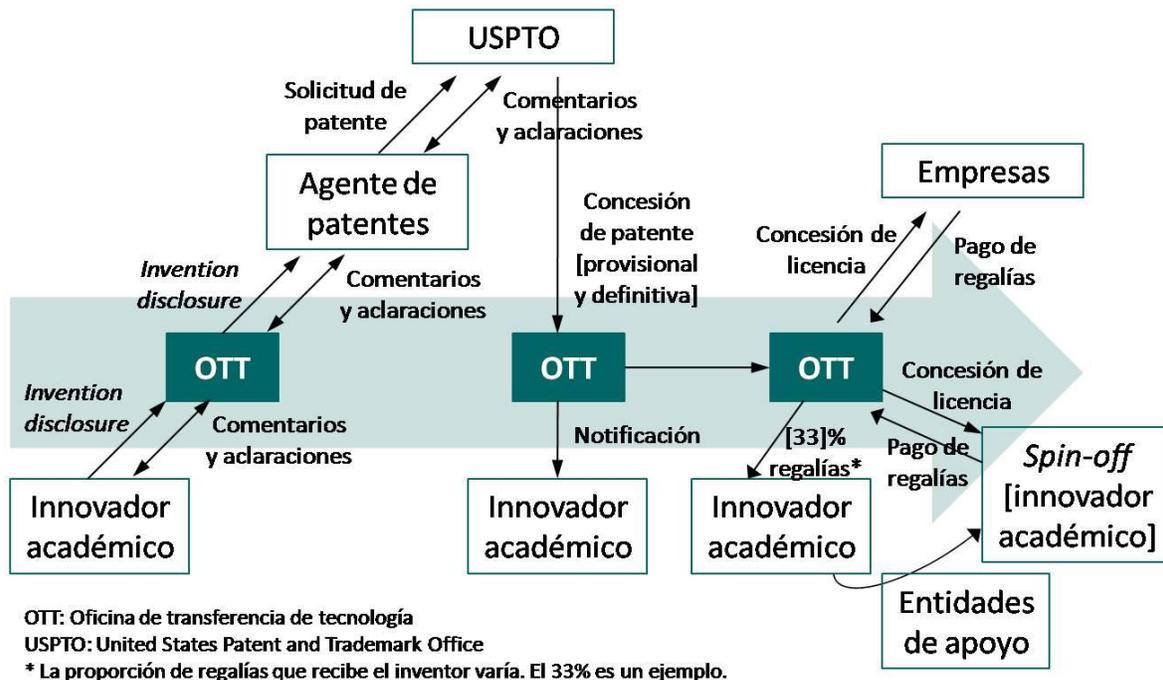
Las disposiciones de la Bayh-Dole Act también establecen que las compañías que exploten comercialmente estas patentes en Estados Unidos deben fabricar su producto en el propio Estados Unidos, salvo cuando esto no sea posible, y también que las universidades deben dar preferencia a las pequeñas empresas, siempre y cuando tengan los recursos y la capacidad de desarrollar aplicaciones prácticas del invento, y que una corporación grande no haya provisto también fondos para la investigación.

En la práctica ninguna agencia federal ha puesto en efecto los “*march-in-rights*” (aunque sí se ha solicitado en varias ocasiones que lo hagan), y de igual manera la definición de pequeña empresa que maneja el gobierno federal es bastante amplia, pero en cualquier caso nos parecen interesantes estas disposiciones porque reflejan claramente el espíritu de la ley, que prioriza y enfatiza la puesta en práctica de las invenciones, y que en lugar de delegar esta puesta en práctica a las grandes corporaciones, visualiza un entramado de pequeñas empresas llevándolo a cabo.

Como se mencionó en el apartado anterior, las **oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)** son usualmente las responsables, dentro de la estructura universitaria, de promover la comercialización de innovaciones desarrolladas por los académicos. Sobre el papel se plantea como un proceso en secuencia lineal que empieza cuando un investigador académico realiza un hallazgo o desarrolla una tecnología con suficiente grado de novedad, normalmente en el marco de un proyecto formal de investigación y desarrollo financiado con fondos de agencias federales. Siguiendo los protocolos establecidos a partir de la Ley Bayh-Dole, el investigador debe describir su innovación en un documento, conocido como divulgación oficial de invención o *invention disclosure*, y someterlo a la oficina de propiedad intelectual de su universidad, que muchas veces está integrada o vinculada a la OTT. Cuando esta oficina lo recibe, evalúa el grado de novedad de la innovación para ver si es candidata a patente, y en caso afirmativo, procede a solicitar la patente a nombre de la universidad. Se puede solicitar una patente sólo a la United States Patent and Trademark Office (USPTO) o simultáneamente a las oficinas de patentes de otros países (en especial a la Oficina Europea de Patentes). La solicitud de patente entra en un proceso de revisión, que puede tomar varios años, en el cual el

examinador de la USPTO o de la oficina correspondiente puede pedir aclaraciones o hacer objeciones. Si el solicitante responde satisfactoriamente, la USPTO procede a conceder la patente, en la que se identifican tanto el inventor o inventores como el dueño (*assignee*) de la misma. Una vez concedida la patente, la OTT de la universidad tiene la tarea de identificar potenciales clientes, que en caso de estar interesados, proceden a negociar una concesión de licencia para explotar la patente. Otra posibilidad es que el propio inventor o inventores deseen solicitar una licencia de la patente para crear una empresa que desarrolle comercialmente la innovación (una *spin-off*). El diagrama a continuación resume estas dinámicas.

Diagrama 2.1: Modelo centrado en la OTT



En realidad, el proceso suele ser mucho más complejo y nada lineal. En el estudio que Siegel et al (2003) realizan sobre 55 oficinas de transferencia de tecnología en Estados Unidos concluyen que las OTT deben ser muy activas en promover que los investigadores sometan *invention disclosures*, ya que estos rara vez lo hacen por su propia iniciativa; también que en la evaluación para ver si la innovación es candidata a patente suele ser importante que alguien de la industria muestre interés; y si se logra obtener la patente, los investigadores vuelven a ser protagonistas ya que suelen ser un recurso muy importante para las OTTs para identificar clientes potenciales y porque las empresas suelen requerir que sean parte de la transacción de cara a recibir también su *expertise* técnico. Por otra parte, los acuerdos de concesión de licencia suelen implicar desembolso de dinero líquido (esa es la preferencia de las OTTs), pero también se pueden realizar en otros términos, como la cesión de propiedad de acciones o el auspicio de nuevas investigaciones. Además, la relación de la OTT con la empresa no termina con el acuerdo

de concesión de licencia, ya que con frecuencia se tiene que velar por su cumplimiento adecuado o renegociar.

En cuanto al dilema de patentar sólo en la USPTO o buscar un alcance internacional, pesan mucho las consideraciones económicas, ya que hacerlo sólo en la USPTO es mucho menos costoso, pero por otro lado puede ser una importante limitación para productos en los que los mercados foráneos tienen el potencial de ser muy lucrativos.

Cabe señalar además que es habitual que las corporaciones soliciten licencias de tecnologías antes de que estas sean patentadas, por lo que el insumo más importante para las OTTs serían los *invention disclosures* (Siegel et al, 2003).

¿Está siendo efectivo este modelo en trasladar las inversiones en I+D en innovaciones comercializadas en el mercado?

Naciones Unidas (2011) utiliza los datos de *Association of University Technology Managers* (AUTM) y de otras asociaciones similares para calcular la inversión promedio en I+D requerida para que se generen concesiones de patentes y *spin-offs*. La tabla a continuación resume los resultados.

Tabla 2.2: Relación entre inversión en investigación e indicadores de transferencia de tecnología en Estados Unidos y Europa, 2007

[en millones de dólares, PPP*]	Estados Unidos	Europa
Inversión promedio en investigación para producir		
un <i>invention disclosure</i>	\$2.5	\$3.8
una solicitud de patente	\$4.1	\$11.2
una patente	\$11.1	\$13.2
un acuerdo de concesión de licencia	\$13.5	\$19.1
una <i>spin-off</i>	\$87.9	\$53.8

*PPP = Purchasing Power Parity

Fuente: Naciones Unidas (2011) [fuente de los datos: Association of University Technology Managers (AUTM), para Estados Unidos, y Association of Science and Technology Transfer Professionals (ASTP), para Europa]

En un análisis pormenorizado de los datos de AUTM correspondientes a 2007, Kordal y Guice (2008) calculan los promedios por categorías, según el nivel de inversión en investigación y desarrollo de cada universidad.

Tabla 2.3: Indicadores de transferencia de tecnología en Estados Unidos, por tamaño de la universidad 2007

[Promedio por entidad]	Tamaño de la universidad, según la cantidad invertida en I+D		
	Pequeña (<\$75 millones)	Mediana (entre \$75 y \$250 millones)	Grande (>\$250 millones)
<i>Invention disclosures</i> por cada \$10 millones en I+D	5.1	4.0	3.6
En relación a los <i>invention disclosures</i> ...			
Solicitudes de patentes	62.5%	59.6%	49.7%
Patentes obtenidas	13.3%	16.9%	18.8%
Licencias concedidas y opciones	13.7%	17.8%	23.6%
Empresas (start-ups) por cada \$100 millones en I+D	1.9	1.3	0.9

Fuente: Kordal y Guice, 2008 (fuente de los datos: AUTM 2007 Annual Survey)

Las OTTs definen como su misión el apoyo a la innovación académica y su comercialización, pero marcan como su principal objetivo la generación de ingresos vía concesión de licencias (Thursby y Thursby, 2007). Al marcarse este objetivo, su foco de atención se centra en la formalización de relaciones contractuales, en lugar de introducir la mayor cantidad posible de innovaciones en el mercado o promover el desarrollo de un entorno empresarial en la universidad (Clarysse et al, 2011). Siegel et al (2003) observan que la mayor participación de abogados en las OTTs conduce a un aumento en los ingresos por concesión de licencias, pero reduce el número de acuerdos alcanzados. A pesar de eso, parece claro que salvo excepciones la actividad de concesión de licencias por propiedad intelectual no supone una fuente especialmente significativa de ingresos para las universidades⁸, y de hecho con frecuencia estos ingresos apenas alcanzan a igualar los gastos generados en la protección y manejo de la propiedad intelectual para las universidades (Schacht, 2012). Swamidass y Vulasa (2009) analizan los datos de AUTM entre 1995 y 2004 y concluyen que los ingresos por concesión de licencias crecieron en ese periodo a un ritmo apreciable (6% anual), pero el crecimiento en el número de empleados de las oficinas de transferencia de tecnología fue casi el doble (11%).

Kordal y Guice (2008) analizan los ingresos generados desde la perspectiva del retorno por inversión (ROI), es decir, comparan los ingresos generados por las universidades vía concesiones de licencias, con la inversión realizada en investigación y desarrollo. Los resultados son muy bajos: 0.6% para las universidades de tamaño pequeño o mediano (es decir, con inversiones en I+D por debajo de \$250 millones), y 1.5% para las de gran tamaño⁹.

⁸ Los ingresos por concesión de licencias en el año fiscal 2012 en las universidades de Estados Unidos representan el 2.9% del total de fondos destinados a inversión en I+D a nivel académico.

⁹ La mayoría de los fondos para estas inversiones provienen de agencias federales, como se vio en la tabla 2.1, pero incluso si se tomaran en cuenta sólo los fondos aportados por la propia institución (19% en promedio) el ROI todavía sería relativamente modesto, salvo para las instituciones de mayor tamaño.

En este contexto, varios autores han manifestado su preocupación en relación al funcionamiento e impacto de las OTTs (Siegel et al, 2004; Link et al, 2007; Liten et al, 2007; Swamidass y Vulasa, 2009; Clarysse et al 2011; Abreu y Grinevich, 2013).

Liten et al (2007) critican que las OTTs actúan como monopolios, no tienen incentivos para maximizar la cantidad de innovaciones generadas, sino para maximizar sus propios ingresos (desde una mirada de corto plazo), y como consecuencia no actúan como facilitadores, sino como más bien como guardianes, esperando dar un *home-run* (una tecnología que genere muchos ingresos y de forma rápida).

Otros autores destacan que las OTTs con frecuencia no cuentan con los recursos necesarios para operar eficazmente¹⁰. La dificultad estriba en que el personal de estas oficinas debería tener competencias muy especializadas, pero a la vez muy diversas: en áreas de ciencias vivas o ingeniería, en administración de empresas y en derecho, y sería muy conveniente también que tengan la experiencia de crear su propio negocio. Por lo general, son precisamente los aspectos vinculados con la comercialización de los productos los más débiles (Siegel et al, 2004). Swamidass y Vulasa (2009) argumentan que los presupuestos reducidos en las oficinas de transferencia de tecnología tienen un efecto más que proporcional sobre la comercialización, ya que los escasos recursos disponibles se suelen concentrar en los procesos de solicitud de patentes, dejando de lado la comercialización de productos (adoptan la actitud de esperar a que el interesado “llame a la puerta”, según estos autores).

Por otro lado, varios autores están reclamando que se utilicen otros indicadores adicionales para entender la verdadera dimensión de las actividades de transferencia de conocimiento de la universidad a la industria, como el destino de empleo de estudiantes doctorales, la movilidad de capital humano, las conferencias, las consultorías, los contratos con la industria, los contactos informales, entre otros (Inzelt et al, 2006; Link et al, 2007; D’Este y Perkmann, 2011; Fernández et al, 2011; Åstebro et al, 2012; Ramos y Fernández, 2012). Estas formas de colaboración no implican la transferencia formal de propiedad intelectual y en ese sentido caen fuera del modelo, es decir, no suelen estar en el ámbito de trabajo de la OTT.

No obstante, estas formas de colaboración que no implican la transferencia formal de propiedad intelectual (se suelen denominar “mecanismos informales”) pueden ser mucho más frecuentes e importantes que para la universidad y para la economía que las concesiones de licencias de patentes (Agrawal y Henderson, 2002; D’Este y Patel, 2007; Grimpe y Frier, 2010; D’Este y Perkmann, 2011; Abreu y Grinevich, 2013). Para Ramos y Fernández (2012) las patentes y sus licencias no son más que “la punta del iceberg” de toda la transferencia de conocimiento, y Fini et al (2010) recalcan que muchas iniciativas

¹⁰ Swamidass y Vulasa (2009) encuestaron a 99 universidades de investigación en Estados Unidos y el 75% indicó que faltaba personal para gestionar los procesos legales y no legales de las invenciones; de hecho, la tercera parte de los encuestados indicaron que estas carencias de personal les impidieron procesar al menos una de cada cuatro invenciones.

empresariales de los académicos se desarrollan sobre innovaciones que no han sido patentadas¹¹.

Estas formas de transferencia de conocimiento no sólo son importantes por su dimensión, sino también porque suelen preceder a las relaciones más formales; además, los investigadores activos en la creación de patentes y su transferencia a empresas, son también muy activos en otro tipo de relaciones con las empresas (Grimpe y Frier, 2010; Ramos y Fernández, 2012). Por su parte, las empresas con frecuencia valoran más colaboraciones que no implican transferencia formal de propiedad intelectual, como el acceso a conocimiento en un área de interés o la ayuda para completar proyectos ya existentes en la industria (Cohen et al, 2002). [En el Anexo II se provee más detalle sobre los intereses de la industria].

2.3. Modelo de propiedad del inventor

Parte del trabajo de investigación realizado ha consistido en la revisión de información documental y estudios de experiencias internacionales en las que el vínculo entre investigación académica y actividad empresarial está siendo más efectiva y contribuyendo al desarrollo económico. A través de este análisis se han identificado factores que influyen en las actividades de transferencia de conocimiento y el desarrollo de iniciativas empresariales por parte de los académicos, que se detallarán en las próximas secciones. Además de estos factores, en el análisis de mejores prácticas destacan las universidades que han dotado a la OTT de una entidad jurídica propia y de una cultura de servicio al innovador académico, así como estrategias para acortar al máximo los tiempos en las gestiones de evaluación de los *invention disclosures* y de solicitud de patentes, y el recurso a servicios de profesionales especializados de cara a lograr una comercialización temprana y eficiente de las innovaciones. También se adopta un enfoque de “one-stop-shop” para los industriales que se acercan a las universidades y se desarrollan programas complementarios para establecer colaboraciones de medio y largo plazo con la industria. Encontramos ejemplos de estas prácticas en Oxford University (Isis Innovation), Stanford University (Industrial Affiliate Programs), University of California – Berkeley (IPIRA), MIT (Industrial Liason Program) o Georgia Institute of Technology (Enterprise Innovation Institute), y un análisis de modelos y buenas prácticas de universidades europeas en European Commission (2002).

El análisis de mejores prácticas nos ha llevado a identificar un modelo emergente que según sus resultados sería más eficiente en la transferencia de conocimiento: el modelo de propiedad del inventor o innovador académico, como alternativa al modelo de la OTT como eje de todo el proceso.

¹¹ Esto es importante en las disciplinas de las ciencias pero sobre todo en otras áreas. Abreu y Grinevich (2013) encuentran en su investigación que los académicos vinculados a artes creativas desarrollan iniciativas empresariales propias en un 5% de los casos, una proporción elevada si se compara con otras disciplinas.

Desde las corrientes neoinstitucionalistas se ha resaltado la importancia de las leyes y los derechos de propiedad en diferentes aspectos del desarrollo económico. Baumol (2002) lo aplica al ámbito de la innovación, planteando que esos factores juegan un papel crucial en la definición de un entorno adecuado. En este contexto, y a partir de sus críticas al modelo vigente¹², Liten et al (2007) y Kenney y Patton (2009) han planteado una propuesta de un nuevo modelo, que resumimos a continuación.

Liten et al (2007) consideran que los investigadores pueden tener mejores capacidades de identificar oportunidades empresariales que los propios empleados de las oficinas de propiedad intelectual, ya que conocen mucho mejor su área de especialidad y las tecnologías de vanguardia¹³. Además, con frecuencia tiene vínculos de algún tipo con profesionales del sector fuera de la academia. Por otro lado, se deben reconocer las limitaciones presupuestarias con las que operan las OTT. Partiendo de estas premisas, Litten et al (2007) proponen pasar del actual modelo maximizador de ingresos por concesión de licencias basado en la operación de las OTT, a un **modelo de volumen**, que enfatice en la cantidad de innovaciones generadas y que llegan al mercado. En este modelo los investigadores serían la figura central, y para proveerles los incentivos adecuados para que generen innovaciones y las comercialicen, actuarían como **agentes libres**, de manera que puedan negociar ellos mismos la concesión de licencias o delegarlo en otra entidad. La OTT de la universidad podría ser esta entidad, pero el investigador podría seleccionar igualmente a cualquier otra y llegar a acuerdos de distribución de potenciales ganancias a cambio de que sufrague los costos de solicitud de patente y otros relacionados con el proceso. Dentro de este modelo se podría establecer la cesión a la universidad de una parte de las ganancias, como propietaria de los derechos de propiedad intelectual, pero resultaría más eficiente que **la universidad ceda a los investigadores sus derechos** de propiedad intelectual, ya que esto agilizaría los procesos de comercialización. Litten et al (2007) confían en que los investigadores exitosos donarán parte de sus ganancias a la universidad, como ya ha sucedido en numerosas ocasiones a lo largo de la historia, y que probablemente se establecerá un patrón de comportamiento entre los investigadores que implique la cesión de donativos.

Kenney y Patton (2009) apoyan este modelo, que ellos denominan **inventor ownership model**, o **modelo de propiedad del inventor**, en contraste con el *university invention ownership model*. Estos autores resaltan que el modelo implica la descentralización, ya que la toma de decisiones bajaría al nivel del innovador académico, es decir, al nivel más cercano al proceso de creación de conocimiento y por lo tanto al que es *“más probable que tenga la mejor información”* (Kenney y Patton, 2009: 1414). Para evitar

¹² Para Kenney y Patton (2009) el actual modelo *“está plagado de incentivos inefectivos, asimetrías de información y objetivos contradictorios para los inventores, los potenciales clientes, la universidad y las OTT universitarias. Estas incertidumbres estructurales conducen a retrasos en la comercialización, gastos innecesarios, mercados “grises” para las invenciones, restricciones a los inventores difíciles de implementar, incentivos mal alineados entre las partes, y retrasos en el flujo de información científica y de los materiales necesarios para el progreso científico”* (pg. 1407).

¹³ Otros estudios, como los de Siegel et al (2003) y Swamidass y Vulasa (2009) enfatizan también el papel de los investigadores en el contacto inicial y posterior con los empresarios.

cuestionamientos normativos en relación al uso privado de fondos públicos, Kenney y Patton sugieren que los innovadores académicos cedan a la universidad un pequeño porcentaje de la propiedad en forma de acciones (suficientemente pequeño para que no suponga un desincentivo) o concedan licencia a la universidad para explotar comercialmente cualquier invento generado.

Debe aclararse que actualmente cuando una universidad no está interesada en una innovación, puede ceder los derechos al investigador, y si esto ocurre el investigador es libre de tomar las decisiones que desee sobre la misma. No obstante, esto sucede en escasas ocasiones con invenciones con potencial comercial (según AUTM (2013), sólo el 3% de los *inventions disclosures* son devueltos a los investigadores).

Para Kenney y Patton (2009) este modelo puede tener incluso consecuencias positivas sobre las OTT, ya que reduciría la presión que reciben para manejar *invention disclosures* con reducido potencial de éxito. En cualquier caso, seguirían siendo el primer centro de recursos para aquellos innovadores académicos que tienen una innovación con potencial comercial pero que no tienen el tiempo, el interés, el conocimiento, el dinero o las redes sociales para proceder a comercializarlo. Obligaría, eso sí, a adoptar una cultura mucho más enfocada en el servicio a los investigadores académicos (serían sus clientes o socios).

Una consecuencia adicional de la adopción del modelo de propiedad del inventor académico es que si este no desea explotar comercialmente su invención, o si se considera que no es viable su explotación comercial, puede hacerla pública sin violar ningún tipo de ley ni reglamento. De esta manera, podría generarse actividad económica si alguna empresa está interesada en su desarrollo comercial, lo que a su vez podría ser un mecanismo para establecer vínculos entre el investigador académico y la empresa que pueda derivar en nuevas invenciones con potencial comercial.

En Estados Unidos no hay universidades que apliquen el modelo de propiedad del inventor, aunque Kenney y Patton (2009) recuerdan que las universidades de Stanford y Wisconsin iniciaron la explotación comercial de sus invenciones bajo ese modelo, y en Stanford estuvo vigente hasta 1994. En Canadá, sin embargo, la Universidad de Waterloo ha adoptado ese sistema. Sus resultados han sido estudiados por Bramwell y Wolfe (2008) y por los mismos Kenney y Patton (2011) en otro trabajo. En ambos casos llegan a la conclusión de que esta universidad es mucho más eficiente que otras¹⁴ en la creación de empresas por parte de los académicos, tanto si se mide en relación al tamaño de su facultad como si se mide por la inversión en I+D. Según información de la propia universidad, se han creado ya más de 90 empresas¹⁵. Debe resaltarse que la Universidad de Waterloo cuenta con una oficina de transferencia de tecnología, WatCo, que puede ser utilizada por los innovadores académicos para sufragar los costos de patentar y para

¹⁴ Kenney y Patton (2011) comparan los resultados de la Universidad de Waterloo con los de las universidades de Wisconsin, Illinois Urbana-Champaign, Michigan Ann Arbor, California Davis y California Santa Barbara.

¹⁵ Entrepreneurship. About Waterloo. Portal de University of Waterloo. Obtenido en <https://uwaterloo.ca/about/what-we-do/entrepreneurship>

comercializar sus inventos, bajo el acuerdo de que el 25% de las ganancias, después de cubrir los gastos de solicitud de patente, son para WatCo, y el 75% para el investigador¹⁶, aunque esto varía si es el investigador el que paga los gastos de solicitud de patente o si no se solicita patente (por ejemplo, en el desarrollo de software). También hay un apoyo fuerte de WatCo a las iniciativas empresariales de los propios investigadores.

Suecia también concede a los investigadores la propiedad intelectual de los resultados de su investigación. Nilsson et al (2010) realizaron siete estudios de caso suecos y concluyen: *“la sensación de ser dueño de su propiedad intelectual y de estar en control de cómo transferirla actúa como un incentivo para algunos investigadores. Los investigadores clave no quieren dejar la academia en ninguno de los casos estudiados, pero se involucran (o planifican hacerlo) en diferente medida en la comercialización, porque quieren asegurar fondos para sus proyectos de investigación, que sus investigaciones tengan usos prácticos para el beneficio de pacientes y/u obtener beneficios financieros propios”* (pg. 632). En los casos estudiados por Nilsson et al (2010), la utilización de la OTT depende de la percepción de los investigadores sobre su eficiencia, y es frecuente que acudan a ellas cuando carecen del capital social necesario para la transferencia de conocimiento.

Cuando los derechos de propiedad de las innovaciones no pertenecen a los investigadores académicos, hay un incentivo a que desarrollen actividades empresariales y contactos con las empresas al margen de la universidad, lo que ya ha sido estudiado tanto en Europa como en Estados Unidos¹⁷. Fini et al (2011) encuestaron a 11,572 profesores del sistema universitario de Estados Unidos y encontraron que dos tercios de las empresas creadas por profesores universitarios no están basadas en inventos patentados o en inventos divulgados a sus OTTs. Su interpretación es que hay una subutilización del potencial de la universidad en aprovechar la creación de empresas para el desarrollo económico y el bienestar del país.

Pero incluso dentro del marco actual centrado en las OTTs, el papel de los investigadores en los procesos de transferencia de conocimiento es fundamental, ya que son éstos, más que la OTT, los que crean y movilizan su capital social. A su vez, para los empresarios el contacto personal con los investigadores es fundamental a la hora de plantearse la adquisición de una licencia sobre los derechos de propiedad de sus invenciones, o de

¹⁶ University of Waterloo (UW) IP Policy #73 overview. Portal de University of Waterloo. Obtenido en http://research.uwaterloo.ca/watco/uw_researchers_policies.asp

¹⁷ Otra aportación interesante en este contexto es el estudio de Crespi et al (2006) en busca de una respuesta a la “paradoja europea”: las universidades europeas son muy sólidas en investigación básica, pero parecen estar por detrás de Estados Unidos y otros países en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas. En su investigación comparan las patentes propiedad de universidades con las patentes que no son propiedad de universidades pero en las que investigadores universitarios han participado. Según sus datos el 80% de las patentes europeas en las que participan investigadores de universidades europeas no son propiedad de universidades, sino de empresas, ya que estas se involucran en las investigaciones académicas desde las etapas iniciales, y la propiedad de la patente es objeto de negociación entre las partes involucradas. Esto explicaría la paradoja y desmentiría la falta de desarrollo de aplicaciones en Europa. Por eso concluyen que no hace falta legislación adicional, el mercado está incorporando los resultados de las investigaciones, independientemente de si las universidades poseen la propiedad de las patentes o no la poseen.

establecer colaboraciones de otro tipo, ya que ellos son quienes conocen bien su propia tecnología y área de investigación (Thursby y Thursby, 2004). Pero esos contactos son sobre todo importantes para que la transferencia de conocimientos a la empresa, una vez concedida la licencia, sea exitosa, ya que es el vehículo para transmitir conocimiento tácito (Kenney y Patton, 2009, Karlsson y Wigren, 2012). La relación se retroalimenta a través de esos contactos y permite que se consoliden colaboraciones más frecuentes y diversas, y lo que es más importante, proyectos más a largo plazo (D'Este y Perkmann, 2011; Ramos y Fernández, 2012). Como plantean Nilsson et al (2010), *“la interacción entre investigadores y actores del mercado no sólo ha mostrado ser un mecanismo para transferir derechos de propiedad intelectual, sino también para el proceso continuo de desarrollar descubrimientos”* (pg. 621).

2.4. Perfil y motivaciones de los innovadores académicos

Varios estudios coinciden en identificar un **perfil** particular de investigadores académicos activos en el desarrollo de patentes y *spin-offs*: suelen ser hombres con su carrera académica ya consolidada (Link et al, 2007; O'Shea et al, 2008; Karlsson y Wigren, 2012; Abreu y Grinevich, 2013). Los investigadores académicos que se involucran en actividades “informales” (que no implican la transferencia formal de propiedad intelectual) tendrían también un perfil similar (Link et al, 2007; Fini et al 2010; Abreu y Grinevich, 2013).

La **trayectoria** también es importante. Thursby y Thursby (2004) fueron pioneros en analizar la trayectoria de los académicos como factor explicativo de sus actividades de transferencia de conocimiento, y diversos estudios han destacado aspectos específicos dentro de estas trayectorias, como haber realizado estudios en el extranjero (Azagra, 2007), los años dedicados a investigación (Landry et al, 2006; Azagra, 2007), o haber tenido experiencias previas en actividades de transferencia de tecnología (Landry et al, 2006; D'Este y Patel, 2007). Desde este enfoque se resaltaría la importancia de incluir estas prácticas en la formación de estudiantes.

Los académicos que han tenido experiencias empresariales en el pasado tienen una probabilidad más alta de volver a iniciar empresas (Clarysse et al, 2011; Shane, 2004) o de desarrollar actividades comerciales informales (Abreu y Grinevich, 2013). Según la revisión de estudios empíricos que realizan Clarysse et al (2011), la probabilidad de que una persona que ha creado una *start-up* vuelva a repetir la experiencia (haya tenido éxito o no en su primera iniciativa) está entre el 40% y el 60%, dependiendo de los países¹⁸.

A partir del análisis de data sobre investigadores de universidades europeas, Crespi et al (2006) encuentran un aspecto adicional el análisis de la trayectoria de los científicos que resulta relevante: contrario a lo que se podría pensar, los innovadores académicos más

¹⁸ Estos autores sugieren que es la confianza que da el haber desarrollado experiencias empresariales anteriores la que alimenta esta propensión a tener nuevas iniciativas, porque también encuentran una actitud similar entre aquellos académicos que consideran que tienen las competencias para crear una compañía, no por su experiencia previa sino por su personalidad.

productivos en términos de invenciones académicas tienen una baja movilidad, es decir, una probabilidad menor que otros investigadores y profesores de cambiar su trabajo académico y en especial de moverse al sector privado.

Otro hallazgo interesante es que el enfoque más orientado hacia las aplicaciones comerciales de los hallazgos de las investigaciones no implica un abandono de la investigación básica. Varios estudios muestran que las publicaciones sobre investigación básica se mantienen al menos al mismo nivel (Agrawal y Henderson, 2002; Thursby y Thursby, 2004; Thursby y Thursby, 2011; Schacht, 2012), o que sólo en algunas disciplinas y a partir de determinado nivel se produce cierto efecto sustitución (Crespi et al, 2011). Prevalece un modelo interactivo, es decir, al igual que la investigación aplicada parte de la investigación básica, esta última se nutre de los desafíos teóricos que una y otra vez encuentran los investigadores al tratar de desarrollar aplicaciones comerciales, de las perspectivas diferentes que tienen que adoptar los científicos al interactuar con la industria, así como de las implicaciones teóricas de sus hallazgos. La transferencia de conocimiento actúa en ambas direcciones, tanto de la universidad a la industria, como a la inversa (Etzkowitz, 2003; Siegel et al, 2003). D'Este y Perkmann (2011), tras encuestar a investigadores del Reino Unido, concluyen que la mayoría de los académicos mantienen su autonomía y buscan que las colaboraciones con la industria favorezcan sus proyectos de investigación, o al menos que sean compatibles.

Landry et al (2006) y Karlsson y Wigren (2012) encuentran que no existe relación entre la cantidad de publicaciones *peer-reviewed* o conferencias y la propensión de los académicos a desarrollar una empresa. Landry et al (2006) además encuentran que estas iniciativas no afectan negativamente a las horas de enseñanza, lo que resulta sorprendente desde su punto de vista, y les lleva a concluir "*que las visiones tradicional y emprendedora de la universidad y de la investigación universitaria pueden co-existir exitosamente en el mismo entorno sin hacerse daño una a la otra*" (pg. 1611).

Estas últimas conclusiones son cónsonas con el análisis de las **motivaciones** de los investigadores académicos que se involucran en el desarrollo de patentes. Según los estudios revisados, la motivación para realizar investigaciones es intrínseca a los científicos académicos, y parece bastante claro que la generación de ingresos adicionales no representan el principal incentivo para que los investigadores realicen innovaciones; otros motivos, como la reputación o las propias normas de la ciencia son mucho más poderosos (Thursby y Thursby, 2007; Göktepe-Hulten y Mahagaonkar, 2010). Las patentes no muestran una identidad empresarial de los científicos, sino que son más bien una señal de su nivel de conocimiento y destrezas, de ahí que aunque sus hallazgos resulten en patentes con frecuencia los científicos se mantienen trabajando dentro de los parámetros tradicionales y enfocados en la ciencia (Göktepe-Hulten y Mahagaonkar, 2010).

En cuanto a su interés por desarrollar vínculos con la industria, varios estudios empíricos apuntan a que la principal razón es la búsqueda de fondos o apoyo para sus proyectos de investigación académicos (Link et al, 2007; Thursby y Thusby, 2007; Salter et al., 2010; D'Este y Perkmann, 2011).

En el caso de los innovadores académicos que desarrollan iniciativas empresariales o establecen colaboraciones con empresas se combinan varias motivaciones, de manera más compleja que en el caso de los empresarios, ya que se combinan varias facetas del investigador emprendedor: como académico, como director de un proyecto de investigación y como empresario, aunque es la primera la que prevalece. En el estudio de Salter et al (2010) entre investigadores ingleses la búsqueda de ingresos personales es la última razón en mencionada como importante para interactuar con la industria (11% de los encuestados). Hayter (2011) identifica que sí tienen interés en obtener ganancias financieras, pero no es su objetivo principal sino más bien un “efecto secundario”; de hecho perciben las ganancias financieras como una compensación por dedicar tiempo a tareas fuera de la academia. Además, según su estudio, sus pretensiones financieras se vuelven más modestas a medida que los académicos se dan cuenta de las dificultades en los procesos de comercialización. Según Hayter (2011) las principales motivaciones para estos académicos son su interés por difundir una tecnología (diseminar los resultados de las investigaciones) o por desarrollarla fuera de la universidad, así como insatisfacción con el trabajo de la OTT. Algunos académicos empresarios consideran que el desarrollo de estas iniciativas es parte de sus responsabilidades como académicos (un servicio a la universidad) o se involucran por el impacto positivo potencial sobre la sociedad. Salter et al (2010) destacan la motivación por buscar aplicaciones prácticas de sus innovaciones entre los investigadores ingleses con empresas, y O’Shea et al (2007) identifican también que la principal motivación para los investigadores de MIT que buscan comercializar los resultados de sus investigaciones es validar su tecnología, aunque también encuentran estimulante la participación en “el juego empresarial”, y la generación de ingresos.

Otras motivaciones que se han resaltado en estudios empíricos son la satisfacción personal, el reconocimiento de pares y el crecimiento profesional (O’Gorman et al, 2008; Göktepe-Hulten y Mahagaonkar, 2010; Grimpe y Frier, 2010). Los académicos también se motivan al conocer otros colegas académicos con iniciativas empresariales, en su universidad o en otras universidades de la región (Hayter, 2011).

Debe mencionarse que aunque no sea el principal factor motivacional, sí se ha observado que la ausencia de incentivos económicos adecuados inhibe a los investigadores de realizar *invention disclosures* o de participar en actividades de transferencia de tecnología (Markman et al, 2004).

2.5. Factores que favorecen o que obstaculizan la comercialización de innovaciones

Como se mencionó en la introducción, este trabajo se propone como objetivos identificar elementos y factores que favorecen o que obstaculizan que investigadores y centros de investigación de universidades de Puerto Rico desarrollen iniciativas empresariales a partir de sus proyectos de I+D, por un lado, o que se vinculen proyectos de I+D académicos con la actividad productiva de empresas locales o de filiales de corporaciones foráneas, por otra parte. Antes de analizar los resultados del trabajo de campo, se plantearán en esta sección los hallazgos sobre estos elementos y factores identificados en otros estudios, con especial atención a las experiencias internacionales en las que el vínculo entre

investigación académica y actividad empresarial esté siendo efectiva y contribuyendo al desarrollo económico.

Hay un extenso cuerpo de investigaciones que se enfocan en determinar qué factores facilitan para que una comunidad de investigadores académicos genere innovaciones, vínculos con empresas y spin-offs. En algunos casos se destacan rasgos de personalidad o comportamiento individual, en otras ocasiones se resalta la importancia de las características organizacionales y los recursos de la universidad, mientras que ciertos autores adoptan un enfoque institucionalista y destacan la importancia de las normas, los valores culturales y el marco institucional. También son importantes las contribuciones que se enfocan en interpretar el papel del contexto económico y social de los investigadores. A modo de resumen, se plantean los siguientes factores:

- **Personalidad y motivaciones** [veáse apartado anterior]
- **Trayectoria** [veáse apartado anterior]
- **Calidad de las universidades y recursos para investigación:** Shane (2004), O'Shea et al (2005) y Landry et al (2006) resaltan la importancia de la calidad de las universidades y su status académico, de los recursos para actividades de I+D, de su disponibilidad de grandes laboratorios y del tamaño de la facultad. Analizando indicadores de calidad, Powers y McDougall (2005) y Ambos et al (2008) encuentran actividades de transferencia más frecuentes entre los investigadores cuyos artículos son citados más veces.
- **Áreas de especialización:** Algunas disciplinas son más propensas al desarrollo de iniciativas comerciales que otras, como las de ingeniería y ciencias de computadoras (Landry et al., 2006, Azagra, 2007), o las de medicina (Siegel et al, 2003).
- **Activos de propiedad intelectual:** Cuantos más activos de propiedad intelectual tiene una universidad, más probable es la creación de empresas para explotarlos (Landry et al, 2006; O'Shea et al, 2008).
- **Efectividad de la OTT** [veáse sección 2.2]. Es crucial el tiempo que tarda en comercializar los productos [*time-to-market*], porque los empresarios valoran mucho las ventajas de ser los primeros en los mercados de alta tecnología [*first mover advantages*] (Siegel et al (2003).
- **Sistema de incentivos:** Factores organizacionales como los sistemas de incentivos a los innovadores académicos y la compensación del personal de las OTTs influyen en la productividad de la transferencia de conocimiento (Siegel et al, 2003; Guerrero y Urbano, 2012). Aunque no hay consenso sobre este punto, en general un aumento en la proporción de ganancias que recibe el investigador se asocia con una mayor productividad y con un proceso de comercialización más efectivo (Phan y Siegel, 2006; Link et al, 2007; O'Shea et al, 2008; Grimpe y Frier, 2010).
- **Cultura y apoyo de la institución:** Hay más comercialización y más cantidad de *spin-offs* en las universidades que cuentan con una cultura que favorece la comercialización. La presencia de académicos innovadores como referencias y la

percepción de los investigadores sobre el apoyo institucional a estas actividades juega un papel crucial (Bercovitz y Feldman, 2008; O'Shea et al, 2008), así como el sistema de apoyo al emprendedor y la educación empresarial dentro de la universidad (Guerrero y Urbano, 2012). Bercovitz y Feldman (2008) avisan que si el contexto de trabajo no favorece la transferencia de tecnología, aunque los académicos se hayan formado en universidades que sí lo promueven, tenderán a adoptar las normas sociales de su lugar de trabajo.

- **Misión de desarrollo económico:** La aceptación por parte de la universidad de su rol como motor del desarrollo económico (Powers y McDougall, 2005).
- **Comprensión mutua y capital social:** La principal barrera, según los investigadores, los administradores de OTT y los empresarios, es la falta de comprensión mutua entre universidad y empresas (Siegel et al, 2003). En este sentido, Landry et al (2006) destacan la experiencia en consultoría como un factor que permite superar esta barrera, así como la importancia en este contexto de las redes y los valores de confianza entre actores de la academia y de la industria. Este capital social es también considerado un factor crucial en otros estudios (Link et al, 2007; Perkmann y Walsh, 2009; Nilssen et al, 2010; Aldride y Audretsch, 2011; Karlsson y Wigren, 2012; Ramos y Fernández, 2012). Sobre este tema hay varias conclusiones importantes en los estudios: Casper (2013) sostiene las redes de contactos locales suelen ser las más importantes para lograr la comercialización de innovaciones, ya que facilitan la creación y transferencia de conocimiento tácito, y que deben mantenerse vínculos con los estudiantes graduados de programas doctorales que obtienen un empleo; Etzkowitz (2003) sugiere ver a las OTT como intermediarios que movilizan su propio capital social en beneficio de los investigadores académicos, no sólo sus contactos con empresarios e inversores, sino también con otros investigadores para propiciar colaboraciones interdisciplinarias; Ramos y Fernández (2012) plantean estrategias para crear capital social a través de la prestación de servicios específicos para atender necesidades concretas de las empresas, de internados de estudiantes en empresas, así como de la participación de la universidad y sus investigadores en actividades que les permitan involucrarse más en sus contextos locales y regionales, por ejemplo actividades de trabajo comunitario.
- **Estructura del entorno:** O'Shea et al (2008) y Ramos y Fernández (2012) señalan que la infraestructura industrial y de conocimiento en la región son esenciales. La European Commission (2002) concluye que cuanto más fuerte sea la interacción de una universidad con su entorno económico, más elevada es la proporción de spin-offs exitosas. De manera inversa, Feldman y Desroches (2004) y Casper (2013) avisan del efecto adverso del contexto si la universidad se ubica en una región con una débil infraestructura empresarial.
- **Capital de riesgo:** La necesidad de disponer capital de riesgo (*venture capital*) en su zona geográfica es enfatizada por Powers y McDougall (2005) y O'Shea et al (2008). Landry et al (2006) señalan también a los fondos disponibles de agencias gubernamentales.

O'Shea et al (2007) analizan en detalle los factores que llevan a MIT a convertirse en líder en la creación de spin-offs, y además de destacar su capacidad para atraer recursos para investigación, tanto del gobierno como de la industria, así como su infraestructura organizacional y la calidad de su facultad, enfatizan en la importancia de los valores y la cultura organizacional. Los diferentes miembros de la comunidad académica mantienen un concepto de éxito en investigación que implica que "no es suficiente la simple invención de un nuevo producto, concepto o tecnología. La medida de éxito es la comercialización global y la amplia aceptación de sus innovaciones" (O'Shea et al, 2007: 8). Las expectativas respecto a los miembros de la facultad es que generen proyectos de investigación con aplicaciones comerciales, y así autosustentables, y la investigación en empresas es bien vista si repercute positivamente en la educación de los estudiantes y en resultados de investigación de impacto nacional. Además encuentran que la presencia de investigadores con iniciativas comerciales es esencial para desarrollar ese mismo interés en los miembros más jóvenes de la facultad y los estudiantes, incluyendo las experiencias de investigadores que hacen un paréntesis en su carrera académica para desarrollar comercialmente inventos propios o colaborar con empresas existentes. Para Shane (2004) los académicos con iniciativas empresariales en la universidad o en la comunidad cercana sirven de referencia de actividades exitosas y proveen un "currículum informal" a otros miembros de la academia y a estudiantes sobre cómo crear una empresa o dónde buscar fondos de capital de riesgo, mientras que Hayter (2011) destaca que son vistos como líderes, fuentes importantes de experiencia, y apoyo en las tareas de gerencia de la iniciativa empresarial (aunque de igual forma, otros pares académicos desmotivan y obstruyen, por tener una visión negativa de las iniciativas empresariales desde la academia).

Por otro lado, hay factores que pueden llevar a los investigadores a no desear o a no considerar la posibilidad de tener iniciativas empresariales: no les interesa sacar tiempo de otros proyectos para trabajar en estas iniciativas, prefieren enfocarse en publicar y perciben que involucrarse en procedimientos de solicitud de patentes implicará demoras en las publicaciones, piensan que son dos trayectorias profesionales distintas y los académicos no deben involucrarse en procesos de comercialización de las tecnologías que ayudan a desarrollar, o simplemente desconocen las alternativas para comercializar y los procedimientos a seguir (Thursby y Kemp, 2002; Nilsson et al, 2010). El resultado es que según el estudio de Thursby y Kemp (2002) se hace un *invention disclosure* de menos de la mitad de las innovaciones con potencial comercial.

Además, las restricciones de los reglamentos universitarios a que los empleados se acojan a una licencia para trabajar fuera de la universidad o que limitan la participación en iniciativas privadas son también un obstáculo, así como la prevalencia de una cultura universitaria contraria al desarrollo empresarial (Feldman y Desroches, 2004; O'Shea et al, 2008).

3. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación se orientó en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipos de relaciones se pueden observar entre los proyectos de investigación en las universidades de Puerto Rico y las inversiones corporativas en R&D, tanto locales como foráneas, cuáles son sus principales características y cómo se articulan estas relaciones?
- ¿Qué elementos o factores caracterizan a los investigadores y centros de investigación que desarrollan iniciativas empresariales a partir de proyectos de R&D académicos en Puerto Rico, y cuáles a los investigadores y centros de investigación que no consideran esa posibilidad? ¿Cuáles son las percepciones de cada uno sobre los obstáculos y retos que enfrentan en ese proceso?
- ¿Qué tipo de iniciativas y políticas públicas son efectivos en otros países para promover el desarrollo de actividades empresariales a partir de proyectos de investigación académicos?

Antes de entrar al análisis de los hallazgos del trabajo de campo y la revisión de fuentes de información en Puerto Rico, delimitaremos nuestro objeto de estudio, haciendo explícitas nuestras definiciones, y detallaremos las tareas de investigación abordadas, en especial el proceso de selección de personas a entrevistar y el desarrollo del trabajo de campo. Finalmente analizaremos las limitaciones a tomar en cuenta a la hora de valorar los hallazgos, que son inherentes a la metodología adoptada y al propio proceso de investigación.

3.1. Definiciones

En primer lugar, utilizamos la definición de **investigación y desarrollo (I+D)** contenida en el *Manual de Frascati* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que es ampliamente usado a nivel internacional en las encuestas y estudios sobre I+D. La Investigación y el Desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de estos conocimientos para crear nuevas aplicaciones (OCDE, 2003: 30). Esto incluye tres tipos de actividades: investigación básica (trabajos experimentales o teóricos enfocados en obtener nuevos conocimientos sobre los fundamentos de fenómenos y hechos observables), investigación aplicada (dirigidos a un objetivo práctico específico) y desarrollo experimental (dirigidos a la producción de nuevos materiales o productos, o a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas o servicios, o su mejora sustancial).

No se consideran dentro de esta definición las actividades que no contengan un elemento apreciable de novedad, ni las actividades rutinarias que no impliquen la resolución de una incertidumbre científica o tecnológica. Quedan excluidas las actividades de enseñanza y

formación, ensayos rutinarios, asistencia médica especializada, estudios de mercado, diseño industrial, adquisición de tecnología, etc.

Guiados por el *Manual de Oslo*, también de la OCDE, entenderemos por **innovación** la introducción de un producto o servicio, proceso, método de comercialización o método de organización que sea nuevo o esté significativamente mejorado, en las prácticas internas de la entidad, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OCDE, 2005:56). Las **actividades innovadoras** son las que conducen o tienen por objeto conducir a la introducción de innovaciones. Las actividades innovadoras incluyen las de I+D.

Este trabajo se centra en los académicos que (1) generan innovaciones a partir de sus investigaciones académicas y (2) que son activos en su intención de buscar aplicaciones prácticas (comerciales) a esa innovación, a través de formas diversas de transferencia de conocimiento. Entre estas formas se incluye la creación de una empresa propia, pero también hay otras, como la colaboración con empresas ya existentes. No sólo es un investigador innovador, es un investigador proactivo a la hora de trasladar sus innovaciones al mercado; es decir, además de innovador es emprendedor.

Además de los universitarios que son innovadores emprendedores, nos interesan las empresas que se crean para comercializar sus innovaciones: las **spin-offs**. Seguimos aquí la definición de *spin-off* que proponen Pirnay et al (2003): “empresas nuevas creadas para explotar comercialmente conocimientos, tecnologías o resultados de investigación desarrollados en una universidad” (pg. 356). Al adoptar esta definición estaríamos incluyendo como *spin-offs* no sólo las empresas creadas por los profesores o investigadores académicos, sino también las de estudiantes y otros miembros de la comunidad universitaria, así como empresas íntimamente vinculadas a investigaciones académicas, aunque sus fundadores no estén vinculados como empleados ni como estudiantes a la universidad.

Las spin-offs pueden sostener diversos tipos de relación con los investigadores académicos. Nicolau y Birley (2003) consideran tres tipos de spin-offs: ortodoxas, en las que tanto la tecnología como el innovador académico salen de la universidad; híbridas, en las que la tecnología sale de la universidad pero el innovador académico mantiene su plaza en la universidad a la vez que trabaja *part-time* en la empresa; y tecnológicas, en las que la tecnología sale de la universidad y el innovador académico no mantiene conexión con la empresa creada, aunque puede retener propiedad de acciones.

3.2. Entrevistas y otras técnicas de investigación

En la investigación se utilizaron diferentes técnicas de investigación, aunque la principal fue la realización de entrevistas semi-dirigidas a investigadores académicos con iniciativas empresariales y a representantes de otros sectores vinculados con este tema en Puerto Rico. Se considera que la técnica de entrevistas semi-dirigidas a personas clave o representativas de los sectores involucrados en el tema es la técnica ideal para lograr recoger sus percepciones y experiencias sobre la multiplicidad de factores que pueden facilitar u obstaculizar los procesos de vinculación de proyectos de I+D con actividades

empresariales, así como su identificación de retos y oportunidades. La información de estas percepciones y experiencias se complementó con una amplia revisión bibliográfica.

Se entrevistaron a un total de 80 personas en el marco de esta investigación. La tabla a continuación detalla las categorías de personas entrevistadas y el número de entrevistas realizadas en cada categoría¹⁹:

Tabla 3.1: Distribución por categorías de las personas entrevistadas

Profesores e investigadores activos con patentes o en proyectos de investigación académicos financiados con fondos externos, y profesores e investigadores académicos que han desarrollado iniciativas empresariales propias	25
Estudiantes, asistentes de investigación e investigadores auxiliares en proyectos de investigación con potencial de desarrollo empresarial	6
Decanos de investigación o equivalentes y directores de centros de investigación vinculados a universidades	11
Directores de centros de apoyo y promoción empresarial en universidades	3
Directores y personal gerencial de corredores tecnológicos, incubadoras y otras iniciativas que articulan alianzas entre la universidad y otros actores	3
Compañías de inversión, inversores ángeles (business angels) e inversionistas en empresa nuevas (<i>start-ups</i>) de alta tecnología	4
Empresarios, personal gerencial e investigadores de empresas locales y filiales de empresas internacionales en sectores propensos a desarrollar actividades de R&D en Puerto Rico	15
Personas vinculadas a la toma de decisiones de política pública en torno a las actividades de investigación y desarrollo o a la promoción de iniciativas empresariales en universidades	6
Personas vinculadas a la toma de decisiones de política pública en torno a las actividades de investigación y desarrollo o a la promoción de iniciativas empresariales en agencias de gobierno y entidades sin fines de lucro	7
TOTAL	80

¹⁹ En la propuesta de investigación se establecían ya las categorías aquí descritas, con pequeñas diferencias. En la propuesta el primer grupo estaba dividido en dos, que se describían así: “Profesores e investigadores activos con proyectos de investigación académicos financiados con fondos externos” y “Profesores e investigadores académicos que han desarrollado iniciativas empresariales propias”. Tras la revisión de bibliografía, estadísticas y primeras entrevistas, se decidió delimitar más el perfil de los profesores e investigadores a entrevistar dentro de estos grupos, para enfocarnos más en el objeto de análisis de la investigación. Por otro lado, el grupo de los estudiantes estaba definido en la propuesta como “Estudiantes de programas graduados con proyectos de investigación con potencial de desarrollo empresarial”. De nuevo, tras la revisión de bibliografía y las primeras entrevistas, se decidió en este caso ampliar el perfil de personas a entrevistar dentro de esta categoría, para incluir no sólo estudiantes, sino también asistentes de investigación e investigadores auxiliares que participan en proyectos de investigación con potencial de desarrollo empresarial. Por último, se amplió la definición del grupo de “Directores de centros de investigación vinculados a universidades” para incluir también a los decanos de investigación entrevistados o sus equivalentes en la universidad. Esta categoría no incluye a los vicerrectores de investigación entrevistados, o equivalentes, que se consideran en la categoría de personas vinculadas a las decisiones de política pública en las universidades.

Para la identificación y selección de potenciales entrevistados en el grupo de profesores e investigadores innovadores, con patentes, solicitudes de patentes o con innovaciones con potencial de ser patentadas, se recurrió a la base de datos del *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), a la información publicada por las agencias federales sobre fondos concedidos para investigaciones académicas, así como a referencias obtenidas en otras entrevistas realizadas.

Por su parte, los estudiantes, asistentes de investigación e investigadores auxiliares en proyectos de investigación con potencial de desarrollo empresarial a entrevistar fueron identificados y seleccionados a partir de referencias en otras entrevistas realizadas.

Las entrevistas tuvieron una duración variable, entre 45 minutos y 2 horas y media, siendo las realizadas a los investigadores académicos con patentes e iniciativas empresariales las de duración más larga. Todas las entrevistas las realizó el investigador principal, Manuel Lobato Vico, personalmente en la oficina o el lugar indicado por la persona entrevistada, con excepción de 6 entrevistas que se hicieron por teléfono. A todos los entrevistados se les garantizó la confidencialidad de sus contestaciones. Previo a la realización de las entrevistas se solicitó y obtuvo la aprobación de los cuestionarios y el protocolo de entrevista y manejo de información del *Institutional Review Board* (IRBs) de cada recinto y universidad a la que pertenecen las personas que se deseaba entrevistar²⁰.

Las tablas a continuación describen la distribución de los entrevistados por universidad o recinto. Se buscó incluir en la muestra representantes de cada una de las universidades en las que se invierte una cantidad significativa de dinero en investigación y desarrollo o en las que hay investigadores con patentes.

Tabla 3.2: Distribución por categorías y recinto de la UPR de las personas entrevistadas

	Universidad de Puerto Rico				
	Río Piedras	Mayagüez	Ciencias Médicas	Humacao	Adm. Central
Profesores e investigadores	8	3	3	2	1
Estudiantes	3	1	1		
Decanos o directores de centros de investigación o desarrollo empresarial	3	4			2
Personas vinculadas a la toma de decisiones de política pública		2			1
Total	14	10	4	2	4

²⁰ Se solicitó y obtuvo la aprobación de los IRBs de Río Piedras, Mayagüez y Ciencias Médicas, de la Universidad de Puerto Rico, así como del Sistema Universitario Ana G. Méndez, de la Universidad interamericana y de la Universidad Central del Caribe; además, se obtuvo la autorización de la Universidad Politécnica de Puerto Rico y del Recinto de Humacao de la UPR, y un *waiver* del proceso de revisión del IRB de la Ponce School of Medicine.

Tabla 3.3: Distribución por categorías y universidad privada de las personas entrevistadas

	SUAGM	Ponce School of Medicine	Univ. Central del Caribe	Univ. Politécnica	Univ. Interamericana
Profesores e investigadores	3	2	2	1	
Estudiantes		1			
Decanos o directores de centros de investigación o desarrollo empresarial	2	1	1	1	1
Personas vinculadas a la toma de decisiones de política pública	3				
Total	8	4	3	2	1

Debe señalarse que a través de estas entrevistas se obtuvo información de primera mano de los investigadores responsables de 21 patentes académicas, que representan el 48% de las concedidas desde 2001; de hecho, los entrevistados son responsables del 57% de las patentes académicas concedidas desde 2009. Varios de los empresarios entrevistados también cuentan con patentes propias.

Por su parte, la selección de empresarios o gerentes de empresa a entrevistar se guió por los resultados de la *Encuesta Piloto de Ciencia y Tecnología, 2009: Investigación y Desarrollo*, del Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, que identificó que el 60% de la inversión en I+D corporativa la realizan empresas del sector químico, y específicamente farmacéuticas, seguido por servicios profesionales, científicos y técnicos (20%). Estos grupos incluyen también las empresas de biotecnología agrícola. Un 17% adicional está vinculado con la fabricación de equipo, principalmente eléctrico, médico o de computación.

Tabla 3.4: Distribución por categorías de los empresarios, gerentes e investigadores de la industria entrevistados

Productos farmacéuticos	9
Electrónica / software	3
Servicios de investigación y desarrollo	2
Biotecnología agrícola	1
Total	15

Dentro de estos sectores, se identificaron empresas que han generado patentes o han sido identificadas como activas en I+D en otros estudios, además de seguir las referencias que surgieron en otras entrevistas. La Encuesta Piloto indica además que gran parte de la I+D corporativa es realizada por empresas filiales de Estados Unidos (91%), por lo que se buscó también una alta representación en nuestra muestra (47%). No obstante, se trató

también de obtener entrevistas con empresas locales que hacen I+D tanto por ser el foco de nuestra atención (*spin-offs*) como por la importancia que tienen para la transferencia de conocimiento, según la bibliografía revisada.

Como referencia, las empresas cuyos empresarios o gerentes fueron entrevistados invierten en promedio \$5 millones anuales en actividades de I+D, según las cifras declaradas en las entrevistas, aunque esta inversión oscila mucho entre las diferentes empresas y no se indicó tampoco en todos los casos.

Por último, los entrevistados en el grupo de inversores fueron seleccionados a partir de información documental y de referencias en otras entrevistas, al igual que se hizo con los demás grupos (decanos y directores de centro, y personas vinculadas a política pública).

Para cumplir adecuadamente con la meta y objetivos del estudio, se realizaron además otras tareas de investigación:

- Revisión de estudios y referencias bibliográficas sobre actividades de I+D, el vínculo entre iniciativas de investigación académica y desarrollo empresarial, así como el desarrollo de iniciativas empresariales en el contexto de universidades y centros de investigación.
- Recopilación y análisis de datos e información estadística de fuentes secundarias sobre las actividades de I+D que llevan a cabo las universidades y las empresas en Puerto Rico, así como los indicadores de resultados. Se analizaron también datos y estadísticas de fuentes secundarias sobre la actividad empresarial en sectores vinculados a actividades de I+D en Puerto Rico, y también los datos disponibles sobre iniciativas empresariales de estudiantes y profesores de las universidades y recintos en los que se observan inversiones significativas y continuas en proyectos de I+D. El análisis cuantitativo de estos datos y estadísticas permitió comprender adecuadamente el contexto en el que actúan las personas que se iban a entrevistar.
- Revisión de referencias bibliográficas e información documental sobre proyectos y políticas públicas de los últimos 25 años en Puerto Rico dirigidas a promover las actividades de investigación y desarrollo en las universidades y centros de investigación, las iniciativas empresariales en estos mismos espacios, así como a crear y fortalecer vínculos entre proyectos de investigación académicos y corporaciones empresariales.
- Revisión de referencias bibliográficas e información documental correspondiente a proyectos y políticas públicas adoptadas en Estados Unidos, Europa y otros países que hayan sido eficientes en la promoción de iniciativas empresariales vinculadas con proyectos académicos de I+D, en la vinculación de estos proyectos con actividades productivas de empresas locales y corporaciones internacionales, así como en el desarrollo de alianzas efectivas entre diferentes sectores.

3.3. Limitaciones del estudio

Como evidencian las tablas que describen el perfil de las personas entrevistadas se hizo un esfuerzo por encuestar a una diversidad de investigadores y otros actores del ecosistema de innovación académica. Entre los investigadores académicos que cumplían con los criterios descritos se utilizó una selección al azar, salvo en algunos casos en los que se siguieron las referencias brindadas por otras personas entrevistadas. No obstante, dada la complejidad del tema y la diversidad de experiencias, los hallazgos de la investigación tienen limitaciones y podría haber opiniones y experiencias adicionales a las descritas en este informe entre la totalidad de investigadores, decanos o directores de centros, y sobre todo de estudiantes, personas vinculadas a política pública o empresarios.

Además de las limitaciones derivadas de la selección de personas a entrevistar, la investigación puede estar sesgada por el perfil de personas que acepta ser entrevistadas. En total se solicitaron entrevistas a 121 personas mediante correo electrónico, pero el 34% no contestó la invitación (o indicaron que no estaban disponibles), por lo que no fueron entrevistadas. Los grupos en los que se encontró mayores dificultades de reclutamiento de participantes para el estudio son los de empresarios e investigadores en empresas (48% no contestaron) y los de personas vinculadas a la toma de decisiones de política pública (38% no contestaron).

Por otro lado, el estudio se nutre de fuentes de datos secundarios, que tienen sus propias limitaciones y sesgos, como la base de patentes online que ofrece la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO).

Por último, como se notará en la bibliografía este tema es relativamente reciente en el análisis académico de las políticas públicas, por lo que la cantidad de estudios sobre las *spin-offs* académicas y la diversidad de estos estudios es relativamente reducida. Por lo tanto, las conclusiones que descansan sobre la revisión de estudios y mejores prácticas a nivel internacional tienen las consiguientes limitaciones.

4. Hallazgos de la investigación

A continuación se detallan los resultados del trabajo de campo realizado, así como de la revisión de fuentes de datos e información, y la revisión de documentos relacionados con la comercialización de innovaciones en Puerto Rico. Se analizan los indicadores sobre la inversión en I+D en las universidades, las patentes generadas y las principales iniciativas empresariales creadas, para obtener conclusiones sobre las dinámicas desarrolladas en Puerto Rico en torno a las innovaciones académicas. Basándonos en los resultados de las entrevistas, analizaremos después el perfil, motivaciones y obstáculos de los investigadores académicos, el marco institucional, el sistema de incentivos en Puerto Rico y el sistema de apoyo a la transferencia de conocimientos en Puerto Rico.

4.1. De la I+D a la comercialización de innovaciones académicas en Puerto Rico

En las universidades de Puerto Rico, la **inversión en I+D** en 2011 fue de \$163 millones²¹. La tabla a continuación detalla la inversión en cada una de las universidades y recintos.

**Tabla 4.1: Inversión en I+D en entidades de educación superior, por universidad y recinto
Año fiscal 2011 y año fiscal 2007**

[en millones de dólares]	2011	Proporción sobre total	2007	cambio 2007-2011
Universidad o Recinto				
UPR, Ciencias Médicas	\$64.02	39%	\$38.86	65%
UPR, Mayagüez	\$34.42	21%	\$21.74	58%
UPR, Río Piedras	\$32.58	20%	\$22.35	46%
Ponce School of Medicine	\$10.50	6%	\$9.10	15%
U. Central del Caribe	\$7.52	5%	\$9.45	-20%
SUAGM, U. del Turabo	\$7.10	4%	\$0.42	1602%
SUAGM, U. Metropolitana	\$2.39	1.5%	\$0.25	863%
UPR, Humacao	\$1.98	1.2%	\$5.23	-62%
UPR, Cayey	\$1.47	0.9%	\$0.86	71%
SUAGM, U. del Este	\$1.36	0.8%	\$0.41	234%
Universidad Politécnica	\$0.36	0.2%	\$1.13	-68%
UPR, Ponce	\$0.16	0.1%	ne	
TOTAL	\$163.85		\$109.78	49%
UPR	\$134.63	82%	\$89.03	51%
U. Privadas	\$29.22	18%	\$20.75	41%

Fuente de los datos: National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey

²¹ Después de haber crecido a un promedio de 4% entre 2007 y 2010, en el 2011 hubo un crecimiento del 31%. La inversión en I+D en las universidades de Estados Unidos en 2011 se elevan a \$65 mil millones. Entre 2007 y 2011 esta inversión ha crecido a un ritmo anual notable, del 6%. Fuente de los datos: National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey.

La Universidad de Puerto Rico (UPR) invirtió en 2011 un total de \$135 millones, lo que representa el 82% de la inversión total en I+D académica en Puerto Rico. Dentro de la UPR, la inversión se concentra en tres recintos: Ciencias Médicas, Mayagüez y Río Piedras. En cuanto a las universidades privadas, destaca la actividad de dos escuelas de medicina: la Ponce School of Medicine y la Universidad Central del Caribe, aunque son los recintos del Sistema Universitario Ana G. Méndez (SUAGM) los que mayor crecimiento en su inversión en I+D han experimentado.

Como se comentó en el capítulo 2, la inversión en I+D financiada por empresas en las universidades es muy reducida. De todas estas universidades y recintos, sólo hay cuatro que realizan inversión en I+D con fondos de corporaciones, dos de ellas por una cantidad cercana a los \$2 y \$2.5 millones, y otras dos por menos de \$50 mil. El que mayor cantidad de fondos recibe de las corporaciones es el Recinto de Ciencias Médicas, pero su proporción sobre el total invertido es mayor en los recintos especializados en ingeniería: el Recinto de Mayagüez y la Universidad Politécnica de Puerto Rico.

Tabla 4.2: Inversión corporativa en I+D en entidades de educación superior, por universidad y recinto Año fiscal 2011

[en millones de dólares]	Inversión total en I+D	Fondos de empresas	Proporción
Universidad o Recinto			
UPR, Ciencias Médicas	\$64.02	\$2.45	3.8%
UPR, Mayagüez	\$34.42	\$1.90	5.5%
UPR, Río Piedras	\$32.58	\$0.05	0.1%
Universidad Politécnica	\$0.36	\$0.05	13.1%
UPR	\$134.63	\$4.39	3.3%
U. Privadas	\$29.22	\$0.05	0.2%

Fuente de los datos: National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics, Higher Education Research and Development Survey

Como resultado de estas actividades de I+D se han generado *invention disclosures*, y a partir de éstas, solicitudes de patentes. Para tener el cuadro más completo posible sobre las **patentes académicas** en Puerto Rico, el equipo de investigación trabajó sobre el archivo en línea de todas las patentes concedidas por la USPTO e identificó todas las patentes en las que una universidad de Puerto Rico o alguno de sus académicos es el dueño o primer inventor. Según la información recopilada, a 30 de julio de 2013 había 52 patentes aprobadas por la USPTO correspondientes a una innovación realizada por académicos de universidades de Puerto Rico. Se contabilizan aquí sólo las patentes en las que el primer dueño es la UPR o una universidad privada, además de 10 patentes en las que no figura la universidad como dueña, pero cuyo primer inventor es un profesor o investigador académico. Debe mencionarse que según las series estadísticas que ofrece la propia USPTO hay 31 patentes de la Universidad de Puerto Rico, hasta 2011, y ninguna de las universidades privadas. La diferencia con los datos que provee el USPTO se explica por las patentes de los años 2012 y 2013 (13 patentes), más 2 patentes de universidades privadas en el periodo 1991-2011 no contabilizadas por el USPTO, más 6 patentes previas

a 2012 en las que el primer inventor es académico de la UPR o de una universidad privada, y en las que aparece el inventor como dueño²². En la próxima tabla se ofrece el desglose por universidad o recinto y por año.

Tabla 4.3: Detalle del número de patentes concedidas a universidades e investigadores académicos de Puerto Rico, por universidad y año

Universidad y Recinto*	TOTAL	UPR Mayagüez	UPR Area Metro**	UPR Humacao	Univ. Central Caribe	Univ. Interamericana	SUAGM UMET	Ponce School of Medicine	UPR	Univ. Privadas	Asignadas al inventor, no a la universidad / Notas
Total	52	21	20	5	2	2	1	1	46	6	
2013***	5	3	2						5	0	1 [UPR Mayagüez]
2012	8	3	3				1	1	6	2	3 [UPR Area Metro, SUAGM UMET y PSM]
2011	4	2		1		1			3	1	3 [UPR Mayagüez, UPR Humacao]
2010	3	1	1			1			2	1	1 [UPR Mayagüez]
2009	1		1						1	0	
2008	2	1	1						2	0	
2007	2		1	1					2	0	
2006	3		2	1					3	0	1 [UPR Humacao]
2005	0								0	0	
2004	1			1					1	0	
2003	7	4	3						7	0	
2002	2			1	1				1	1	(a)
2001	6	2	3		1				5	1	1 [UCC], (b)
2000	0								0	0	(b)
1999	0								0	0	
1998	1	1							1	0	
1997	0								0	0	
1996	1	1							1	0	
1995	4	3	1						4	0	
1994	0								0	0	
1993	1		1						1	0	(c)
1992	0								0	0	
1991	1		1						1	0	(c)

* En las patentes con inventores de varios recintos o universidades, se atribuye la patente según el municipio en el que reside el primer inventor.

** UPR Area Metro incluye los recintos de Ciencias Médicas y Río Piedras, así como Administración Central.

*** 2013 incluye sólo patentes aprobadas a 30 de julio de 2013.

Notas:

(a) En la patente que atribuímos a la Universidad Central del Caribe (UCC) aparece como primer propietario la UPR, y la UCC como copropietario. La atribuímos a UCC porque el primer inventor es de la UCC.

(b) Hay una patente adicional, que no contabilizamos, con un inventor de la UPR de Mayagüez, pero el primer inventor y el dueño de la patente son de fuera de Puerto Rico, la University of Georgia Research Foundation, Inc.

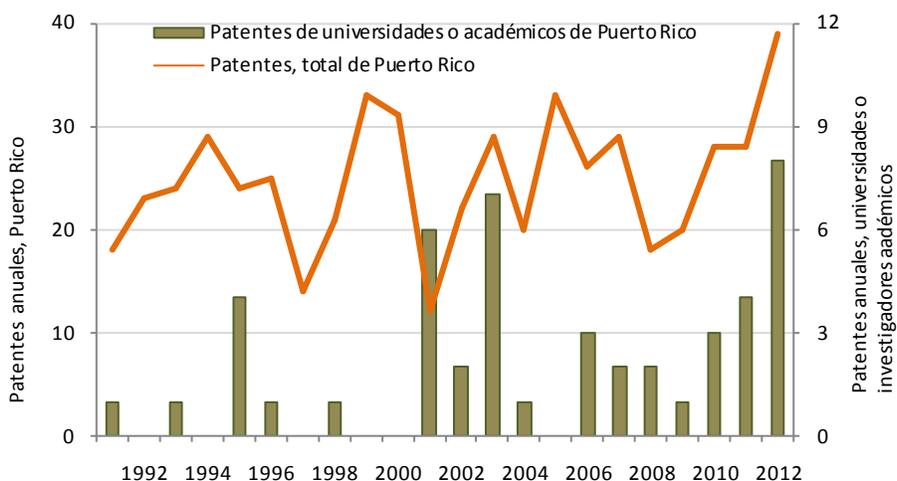
(c) La UPR es dueña de la patente, pero el primer inventor vive fuera de Puerto Rico.

Fuente: Elaboración propia a partir del archivo online de patentes del United States Patent and Trademark Office (USPTO).

²² Fuentes: United States Patent and Trademark Office (USPTO), U.S. Colleges and Universities Utility Patent Grants, 1969-2008; y United States Patent and Trademark Office (USPTO), Patenting In U.S. Metropolitan and Micropolitan Areas, Breakout By Organization, Count of 2000 - 2011 Utility Patent Grants.

La dinámica de las patentes en las universidades de Puerto Rico es un fenómeno relativamente nuevo, con la primera patente a nombre de la UPR aprobada en 1991 y la primera a nombre de una universidad privada en 2010 (aunque hay investigadores de universidades privadas como dueños de patente desde 2001). Como se puede apreciar en la siguiente gráfica, la mayoría de las patentes académicas se han generado después del 2001, aunque su evolución en el tiempo ha sido muy dispar, alternando años de 7 u 8 patentes aprobadas (2003 y 2012), con años sin ninguna patente (2005).

Gráfica 4.1: Evolución del número de patentes concedidas anualmente Total de Puerto Rico vs patentes académicas de Puerto Rico, 1991-2012



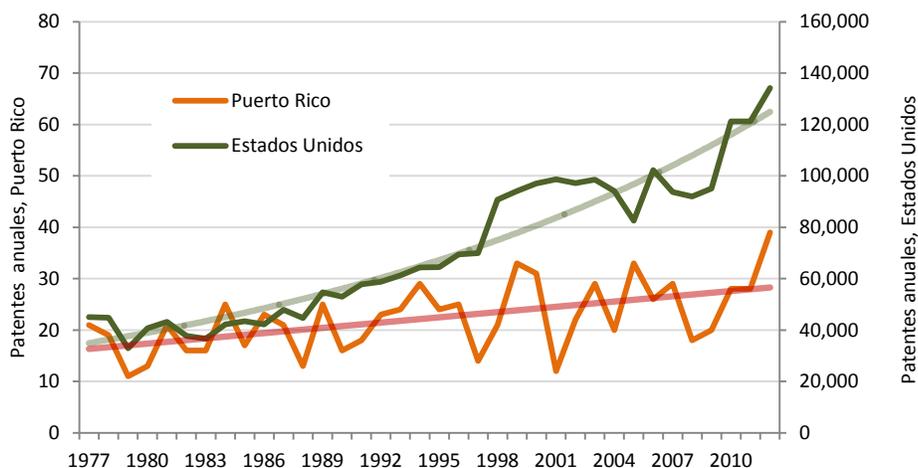
Fuente de los datos: United States Patent and Trademark Office (USPTO) y elaboración propia

Las patentes de universidades o investigadores académicos en Puerto Rico representan el 6.5% del total de patentes de Puerto Rico aprobadas por la USPTO hasta 2012, y el 12.8% de las patentes aprobadas desde el 2001. En Estados Unidos la proporción es mucho menor, sólo el 3.6% de las patentes de utilidad concedidas cuyo dueño es de Estados Unidos corresponden a universidades²³. Es decir, las patentes de las universidades tienen una importancia relativa, en términos numéricos, mayor en Puerto Rico que en Estados Unidos. Esto podría deberse a que el número de patentes que se generan en las universidades en Puerto Rico es muy elevado, o a que el número de patentes de otros sectores es muy reducido. Si se evalúa este número de patentes en relación a la inversión en I+D que se realiza en las universidades, debemos descartar la primera opción, ya que se han invertido \$625.15 millones en I+D entre 2007-2011, una relación de \$52.1 millones en I+D por cada patente. Como se vio en el capítulo 2, en Estados Unidos y Europa esta cifra se sitúa entre los \$11 y \$13 millones.

²³ Dato de 2008, último disponible. En Estados Unidos, entre 1995 y 2008 el crecimiento en el número de patentes de utilidad correspondientes a las universidades ha sido mayor que el crecimiento general (han aumentado un 50% en ese periodo, mientras el número de patentes de utilidad de otros propietarios de Estados Unidos creció un 37%). Fuente: United States Patent and Trademark Office (USPTO), U.S. Colleges and Universities Utility Patent Grants, 1969-2008.

Por otro lado, como se aprecia en la próxima gráfica, si bien el número total de patentes (académicas y no académicas) en Puerto Rico tiende a crecer, lo hace a un ritmo mucho menor que en Estados Unidos (las líneas sobre las gráficas muestran la tendencia de cada una).

Gráfica 4.2: Evolución del número de patentes concedidas anualmente, Puerto Rico y Estados Unidos 1977-2012



Fuente de los datos: United States Patent and Trademark Office (USPTO)

En relación a la **concesión de licencias** para explotar comercialmente las patentes propiedad de las universidades o los investigadores académicos de Puerto Rico, la experiencia todavía es muy limitada²⁴, y no constituyen una fuente de ingresos para los proyectos de investigación (al menos los investigadores entrevistados no pudieron identificar casos en que una patente haya generado ingresos por la concesión de licencias para el investigador o para su laboratorio).

El hecho de que la concesión de licencias de las patentes no haya supuesto una fuente de ingresos para los investigadores académicos no significa que estas no sean comercializables. En realidad, el 16% de los entrevistados como parte del trabajo de campo del presente estudio indicaron que han identificado empresas que han desarrollado aplicaciones comerciales a partir de los hallazgos de sus investigaciones científicas; lo que es evidencia de que se generan patentes con potencial comercial. Son variados los mecanismos por los que las empresas logran utilizar la propiedad intelectual de las universidades o investigadores entrevistados para explotarla comercialmente, sin obtener una concesión formal de la licencia. Se han identificado casos donde esa explotación comercial se da en el marco de una relación más amplia, que beneficia al

²⁴ En la sección "licencias" del portal de internet de la Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la Administración Central de la UPR se enumeran dos solicitudes de patente sobre nuevos materiales de la profesora Margarita Ortiz Marciales (Recinto de Humacao); dos patentes de sistemas de aire acondicionado por energía solar de los profesores Jorge González y Gerson Beauchamp (Recinto de Mayagüez), una de ellas junto a Luis Meléndez; y otras tres patentes sobre fosforescentes de larga duración del profesor Weiji Jia, una de ellas junto a Dongdong Jia, en colaboración con otros investigadores de University of Georgia Research Foundation [Consultado el 30/9/2013 en <http://acweb.upr.edu/vpit/economicd/Licenses.html>].

investigador y la universidad a través de una colaboración general en proyectos de investigación; en otros casos hay empresas que aprovechan que sólo se solicita una patente al USPTO, es decir, para Estados Unidos, para explotar comercialmente la invención en otras jurisdicciones, como Europa; y también se encontraron situaciones donde el investigador, sin que fuera ese su propósito, ha divulgado (a través de publicaciones o presentaciones) información suficiente para que las empresas puedan explotar comercialmente el hallazgo.

Es importante también indicar que según los investigadores de la UPR entrevistados que han identificado estas situaciones al menos en la mitad de las ocasiones la empresa beneficiada contactó con la administración universitaria para negociar la concesión de una licencia, pero los resultados de ese contacto son confusos para los entrevistados. También hay inquietud por parte de los investigadores en cuanto a las demoras en los procesos de firma de *Memorandum of Understanding* (MOUs) que solicitan las empresas. Algunos investigadores entrevistados perciben que el mal manejo de las solicitudes de patente ha derivado en que se desaproveche en varias ocasiones el interés de empresas en explotar comercialmente hallazgos de investigación, y también que las deficiencias o demoras en la resolución a nivel institucional de los potenciales conflictos de interés ha retrasado el desarrollo de iniciativas empresariales por parte de los académicos emprendedores.

En relación a las *spin-offs* creadas a partir de investigaciones académicas en Puerto Rico, a través de las entrevistas pudimos identificar que un 40% de los investigadores entrevistados que tienen patentes ha acudido al Departamento de Estado para inscribir una corporación con la que explotar comercialmente los hallazgos de su investigación o tienen intención de hacerlo a corto plazo. No obstante son pocos los casos en los que operan ya como una empresa²⁵.

A partir de las entrevistas realizadas, y usando como marco la definición descrita en el capítulo anterior, hemos identificado varias *spin-offs* en Puerto Rico fundadas por profesores o investigadores académicos:

- **Cutting Edge Superconductors, Inc.:** Empresa fundada en 2011 por Dr. Yong Jihn Kim, profesor de física de la UPR, Recinto de Mayagüez, orientada a producir cables con un material superconductor que podría reducir el costo de los MRI (Magnetic Resonance Images) en un 40%. La empresa está ubicada en VITEC2 y, cuenta con un equipo de 14 personas, seis de ellos en el área de I+D. El material inventado está patentado en Estados Unidos, Europa y Corea, y en proceso de patentarse en otros países (China y Japón); el Dr. Kim es dueño de las patentes. El plan de negocios recibió el primer premio de la competencia EnterPRize en 2011, y el segundo premio de Innoventure (SBTDC) en 2012. En 2013 la empresa recibió la aprobación de un fondo SBIR Fase I por parte de NSF, para el desarrollo de un

²⁵ Varios de los entrevistados reconocen que su principal interés al inscribir una corporación es presentarse a propuestas de SBIR o STTR [véase sección 4.5], que identifican como una fuente de fondos para sus proyectos. Esto no es un fenómeno específico de los investigadores de Puerto Rico, sino que está en consonancia con lo encontrado por otros estudios en Estados Unidos (Hayter, 2011).

prototipo, en colaboración con Luvata, una empresa líder a nivel internacional en la fabricación de cables superconductores, y con el apoyo de GE, fabricante de MRIs²⁶.

- **Gauss Research Laboratory, Inc.:** Empresa fundada en 2006 por el Dr. Oscar Moreno de Ayala, quien era profesor de la Facultad de Ciencias Naturales de la UPR, Río Piedras y ahora está jubilado. La empresa gestiona los dominios .pr (es decir, las direcciones de internet terminadas en .pr). Actualmente Gauss Research Laboratory está desarrollando tecnología para marcas de agua digitales, para incrementar la seguridad de productos digitales, sobre la que han generado patentes en colaboración con otra compañía internacional. La empresa está ubicada en el casco urbano de Río Piedras, muy cerca del Recinto de Río Piedras de la UPR, y cuenta con varios empleados. Tiene una entidad hermana, Gauss Research Foundation, fundada en 2008 y sin fines de lucro.
- **Protein Dynamic Solutions, Inc.:** Empresa fundada en 2011 por la Dra. Belinda Pastrana, profesora de química de la UPR, Mayagüez, en asociación con el Sr. William Lockwood. La base de esta empresa es una patente concedida en 2012 a la Dra. Pastrana, cuya propietaria es la Universidad de Puerto Rico. La empresa está ubicada en el Centro para el Desarrollo y Adiestramiento en Bioprocesos (BDTC) y se encuentra todavía en fase muy incipiente.

Hay otras tres entidades que podrían ser consideradas como *spin-offs*, bajo una interpretación más laxa de lo que es una *spin-off*. Estas empresas no nacen propiamente de innovaciones resultantes de actividades de I+D académicas, pero su actividad está vinculada a investigaciones académicas. En dos de ellas, además, su fundador no es un investigador académico, pero que tienen socios que son investigadores académicos muy reconocidos. Son entidades muy consolidadas y son también las más mencionadas como referencia por los entrevistados, especialmente CDI Laboratories.

- **CDI Laboratories:** Empresa fundada por el Dr. Ignacio Pino, con sede en el BDTC. Sus siglas corresponden a Caribbean Dairy Institute, porque originalmente era una empresa enfocada en productos veterinarios. El Dr. Ignacio Pino proviene de una familia de empresarios, es doctor en medicina veterinaria y tenía su propio negocio en este sector. La empresa inicia sus operaciones tras ganar la competencia EntrePRize (de Grupo Guayacán) en 2005/06, pero es a partir de 2007 cuando el Dr. Pino entra en contacto con otros científicos de Johns Hopkins University y empieza a desarrollar una colaboración que transformará totalmente la empresa. Hoy es una empresa pionera en generar anticuerpos monoclonales de alta especificidad, que cuenta con seis socios en total. La capacidad de su fundador para aceptar y liderar estas transformaciones y abrir la propiedad de la empresa para formar un grupo de socios con cualidades complementarias (incluyendo otros científicos expertos en el tema de universidades de Estados Unidos) es considerada

²⁶La fuente de información es el propio portal de la empresa, <http://www.cuttingedgesuperconductors.com>; muchos de los datos se corroboraron en las entrevistas y a través de otras fuentes documentales.

por los entrevistados que conocen la trayectoria de la empresa como la clave de su éxito. La empresa ha recibido apoyo financiero de agencias federales (NIH), del Fideicomiso y de PRIDCO, entre otros, para el desarrollo de sus productos.

- **Materials Characterization Center (MCC):** Centro de investigación universitario creado en 1995 para dar servicios de análisis y científicos a empresas. Surge como una iniciativa conjunta de la Facultad de Ciencias Naturales de la UPR y de INDUNIV, gracias a una concesión de fondos de la Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico (PRIDCO), pero desde 1999 opera como corporación sin fines de lucro, aunque mantiene su sede en el Edificio Facundo Bueso, del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico y ahora también en el Edificio de Ciencias Moleculares. Una de las claves del éxito de este Centro es su director desde 2001, el Dr. Edgar Resto, profesor de física de la Facultad de Estudios Generales, de la UPR, Río Piedras, quien contaba con experiencia empresarial previa (fue fundador y director durante varios años de una *start-up* en este mismo sector antes de ser reclutado como profesor). El MCC mantiene una estructura flexible, con investigadores adscritos (químicos, físicos y biólogos) trabajando por servicios profesionales, según lo requiera el servicio, y un equipo fijo de técnicos de instrumentación (en torno a 10 personas). Los pagos de las corporaciones por los servicios prestados constituyen su principal fuente de fondos, y es autosustentable, es decir los ingresos generados por los servicios permiten cubrir los gastos globales del centro. El MCC no desarrolla investigaciones propias, sino proyectos focalizados de investigación, por demanda de las empresas (desarrollo de métodos específicos, soluciones de problemas concretos de proyectos industriales, mejora de procesos de manufactura, apoyo a ensayos clínicos en Fase 3, etc.) Ofrece servicios de resonancia magnética nuclear (NMR), espectrometría de masas, microscopía de superficie y espectroscopía, difracción de rayos X, microscopía confocal, nanoscopía, investigación genómica, secuenciación y genotipificación, entre otros. El enfoque del MCC está muy orientado al servicio al cliente, hasta el punto de que abre su espacio a los técnicos de las empresas en los procesos de análisis de las muestras (aunque éstos están a cargo de los científicos y técnicos del MCC). Además, para mantener la confianza de las empresas, el MCC se somete a auditorías del sector industrial.
- **Fundación de Investigación (o Fundación de Investigación de Diego):** Empresa fundada en 2001 por la Dra. Maribel Rodríguez Torres, experta en investigación hepática y gastroenteróloga que tenía su práctica privada pero desde los noventa optó por enfocarse en estudios clínicos de gran envergadura. La Fundación de Investigación provee una amplia gama de servicios²⁷, incluyendo una unidad para ensayos clínicos en fase 1 con 30 camas, un laboratorio bioanalítico, análisis farmacocinético y farmacodinámico, ensayos clínicos en confinamiento, entre otros, así como el uso de telemetría remota y de programas de software

²⁷ Véase el portal Pharmatching.com para más detalle: <https://www.pharmatching.com/company/fundacion-de-investigacion/services>

adaptados a los intereses de la industria. Hasta ahora se han concentrado en ensayos relacionados con hepatitis y oncología, aunque están expandiéndose también en otras áreas. Sus clientes son fundamentalmente empresas farmacéuticas de Estados Unidos y otros países. La Fundación de Investigación mantiene una relación estrecha con las universidades, y está desarrollando alianzas con investigadores académicos²⁸; uno de los socios, el Dr. José Rodríguez Orengo, es rector del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR, y la propia Dra. Maribel Rodríguez está vinculada a la Ponce School of Medicine.

Hay otras corporaciones inscritas por investigadores académicos con el propósito de explotar comercialmente sus innovaciones, que podrían empezar a operar si las circunstancias les son favorables, y reconocemos que deben haber otras empresas que cualifican como *spin-offs*, pero que no fueron mencionadas por los entrevistados ni pudimos identificarlas mediante nuestra revisión bibliográfica y documental.

Además de estas *spin-offs* creadas en Puerto Rico identificamos a través del proceso de entrevistas otros investigadores que generan innovaciones académicas y son muy activos en la búsqueda de aplicaciones prácticas y comerciales de sus innovaciones, pero no desarrollan una empresa propia, sino que lo hacen a través de la colaboración con empresas ya existentes. Destacamos al **Dr. Eduardo Rosa Molinar**, profesor del Departamento de Biología de la UPR, Río Piedras, como un ejemplo paradigmático de esta trayectoria. El Dr. Rosa está a la vanguardia en el desarrollo de tecnología de generación de imágenes microscópicas, y tiene estrechos vínculos de colaboración con investigadores de universidades de Estados Unidos (California Institute of Technology, University of Wisconsin-Madison, Harvard University, entre otras) y con empresas líderes de su sector de Estados Unidos y Europa, tanto grandes corporaciones como sobre todo *start-ups* (Chroma Technologies, Nanoprobes, Nikon, entre otras)²⁹. Estas colaboraciones se han traducido en la participación del Dr. Rosa y su equipo del laboratorio en propuestas aprobadas por agencias federales para proyectos de investigación, en propuestas de SBIR o STTR aprobadas y en solicitudes de patentes, así como en contratos para proyectos específicos con empresas y en su participación frecuente en encuentros de la industria a nivel internacional. De esta forma, a pesar de que no se ha creado una empresa se produce una *spin-off* de la tecnología generada en el laboratorio del Dr. Rosa, aunque en este caso repercute sobre todo en empresas fuera de Puerto Rico (en la categorización de Nicolau y Birley (2003) que resumimos en el capítulo 3, esta sería una *spin-off* tecnológica, a diferencia de las *spin-offs* ortodoxas o híbridas que serían los ejemplos anteriores).

Del proceso de formación de las *spin-offs* reseñadas hay algunos aspectos que resultan notables. En primer lugar, la infraestructura de apoyo al desarrollo de iniciativas

²⁸ Tiene un acuerdo de colaboración con el *Puerto Rico Clinical and Translational Research Consortium (PRCTRC)*, un programa conjunto del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR, la Ponce School of Medicine y la Universidad Central del Caribe [“Acuerdo para investigación en salud”, Sincomillas.com, 30 de enero de 2012. Obtenido en <http://sincomillas.com/acuerdo-para-investigacion-en-salud/>].

²⁹ La lista completa de colaboradores está publicada en el portal del laboratorio del Dr. Rosa, en la dirección <http://pisces.uprrp.edu/erm-lab/final/collaborations.html>.

empresariales ha sido muy importante en varios de los casos mencionados (tres de estas *spin-offs* se ubican en incubadoras y dos han sido apoyadas de forma intensa por el proyecto *Innovación Colegial*, del Recinto de Mayagüez de la UPR; otras dos se destacaron previamente en competencias de planes de negocio, y al menos otras tres han recibido fondos del Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación). Por otro lado, al menos tres de los directores de estas empresas tenía experiencia previa en el desarrollo de negocios, y varias de ellas han establecido fuertes colaboraciones con otras compañías internacionales del sector para el desarrollo de su modelo de negocio. Por último, quizá lo más interesante, sólo dos de estas *spin-offs* se desarrollan después de patentar las innovaciones (aunque casi todas las demás al cabo de un tiempo han solicitado patentes o han contemplado hacerlo)³⁰, y en uno de los dos casos con patentes previas el dueño no es la universidad, sino el propio innovador académico.

¿Qué **modelo de negocio** tienen en mente los investigadores con *spin-offs* o con innovaciones patentadas? A partir de las entrevistas realizadas, se pueden distinguir básicamente cuatro modelos predominantes:

- Obtener ingresos a través de la concesión de licencias sobre las patentes generadas. La patente sería en este caso un activo financiero.
- Asociarse con empresas (*start-ups*) existentes, de forma que sean ellos los que se encarguen de la comercialización de las innovaciones y el investigador se pueda seguir centrando en la investigación. La patente sería un activo que facilita los vínculos con los socios comerciales. Otra versión de este modelo es que sea algún estudiante que colabora en el laboratorio del investigador el que desarrolle la empresa y asuma los procesos de comercialización.
- Crear una empresa *spin-off* y cumplir todo el proceso de comercialización de la innovación y de desarrollo de la empresa, hasta convertirse en un competidor internacional en su sector. La innovación (patentada o no) sería el núcleo desde el que se gesta esta actividad empresarial, pero el foco es la creación de la empresa.
- Crear una empresa *spin-off* para conseguir fondos de SBIR o STTR y/o atraer inversores, continuar desarrollando la innovación hasta que sea un prototipo

³⁰ En las entrevistas a empresarios cuyas empresas tienen patentes se indagó sobre el proceso de patentes fuera de las universidades. Las experiencias recogidas fueron variadas, pero es frecuente que las empresas recurran a patentar cuando sus investigaciones ya están muy avanzadas, después de manejar como secreto de negocio los hallazgos de las actividades de I+D por un tiempo y cuando tienen claro que el producto es comercializable. Por otro lado, en general, las empresas conciben la patente como una inversión, y en ese sentido, gestionan el proceso de patentes como un proceso de inversión. Desde este enfoque, hay empresas que en lugar de utilizar los recursos de menor costo, recurren a bufetes y esquemas de solicitud de patente mucho más onerosos, pero que añaden valor a su patente. Hay empresas que recurren a bufetes de abogados en Estados Unidos con un *expertise* reconocido a nivel internacional en su subsector, a pesar de su elevado costo, porque al ser manejada la patente por ese bufete se multiplica su prestigio y sus posibilidades de comercialización (de hecho, esto lo hacen también algunas universidades en Estados Unidos). En otros casos la patente es sólo vista como un mecanismo de apoyo a otras estrategias, no como un recurso para obtener beneficios.

comercializable (en un periodo estimado de dos a cinco años) y después venderlo todo, empresa y patente, a una de las corporaciones dominantes en el mercado. Es decir, la empresa en lugar de formarse para generar beneficios, se crea desde un enfoque de inversión, esperando que adquiriera valor para potenciales compradores. Esta opción la contemplan más los que han vivido experiencias cercanas a *spin-offs* académicas fuera de Puerto Rico. La innovación (patentada o no) sería sólo un paso en todo el proceso y el verdadero foco estaría en la generación de valor adicional en los pasos subsiguientes de construcción de un prototipo comercializable.

Al menos un 28% de los investigadores entrevistados con patentes o innovaciones comercializables se adscribirían al primer o al segundo modelo, ya que indicaron expresamente que no tienen ningún deseo de crear su propia empresa, porque su interés se concentra en la investigación o la innovación, porque consideran que les consumiría demasiado tiempo, o porque entienden que no tienen las cualidades adecuadas para ser empresarios (en especial, tienen aversión al riesgo).

Debe notarse que además de estos modelos, los innovadores académicos pueden desarrollar otros, especialmente cuando la innovación es de procesos y es más útil el secreto de negocio que la patente, o en sectores donde por la naturaleza de los productos y su dinámica las patentes no son frecuentes, como los de desarrollo de software. En esos casos las empresas pueden buscar participar en los mercados con modelos más tradicionales de negocio, es decir, integrarse con una oferta de servicios en los mercados competitivos y utilizar la ventaja competitiva de la innovación desarrollada para ganar una posición en el mercado.

Von Hippel (2002) plantea también como alternativa la difusión abierta de la innovación, que no genera beneficios directos, pero que permite ganar reputación y obtener ganancias a través de productos o servicios complementarios (por ejemplo, puede ampliar el mercado de otros productos).

Un aspecto relevante es que muchos investigadores entrevistados no pudieron referir ningún caso exitoso de *spin-off* académica en Puerto Rico. Más bien al contrario, lo habitual en las entrevistas, sobre todo a los investigadores de la UPR, es que refirieran casos de colegas que habían tratado de comercializar una innovación, sin éxito, o identificaran a algún profesor que había optado por irse a otra universidad en Estados Unidos. La falta de información sobre experiencias exitosas, así como la distancia que se percibe del mundo de las empresas y sus necesidades, son sin duda un obstáculo.

Debe destacarse, por otro lado, que los empleados de las *spin-offs* mencionadas suelen ser estudiantes o egresados de las universidades de origen del investigador, además del papel que los estudiantes y auxiliares de investigación tienen como ayudantes o en internados. Según el estudio de campo realizado, los investigadores que desarrollan estas iniciativas empresariales consideran parte esencial de la misma la integración de estudiantes y el proceso de formación de los mismos, tanto en los avances científicos en los que trabajan y sus aplicaciones comerciales, como en el contacto con el mundo empresarial.

Un área que habría que estudiar más en detalle sería la actividad de innovación por parte de **estudiantes**, tanto graduados como sub-graduados. De hecho, el número de empresas creadas por estudiantes recién graduados que se vinculan con el conocimiento desarrollado en proyectos de investigación académico puede ser mucho más elevado que el de empresas creadas por los profesores e investigadores. Según Åstebro et al (2012) los estudiantes tienen el doble de probabilidad de iniciar un negocio que los miembros de la facultad.

A través del trabajo de campo se identificaron varias *spin-offs* de estudiantes, aunque la mayoría están todavía en proceso de consolidarse. Destacamos como un ejemplo la empresa **Mango Technika, L.L.C.** Creada en 2013 por Jorge Herrera, Lisnel Morales y Andrés Piñon, en ese momento estudiantes de ingeniería y hoy egresados de la UPR, Recinto de Mayagüez, esta empresa se enfoca en el desarrollo de nuevas tecnologías y de servicios profesionales de tecnologías de la información e ingeniería de computadoras a empresas. Una innovación desarrollada por estos jóvenes es el *Transaction Tracker*, un sistema de seguimiento de transacciones financieras. Al igual que en varias *spin-offs* de profesores, la participación destacada en competencias de planes de negocio (EnterPRize) y el acceso a sistemas de apoyo como el proyecto Innovación Colegial han sido importantes para la gestación de esta iniciativa empresarial.

¿Cuántas empresas deberían surgir de los proyectos de investigación de las universidades de Puerto Rico, si tuvieran resultados similares a los de universidades de Estados Unidos más enfocadas en la transferencia de conocimientos? Aunque implica asumir el supuesto de que son entidades comparables, podríamos esbozar una respuesta a esta pregunta a partir de los promedios calculados por Kordal y Guice (véase tabla 2.3). La UPR sería considerada una entidad mediana en la categorización de estos autores, mientras las universidades privadas serían todas entidades pequeñas. Dada su inversión en actividades de I+D, si los resultados de la UPR se correspondieran con el promedio observado entre los miembros de la AUTM, debería crearse una empresa cada año y entre 7 y 8 patentes (se estarían presentando unas 21 solicitudes de patente). Las universidades privadas de Puerto Rico, por su parte, podrían estar generando colectivamente unas 2 patentes anuales (5 solicitudes), y una empresa cada cuatro años³¹. Si el comportamiento de las universidades en Puerto Rico siguiera un patrón más similar a las universidades europeas, el número de patentes sería algo menor, pero el de empresas creadas sería mayor. A partir de los datos presentados en la tabla 2.3, se puede interpretar que las universidades de Puerto Rico están generando un número de patentes y de empresas por debajo de lo que cabría esperar a partir de la inversión realizada en I+D, aunque en los últimos dos o tres años se estarían acercando a esos promedios.

Por otro lado, los **mecanismos de transferencia de conocimiento que no implican transferencia de propiedad intelectual** (“mecanismos informales”, según los denomina

³¹ Cálculos realizados a partir de los datos sobre inversión en investigación y desarrollo en las universidades de Puerto Rico para el año 2007 que provee NSF, que serían de \$85.6 millones para la UPR y de \$21.2 millones para el colectivo de universidades privadas.

parte de la bibliografía revisada) salieron a relucir también en nuestro trabajo de campo. En varias universidades o recintos, en especial en universidades privadas, la colaboración con empresas se da principalmente en el marco de las tareas de enseñanza como parte de un ejercicio académico formal que realizan los estudiantes en cursos ya preestablecidos para eso (plan coops, internados de estudiantes), y también se puede dar a través del Plan de Práctica Intramural³², pero muchas veces la relación con empresas se desarrolla al margen de la institución.

Según la información recopilada, el 40% de los profesores e investigadores entrevistados ofrecen o han ofrecido servicios de consultoría o asesoría a empresas y otras entidades, el 20% han desarrollado proyectos de investigación por contrato para una empresa, el 16% cuentan con publicaciones en coautoría con personal de la industria en una revista científica o con presentaciones conjuntas en congresos, y el 8% han desarrollado proyectos de investigación de manera conjunta con una empresa. Además, el 48% ha llevado a cabo actividades de formación de personal científico y técnico (a través de cursos o seminarios para personal de empresas o prácticas formales de alumnos en empresas); y un 56% han establecido en algún momento contactos informales para explorar posibles colaboraciones con empresas, que no han culminado en un acuerdo formal.

La publicación en *journals* parece ser la forma que los entrevistados consideran más importante de transferencia de conocimiento, no sólo por su actividad en este renglón (en promedio realizan 2.4 publicaciones en revistas arbitradas al año), sino porque el 64% vinculan el éxito en una investigación con la generación de publicaciones en este tipo de revistas (sólo el 8% la vinculan a la generación de patentes, a pesar de que nueve de cada diez entrevistados ha obtenido o solicitado una patente). Esta preferencia está alineada con las prioridades definidas en los sistemas de incentivos de las universidades.

Por su parte, los **decanatos y centros de investigación** cuyos decanos o directores se entrevistaron en el marco de este trabajo cuentan en la mayoría de los casos con investigadores adscritos que han obtenido patentes, pero no han incorporado la función de comercialización de las patentes como parte de los servicios de estos centros, salvo excepciones, y en ningún caso se ha desarrollado todavía. La mayoría de los entrevistados indican que los centros o sus investigadores han prestado servicios de consultoría o asesoría tecnológica a empresas, han desarrollado proyectos de investigación conjuntos, han formado a personal científico o técnico de empresas a través de cursos o de prácticas formales de estudiantes, y sobre todo han mantenido contactos informales con empresas. De forma cónsona con estas prácticas, la mayoría de estos centros reciben fondos de

³² El Plan de Práctica Intramural se crea en 1981 para las Escuelas de Medicina y Odontología en la UPR y se expande en 1996 al conjunto de la UPR. Es un mecanismo que busca dar flexibilidad al investigador para que participe en proyectos de investigación, asesoramiento y consultoría a entidades públicas y empresas, que supone una alternativa de retribución adicional y facilita su reclutamiento y retención, a la vez que hace disponible a la comunidad los recursos de la UPR y expone a estudiantes a prácticas profesionales (según la certificación 123, de 1996-97). En el Plan de Práctica Intramural el investigador puede desarrollar esas actividades desde la universidad y utilizar la infraestructura y servicios de la misma. Una parte del presupuesto (variable, según el tipo de proyectos) se destina al pago a la universidad por este concepto.

empresas, aunque salvo excepciones representan sólo una pequeña parte de su presupuesto. También se ofrecen servicios de incubación en algunos centros y se promueve que los estudiantes creen sus propias empresas, pero este enfoque no es habitual. Hay también casos en los que los investigadores adscritos han desarrollado una empresa propia de consultoría, fuera de la universidad.

4.2. Perfil, motivaciones y obstáculos percibidos por los investigadores en Puerto Rico

A continuación se detalla el perfil de los investigadores académicos entrevistados. El universo son profesores o investigadores con patentes concedidas, solicitadas o candidatos a tener patentes (el 88% ha solicitado al menos una patente y el resto están considerándolo o han desarrollado innovaciones y no las han patentado).

Los académicos entrevistados tienen un perfil cónsono con el que otros estudios revisados han identificado como típico de los investigadores activos en generación de patentes y *spin-offs*.

- Hombres (32% mujeres, 68% hombres).
- Edad promedio, 51 años (el 28% tienen menos de 40, el 12% más de 60).
- Al menos la tercera parte (31%) han nacido fuera de Puerto Rico.
- El 68% ha solicitado más de una patente.
- Tienen *tenure track* y poca movilidad laboral (en promedio llevan 18 años vinculados a la universidad en la que están actualmente y 19 años en la docencia); el 72% son catedráticos o equivalente, el 28% auxiliares o asociados.
- Tienen laboratorio propio, con un promedio de 8 personas a su cargo.
- El 68% han trabajado o desarrollado investigaciones fuera de Puerto Rico (64% en Estados Unidos, 16% en Europa, 12% en otros países).
- Dedicar la mitad (47%) de su tiempo en la universidad a investigación.
- El 64% asocia el éxito en la investigación con la publicación en *journals* (entre los investigadores de la UPR esta cifra llega a 84%, en las universidades privadas se reduce al 25%). Para 36% una investigación es exitosa cuando aumenta la base de conocimiento o es una novedad, para 32% cuando tiene una aplicación importante. El 28% lo vincula a la formación (de estudiantes o de otros investigadores) y el 16% a la generación de fondos adicionales (25% entre los de universidades privadas).

El perfil de los investigadores académicos entrevistados con iniciativas empresariales activas no varía en algunos aspectos (la edad promedio es similar, su concepto de éxito en investigación también), pero en otros presenta variaciones interesantes:

- El 80% son catedráticos o equivalentes (porcentaje más alto que el promedio).
- El 80% han solicitado más de una patente (más que el promedio, 68%).

- Estas iniciativas son más frecuentes entre investigadores de universidad privada (tienen iniciativas el 50% de los entrevistados de universidades privadas, frente al 35% de la UPR).
- Tienen un promedio de publicaciones algo inferior al promedio (1.9 publicaciones en revistas arbitradas por año, frente a 2.4 del promedio), pero en otras actividades de transferencia de conocimiento su actividad es similar al promedio.

En relación a sus motivaciones, también hay mucha sintonía con los resultados de estudios empíricos realizados en Estados Unidos y Europa. El cuestionario utilizado en nuestro trabajo de campo contenía una pregunta específica sobre este tema, con una lista de opciones que se leían a los entrevistados, aunque se les ofrecía la alternativa de añadir otras motivaciones. Según nuestros hallazgos, los deseos de desarrollar aplicaciones prácticas de sus investigaciones y de estar a la vanguardia de los desarrollos científicos y tecnológicos son las motivaciones que están presentes de manera más frecuente en las actividades de transferencia de conocimientos con la industria. No obstante, la motivación que se mencionó con mayor frecuencia como la más importante es tener influencia en el destino de su comunidad o de la sociedad (44%).

La transferencia de conocimiento como un mecanismo para aumentar sus ingresos personales es vista como importante por la mayoría de los entrevistados (72%), aunque sólo el 4% lo considera su motivación más importante. Se alinearían así con la visión de Hayter (2011) de que es un “efecto secundario”.

Tabla 4.4: Motivaciones de los profesores e investigadores entrevistados

Proporción de los entrevistados que consideran importante...	Investigadores			
	Total	Con iniciativa empresarial	Univ. pública (UPR)	Univs. privadas
Deseo de desarrollar una aplicación práctica de mi investigación	92%	90%	88%	100%
Estar a la vanguardia de los desarrollos científicos y tecnológicos	88%	70%	94%	75%
Ser líder y motivar a otros	84%	100%	82%	88%
Tener influencia en el destino de mi comunidad	80%	100%	76%	88%
Desarrollarme personalmente y aprender	76%	60%	71%	88%
Aumentar mis ingresos personales	72%	90%	65%	88%
Lograr mayor seguridad financier	72%	90%	65%	75%
Cumplir una visión o meta personal / Reto personal	68%	90%	65%	75%
Obtener reconocimiento y prestigio en la comunidad académica	52%	70%	47%	63%
Seguir el ejemplo de alguien a quien admiro	28%	20%	35%	13%

[Tabla 4.4, cont.]³³

Proporción de los entrevistados que consideran que lo más importante es ...	Investigadores			
	Total	Con iniciativa empresarial	Univ. pública (UPR)	Univs. privadas
Tener influencia en el destino de mi comunidad	42%	45%	47%	31%
Deseo de desarrollar una aplicación práctica de mi investigación	20%	10%	24%	13%
Cumplir una visión o meta personal / Reto personal	14%	25%	6%	31%
Ser líder y motivar a otros	8%	10%	6%	13%
Aumentar mis ingresos personales	4%	10%	6%	
Lograr mayor seguridad financiera	4%		6%	
Estar a la vanguardia de los desarrollos científicos y tecnológicos	4%		6%	
Desarrollarme personalmente y aprender	4%			13%

Además de estas motivaciones, resulta interesante que varios entrevistados mencionaron su interés en proveer oportunidades laborales en el campo de la investigación científica (16%), así como en conseguir fondos para sus laboratorios y proyectos de investigación.

Entre los estudiantes, técnicos e investigadores auxiliares entrevistados, las motivaciones son similares a las de los investigadores. Todos ellos consideraron importante el deseo de desarrollar una aplicación práctica de su investigación, ser líder y motivar a otros, y tener influencia en el destino de su comunidad o de la sociedad; también en este caso esta última fue la que se mencionó con mayor frecuencia como la más importante. Además se destacó la relevancia de lograr mayor seguridad financiera, interpretada como fondos para sus proyectos de investigación, que fue también mencionada como importante por todos los entrevistados.

En las entrevistas llamó nuestra atención que los entrevistados sí identifican con mucha frecuencia que las universidades han visto este tema como una potencial fuente de ingresos cuando reflexionan sobre las motivaciones de su universidad para impulsar la protección de la propiedad intelectual y su comercialización.

Por otra parte, los investigadores académicos identificaron el sistema de incentivos y la falta de apoyo de la universidad como los principales obstáculos a las actividades de transferencia de conocimientos, junto a la falta de tiempo. La mención es especialmente consistente en el caso de los investigadores de la UPR, donde la tercera parte de los entrevistados identificó la falta de apoyo de la universidad como el principal obstáculo, y a pesar de que no estaba entre las opciones que se ofrecían (era una pregunta con opciones definidas por el entrevistador), un 12% especificó que el principal obstáculo es la falta de

³³ Con el propósito de establecer comparaciones en las respuestas, las categorías utilizadas son bastante similares a las utilizadas por Salter et al (2010). Los investigadores ingleses encuestados consideran importantes o cruciales las siguientes motivaciones: Deseo de desarrollar una aplicación práctica de mi investigación (78%), cumplir una meta personal (53%) y retarme a mí mismo (51%). Las menos mencionadas fueron aumentar mi prestigio entre los colegas (13%) y seguir el ejemplo de alguien a quien admiro (8%).

recursos o la mala gestión de la Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la UPR³⁴.

Tabla 4.5: Obstáculos identificados por los profesores e investigadores entrevistados³⁵

Proporción de los entrevistados que consideran un obstáculo...	Investigadores			
	Total	Con iniciativa empresarial	Univ. pública (UPR)	Univs. Privadas
Falta de tiempo	72%	80%	59%	100%
Estructura del sistema de incentivos de la universidad	60%	70%	76%	25%
Falta de apoyo por parte de la universidad	60%	60%	71%	38%
Falta de acceso a fuentes de fondos externas	52%	60%	35%	88%
Falta de recursos personales por parte del investigador	52%	40%	53%	50%
Ausencia de mentores o figuras de referencia	36%	40%	24%	63%
La consideración de que la trayectoria profesional es diferente	28%	20%	35%	13%
Falta de apoyo de los colegas y la comunidad universitaria	20%	10%	24%	13%
Presiones o circunstancias familiares	16%	20%	12%	25%

Proporción de los entrevistados que consideran el principal obstáculo...	Investigadores			
	Total	Con iniciativa empresarial	Univ. pública (UPR)	Univs. Privadas
Falta de tiempo	32%	30%	18%	63%
Falta de apoyo por parte de la universidad	22%	15%	32%	
Estructura del sistema de incentivos de la universidad	14%	15%	21%	
Falta de recursos o mala gestión de la Oficina de Propiedad Intelectual*	8%		12%	
Ausencia de mentores o figuras de referencia	8%	10%	6%	13%
Falta de acceso a fuentes de fondos externas	8%	20%		25%
Falta de recursos personales por parte del investigador	4%		6%	

* No era una opción ofrecida por el entrevistador

A su vez, la mayoría de los estudiantes, asistentes de investigación e investigadores auxiliares entrevistados mencionaron la falta de apoyo por parte de la universidad y la ineficacia del sistema de incentivos. La falta de apoyo a las actividades de transferencia de

³⁴ Los investigadores de universidades o recintos que sólo cuentan con programas subgraduados hicieron una referencia frecuente a la falta de estudiantes graduados y postdoctorales en sus proyectos como un obstáculo a la investigación y al desarrollo de patentes o innovaciones más comercializables.

³⁵ De nuevo, seguimos una categorización parecida a la de Salter et al (2010) con el propósito de comparar. Los investigadores ingleses consideran que son obstáculos importantes para crear una spin-off son la falta de tiempo (70%) y falta de recursos (56%). Falta de apoyo por parte de la universidad es mencionado por el 29% y la estructura del sistema de incentivos, por el 36%.

conocimiento también es el obstáculo mencionado con más frecuencia por los decanos y directores de centros de investigación de la UPR, así como por los directores de centros de promoción empresarial y de incubadoras (aunque éstos también destacan la importancia de la consideración por parte de los investigadores de que la trayectoria profesional como empresario es diferente).

Las quejas en torno a la falta de apoyo se refieren sobre todo a la pasividad de la universidad en torno a este tema, normalmente no implican que la universidad obstaculice los procesos de protección de la propiedad intelectual y el desarrollo de iniciativas comerciales (aunque en algunos casos sí hubo esta interpretación, el 47% de los investigadores de la UPR indican expresamente que la universidad tampoco supone un obstáculo para colaborar con la industria, y esta respuesta se eleva al 88% en el caso de los investigadores de universidades privadas).

Por su parte, los directores de centros o áreas de investigación universitarios de la UPR y universidades privadas mencionan con mayor frecuencia como obstáculo importante la falta de tiempo de los investigadores. Los directores de centros o áreas de investigación en universidades privadas destacan también la falta de acceso a fuentes de fondos externas y la ausencia de mentores o figuras de referencia. Pero al identificar cuál de todos es el obstáculo más importante, los decanos y directores de centros de investigación señalaron normalmente otros factores: la falta de formación y conocimiento sobre temas empresariales o de innovación; la falta de reclutamiento de investigadores o los bajos salarios a los investigadores en comparación con Estados Unidos; la burocracia en las universidades y su rigurosidad a la hora de firmar contratos con empresas; y el tipo de industria que hay en Puerto Rico (la ausencia de I+D empresarial).

4.3. Marco institucional y sistema de incentivos

Entre los principales aspectos que la bibliografía revisada destaca como factor que favorece u obstaculiza la comercialización de innovaciones se encuentran las normas, los valores y el marco institucional de las universidades. Por ese motivo quisimos profundizar en nuestro trabajo de campo sobre la percepción que los diferentes sectores tienen sobre este tema en Puerto Rico.

Entre los entrevistados hay bastante consenso en considerar que los sistemas de valores prevalecientes en algunas universidades de Puerto Rico, y en particular en la UPR, dificultan el desarrollo de iniciativas empresariales. Tanto los profesores como los estudiantes entrevistados destacan que la cultura universitaria se concentra en la publicación y en la propia academia, y en lugar de verlo como un espacio abierto a la colaboración con empresas, perciben que esa relación está marcada por la distancia. No obstante, algunos entrevistados identifican un interés creciente en los estudiantes por las iniciativas empresariales, y también líneas de trabajo en las investigaciones enfocadas en desarrollar aplicaciones comerciales.

En contraste con esta percepción, a los entrevistados que ocupan cargos administrativos en las universidades y a los directores de centros o áreas de investigación si les parece muy deseable que los investigadores académicos desarrollen actividades empresariales.

Las políticas institucionales de propiedad intelectual de las universidades también reconocen esta opción.

En cuanto a los **sistemas de incentivos**, los entrevistados llamaron la atención sobre las políticas de distribución de ingresos netos que se pueden derivar de la comercialización de innovaciones, en especial las de la UPR. La proporción que recibirían los investigadores fue considerada insuficiente por la mayoría de los investigadores entrevistados, pero sobre todo por los entrevistados vinculados a agencias o entidades relacionadas con servicios de apoyo a iniciativas empresariales, así como los empresarios.

La tabla a continuación muestra la distribución de ganancias o ingresos netos derivados de la concesión de licencias o comercialización de inventos (son los ingresos menos los “*out-of-pocket costs*” en los que ha incurrido la universidad para proteger, licenciar y comercializar esos inventos) en las universidades de Puerto Rico³⁶.

Tabla 4.6: Distribución de ganancias derivadas de los derechos de propiedad intelectual en universidades de Puerto Rico

Universidad	Inventor	Departamento o Escuela del inventor	Administración de la universidad
Universidad de Puerto Rico	33 y 1/3%		56 y 2/3% para el Recinto y 10% para un fondo especial para financiar el costo de las operaciones de propiedad intelectual y comercialización de otras invenciones
Universidad Central del Caribe	25%-50%		50%-75%
Sistema Universitario Ana G. Méndez	50%	15%	20% (15% Institución, 5% Oficina del Presidente), más 15% a la Vicepresidencia Asociada de Comercialización
Universidad Politécnica de Puerto Rico	100% de los primeros \$5,000 y 33% de lo que supere los \$5,000	33% de lo que supere \$5,000	34% de lo que supere \$5,000

Fuentes: documentos oficiales de las respectivas universidades³⁷

Debe señalarse que la distribución de ganancias más habitual entre las universidades de Estados Unidos y otros países concede al innovador académico en torno a la tercera parte

³⁶ Ponce School of Medicine estaba en proceso de redacción y aprobación de su política de propiedad intelectual durante la elaboración del presente informe.

³⁷ Universidad Central del Caribe. Intellectual Property Ownership and Disposition Policy. Obtenido en <http://www.uccaribe.edu/research/wp-content/uploads/2012/02/Intellectual-Property-Policy.pdf>; Sistema Universitario Ana G. Méndez. Política de Patentes. Obtenido en http://www.suagm.edu/ut_pr/innovacion/pdf/Politica-de-Patentes-SUAGM.pdf; Intellectual Property Policy of the Polytechnic University of Puerto Rico, 2009. Obtenido en <http://www.pupr.edu/research/IP%20Policy.pdf>; Carta Circular R-0304-17, Universidad de Puerto Rico. Obtenido en <http://graduados.uprrp.edu/dafe/legal-advisor/pdf/intellectual-property-technology-transfer/patent/Circular%20letter%20R-0304-17-UPR%20Patent%20Net%20Income.pdf>.

de los ingresos netos generados en la comercialización de su invento³⁸. En este sentido, la Universidad de Puerto Rico y la Universidad Politécnica de Puerto Rico estarían alineadas con las políticas más habituales. Otras universidades, sin embargo, establecen porcentajes mucho mayores, en la línea del SUAGM, y sobre todo definen una escala decreciente en el porcentaje de ganancias, a medida que aumentan los ingresos netos. Cambridge University, por ejemplo, en el Reino Unido, cede al investigador el 90% de las primeras £100 mil, después baja al 60% de los siguientes £100 mil y termina con el 34% del resto³⁹.

Más allá de la distribución de los ingresos, los investigadores entrevistados llamaron la atención sobre la frecuente ausencia de incentivos en los procesos de ascenso y contratación, que no consideran mérito la generación de patentes y la comercialización de innovaciones, o no lo hacen al debido nivel. De hecho, existen más bien incentivos adversos, ya que involucrarse en solicitar una patente suele conllevar la pérdida de una oportunidad de publicación inmediata, que sí sería valorada en estos procesos.

La inestabilidad en los puestos de alta gerencia con los que se negocian incentivos y acuerdos, así como las dificultades en hacer comprender las necesidades y urgencias de los trabajos de innovación al personal de posiciones administrativas fueron también mencionados con frecuencia en este contexto.

Dentro del sistema de incentivos debe mencionarse la Ley 101 de 2008, **Ley de Incentivo Contributivo a Investigadores Científicos**, que añade al Código de Rentas Internas un inciso para eximir de tributación los salarios devengados y la compensación recibida por realizar investigación de importancia reconocida por parte de investigadores y científicos. Esta Ley tiene el propósito de promover la investigación científica y de atraer más investigadores y científicos a las universidades. La Ley, sin embargo, ha tenido una implementación difícil y controversial, entre otras cosas porque el mecanismo para la concesión de la exención al investigador requiere de la participación del investigador, de su recinto o universidad, del Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación, y del Departamento de Hacienda. La interpretación de la Ley y su aplicación por cada uno de estos eslabones de la cadena de decisiones no ha sido homogénea ni constante en el tiempo (en parte debido a la inestabilidad de varias de las entidades involucradas en el proceso), lo que ha llevado a grandes retrasos en el inicio de los beneficios para los investigadores y a decisiones desiguales, según el recinto o universidad al que está adscrito el investigador. Estas deficiencias en la aplicación parecen estar corrigiéndose⁴⁰,

³⁸ Así lo hacen universidades como MIT o Stanford University. Harvard University, Johns Hopkins University y University of California, Los Angeles, conceden el 35%. Los institutos Max Planck y HGF de Alemania conceden también el 33%, y los Laboratorios Nacionales de Francia ceden sólo el 25% [Fuente: documentos institucionales y portales oficiales de internet de las propias universidades; y Callan y Cervantes, 2008].

³⁹ Oxford University tiene definida una escala parecida: 60% de los primeros £72 mil; 31.5% hasta £720 mil; 15.75% del resto. En Estados Unidos hay universidades que también tienen este esquema, como University of Florida, que cede el 40% de los primeros \$500 mil y baja al 25% para el resto, o Columbia University, que cede el 40% de los primeros \$125 mil y el 20% del resto. [Fuente: documentos institucionales y portales oficiales de internet de las propias universidades]

⁴⁰ El informe del año fiscal 2012 del Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación indica que en el año fiscal 2011 recibió 65 solicitudes de exención contributiva y aprobó 61 (que sometió para su evaluación al

pero ya han generado cierto malestar en la comunidad académica y han mermado el impacto potencial de la ley hasta ahora, según se recogió en las entrevistas. Se ha cuestionado también su efectividad en la atracción de nuevos investigadores.

Otro elemento que salió en las entrevistas fue el contraste que encuentran muchos investigadores entrevistados con **experiencias académicas en Estados Unidos** o Europa con las normas, valores y marco institucional de su universidad en Puerto Rico, especialmente los entrevistados que han estado expuestos a iniciativas empresariales de colegas académicos durante esa experiencia académica en el exterior (que son la cuarta parte (24%) del total). Se destacan con frecuencia el exceso de burocracia y los obstáculos administrativos que se presentan para el desempeño adecuado de sus tareas. Si bien estas dificultades son enfatizadas por los investigadores de la UPR, también las señalaron investigadores de universidades privadas.

Pero para los entrevistados las diferencias están no sólo en las normas y valores de la institución o en la burocracia, sino sobre todo en la comunidad académica, porque incluso aunque en muchos casos se percibe que la comunidad en Puerto Rico acepta estas iniciativas, está aún lejos de ser parte de su cotidianidad. Los entrevistados echan en falta las conversaciones de pasillo en torno a potenciales innovaciones o el estímulo de los mentores.

Varios de los investigadores con un enfoque más proactivo hacia la comercialización manifestaron estar fuertemente inspirados por un **mentor**, normalmente un investigador con quien han trabajado durante su post-doctorado fuera de Puerto Rico, figuras de gran prestigio académico y que a su vez tienen una o varias empresas *spin-offs*. Estos investigadores consideran ahora que es su responsabilidad transmitir esos valores y el enfoque hacia la comercialización a sus propios estudiantes⁴¹. De igual forma, los estudiantes o auxiliares de investigación entrevistados resaltaron la importancia de los mentores con enfoque hacia la comercialización en su cambio de visión de las ciencias.

En algunos recintos o universidades se mencionaron como figuras clave profesores que venían de dar clases en universidades fuera de Puerto Rico y trajeron con ellos la filosofía de patentar, que transmitieron a varios de los colegas en el recinto. De igual manera, la ausencia de figuras de referencia y mentores para ellos mismos en sus actividades de comercialización de innovaciones fue considerada un obstáculo importante por la tercera parte de los investigadores académicos (especialmente por investigadores de universidades privadas).

Departamento de Hacienda). Según el informe, las solicitudes aprobadas implican beneficios contributivos por más de \$1 millón para los investigadores.

⁴¹ Más allá de la mentoría para las actividades de transferencia de conocimiento, las entrevistas a investigadores reflejaron que la mentoría en general suele estar muy presente en su visión de la investigación, tanto en la universidad pública como en la privada. Un 28% de los entrevistados vinculó su concepto de éxito en la investigación al desempeño de labores de mentoría efectivas con los estudiantes; “ser líder y motivar a otros” fue la tercera opción mencionada con más frecuencia como importante en la búsqueda de actividades de transferencia de conocimiento (84% de los investigadores); y la posibilidad de crear espacios para investigadores jóvenes en los laboratorios fue mencionado también como una motivación importante.

Por otro lado, como la cultura en torno a la investigación se concentra en la financiación a través de **fondos federales**, también está influyendo las nuevas líneas y requisitos que las agencias del gobierno federal están marcando, ya que según los entrevistados están ahora más dirigidas hacia la búsqueda de aplicaciones de los resultados de investigación.

Pero el cambio puede venir provocado no sólo por las disposiciones de las agencias federales. Las restricciones presupuestarias de las agencias federales dificulta cada vez más el acceso a fuentes de fondos, lo que también podría tener una notable influencia. De hecho, dos investigadores entrevistados mencionaron que las dificultades de acceso a fondos se convirtieron en un factor crucial para que sus innovaciones tuvieran un potencial comercial, ya que se vieron obligados a utilizar materiales poco costosos y a buscar soluciones creativas.

Además de la cultura universitaria, en Puerto Rico constituye un factor de gran influencia el **contexto socioeconómico** caracterizado por la poca frecuencia, en términos relativos, de actividades empresariales (hay 12 establecimientos con empleados por cada 1,000 habitantes, una de las tasas más bajas del mundo)⁴² y por una cultura laboral que da prioridad al empleo. De hecho, tanto investigadores como estudiantes en proyectos de investigación con potencial comercial reconocieron haber sentido que las actividades emprendedoras no son cónsonas con su entorno familiar, laboral o social.

En este marco, es relevante señalar que un 12% de los investigadores entrevistados indicaron haber tenido ya experiencias empresariales previas, y más interesante aún, el 48% de los investigadores entrevistados han vivido experiencias empresariales muy cercanas en su familia⁴³; de hecho, el 32% indicaron que uno de sus padres o los dos habían sido empresarios.

4.4. OTTs y patentes propiedad de los inventores

Analizaremos en esta sección la percepción de los entrevistados sobre las OTTs de las universidades de Puerto Rico. Cabe recordar que en relación a las OTTs, en la sección 2.3 se indicó que en los estudios revisados sobre las OTTs en Estados Unidos y Europa se han levantado muchos cuestionamientos, hasta el punto de proponerse un cambio de modelo, por lo que analizaremos también los hallazgos que nos permitan establecer conclusiones sobre la utilidad de ese modelo de propiedad del inventor en Puerto Rico.

En las entrevistas realizadas a investigadores académicos con patentes o innovaciones en Puerto Rico se ha puesto también de manifiesto una insatisfacción generalizada con la Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la Administración Central de la UPR. En general, los entrevistados han cuestionado algunos aspectos del procesamiento de los *invention disclosures* y las solicitudes de patente, así como los escasos resultados en

⁴² En Estados Unidos, por ejemplo, hay 24, y en algunos países superan las 40 (véase Lara, J. y Lobato, M. (2013) Economía de Puerto Rico. Capítulo 1 del *Informe Económico al Gobernador 2011*. San Juan: Junta de Planificación).

⁴³ Curiosamente, los investigadores entrevistados con iniciativas empresariales tienen menos experiencias de familiares empresarios (sólo el 30% tienen familiares empresarios).

la comercialización de innovaciones. Aunque hay opiniones diversas sobre las causas de estos resultados, lo más frecuente es que se atribuya a la escasez de personal y de presupuesto de esta oficina. Se reconoce la calidad del trabajo realizado en muchas evaluaciones de los *invention disclosures*, pero en algunos casos se sugiere que sería necesario contar efectivamente con un comité que evalúe los *invention disclosures*, tal y como recoge la propia normativa de la UPR, o al menos con un cuerpo más amplio de especialistas en ciertas disciplinas para evaluarlos y para defender las solicitudes de patentes ante el USPTO.

A través de la base de datos sobre patentes de Puerto Rico del 2007 al 2013 creada en el marco de esta investigación se pudo comparar el tiempo que toma procesar una patente en las universidades de Puerto Rico con lo que le requiere en promedio a otro tipo de solicitante. Según estos datos, en las patentes concedidas a la UPR transcurren en torno a 3 años y medio en promedio desde el momento en que se radica la solicitud. El periodo es similar al tiempo transcurrido en las patentes de los investigadores académicos que han gestionado la patente por su cuenta e inferior al transcurrido en promedio en las patentes de las corporaciones (cuatro años, en promedio). Sin embargo, en las patentes de universidades de Estados Unidos en las que participan residentes de Puerto Rico el periodo transcurrido suele ser menor (2.75 años), y también lo es el periodo que requieren los individuos que obtienen una patente (2 años y medio). Debe tomarse en cuenta que el periodo analizado es sólo desde la radicación de la solicitud de la patente al USPTO, no incluye la fase previa de evaluación del *invention disclosure* por la OTT.

Por otro lado, varios entrevistados ofrecieron detalles de empresas e inversores que se han interesado en algún momento por la comercialización de sus innovaciones, pero por diferentes motivos esos contactos no culminaron en acuerdos con la Oficina de Propiedad Intelectual⁴⁴. La percepción de que no hay resultados satisfactorios en la comercialización de innovaciones ha provocado que haya investigadores que han perdido el interés en generar nuevos *invention disclosures*, según manifestaron en las entrevistas.

Algunos innovadores académicos de la UPR han tratado de generar sus propias iniciativas empresariales a partir de los hallazgos académicos. En estos casos se han enfrentado al obstáculo del conflicto de interés, potencial o real. Según los investigadores entrevistados (que han enfrentado esta situación o conocen a colegas que lo han hecho) los procesos se retrasan y las estrategias que se adoptan quedan limitadas por la dificultad en obtener decisiones administrativas que permitan salvar los conflictos de interés, así como la falta

⁴⁴ Algunas citas de diversos investigadores y directores de centros de investigación entrevistados: “Hemos tenido historias muy desalentadoras, en términos de la comercialización de algunas patentes (...) El investigador hubiera transado por mucho menos, pero Administración Central no quiso”; “[La Oficina de Propiedad Intelectual] hace un esfuerzo muy grande para protegerse y quedarse con el 100% de nada, en lugar de con algo de un poco”; “La UPR no está preparada para transferencia de conocimiento”.

de líneas claras en la interpretación de reglamentos universitarios y de la Ley de Ética Gubernamental⁴⁵.

En realidad, gran parte del problema se deriva de los cambios realizados en la ley. Durante las pasadas décadas la comercialización de las patentes por sus propios innovadores académicos estaba muy limitada por la Ley 12 de 1985 (Ley de Ética Gubernamental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico)⁴⁶. Esta ley fue finalmente enmendada, a través de la Ley 150 del 2010, para especificar que las restricciones a las relaciones contractuales o de negocio de empleados públicos no aplican a contratos para la adquisición de derechos sobre propiedad o patentes, ni a los que se otorguen para facilitar la investigación, la transferencia de tecnología y comercialización de propiedad intelectual desarrollada en la UPR, previa aprobación de su presidente. Esta enmienda abría los caminos a la comercialización, pero apenas un año y tres meses después la Ley 12 es derogada y sustituida por la Ley 1 de 2012, la nueva Ley de Ética Gubernamental. El nuevo texto no contiene disposiciones explícitas sobre la investigación académica y su comercialización, por lo que parece conveniente clarificar su aplicabilidad en la comercialización de innovaciones académicas de la UPR⁴⁷.

La Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la UPR se creó en 1998 y se ubicó bajo la Vicepresidencia de Investigación en Administración Central. Cabe señalar que en 2009 el Recinto de Mayagüez creó su propia Oficina de Propiedad Intelectual y Transferencia de Tecnología (OPITT), y también que el Edificio de Ciencias Moleculares cuenta desde el 2013 con una persona para desempeñar esas funciones, aunque la gestión de solicitudes de patente y de acuerdos de comercialización sigue centralizada en la Oficina de Propiedad Intelectual y Comercialización de la Administración Central⁴⁸. En este sentido, un aspecto destacado en las entrevistas a investigadores, decanos y directores de centros de investigación de los diferentes recintos de la UPR, pero especialmente de Mayagüez, es la excesiva concentración de la toma de decisiones en la Administración Central de la universidad, y se percibe que esta estructura jerárquica ha sido perjudicial para los mejores intereses de la institución. Resulta interesante que este aspecto también ha sido criticado por parte de decanos y directores de centros de investigación de algunas universidades privadas.

⁴⁵ En el caso de las universidades privadas, la percepción de conflictos de interés y los conflictos de sistemas de valores se reduce drásticamente. De hecho, los entrevistados encontraron con frecuencia una sintonía entre la visión de la universidad y las iniciativas empresariales de los profesores.

⁴⁶ La Ley 12 establecía fuertes restricciones a las relaciones contractuales o de negocio que un empleado público puede tener adicionales a su empleo, siendo empleado y hasta 2 años después de cesar en sus funciones; estas disposiciones incluyen a los profesores y empleados de la UPR, lo que les impedía desarrollar una iniciativa empresarial en torno a patentes creadas por ellos mismos, o asesorar a una empresa que obtenga una concesión de una patente de la UPR.

⁴⁷ Este asunto se planteó por los investigadores a la Oficina de Ética Gubernamental y se está a la espera de una respuesta a nuestra consulta.

⁴⁸ Así parece establecerlo, en efecto, el *Handbook of Policies and Procedures for Sponsored Programs* de la Universidad de Puerto Rico (revisado a 9 de marzo de 2012), sección *Intellectual Property*, punto I, pg. 90: "All patents and agreements must be processed through the Office for Intellectual Property under the VPRT".

En cuanto a las universidades privadas, el Sistema Ana G. Méndez es la que ha establecido una estructura formal más clara para los procesos de protección de la propiedad intelectual y su comercialización posterior (la Vicepresidencia Asociada de Propiedad Intelectual y Comercialización (VAPIC), creada en 2012), aunque su volumen de solicitudes de patente es muy reducido. Otras universidades privadas cuya facultad tiene patentes carecen de una oficina de propiedad intelectual y comercialización propiamente dicha, aunque en los casos analizados sí tienen una política de propiedad intelectual definida y aprobada (o en borrador). En caso de que los académicos cuenten con innovaciones activan mecanismos institucionales para proveerles apoyo (a través de recursos internos o contratando abogados especialistas externos, de Puerto Rico o Estados Unidos), con un nivel de efectividad y un enfoque hacia el proceso de patente bastante variable entre las universidades. Al menos en una universidad privada se ha contratado también a un bufete de abogados especializados para la identificación de posibles compradores de la patente, y su posterior proceso de negociación⁴⁹.

Llegados a este punto y a la luz de los resultados de las OTTs en Puerto Rico, cabría preguntarse ¿tendría sentido **el modelo de propiedad del inventor en Puerto Rico**?

Resulta interesante que en la investigación se identificó una universidad privada que ha cedido los derechos de propiedad a los investigadores que han sometido un *invention disclosure*, debido a lo oneroso del proceso de solicitud de patente; no obstante, la universidad ha sufragado parte de los costos, a cambio del compromiso de los investigadores de ceder a la universidad una parte de los ingresos, si se generan. Hasta ahora no se ha concedido ninguna licencia sobre patentes obtenidas, debido en primer lugar al reducido volumen de patentes de la universidad, pero sobre todo a la ausencia de servicios de apoyo dentro o fuera de la universidad en torno al proceso de comercialización. Esta experiencia sugiere que la cesión de los derechos de propiedad lleva a los innovadores académicos a asumir la iniciativa y a responsabilizarse de los procesos, pero no supone una solución inmediata a los obstáculos para la comercialización, siguen siendo indispensables servicios de apoyo adecuados.

Pero lo más importante para evaluar la viabilidad del modelo propuesto es la información recopilada en el trabajo de campo de los investigadores entrevistados (de universidades privadas y de la UPR) que son propietarios de los derechos de propiedad de sus innovaciones. Según nuestros hallazgos, estos innovadores académicos desarrollan un perfil y unas actitudes distintas al promedio de los investigadores: tienen más solicitudes de patentes que los demás, en promedio; pueden citar con más frecuencia casos de *spin-offs* en Puerto Rico; enfatizan más en la falta de tiempo y la falta de acceso a fondos externos como obstáculos a sus iniciativas (no resienten tanto la falta de apoyo de la universidad); y en un 86% de los casos han registrado ya una corporación en el Departamento de Estado o están en proceso de hacerlo porque tienen una intención clara de desarrollar una empresa para explotar comercialmente su innovación o de solicitar

⁴⁹ Según algunos entrevistados, la UPR también ha llegado a contratar a compañías externas para comercializar patentes, aunque este aspecto no se pudo confirmar, y otros entrevistados en posiciones administrativas en la UPR afirmaron rotundamente que nunca se ha contratado a nadie para comercializar.

fondos SBIR/STTR, frente al 27% de los investigadores académicos con patentes cuyo derecho de propiedad es de la universidad.

Además, en las entrevistas se pudo constatar que los investigadores que tienen los derechos de propiedad de sus patentes muestran un sentido mucho mayor de apoderamiento del proceso y de responsabilidad en la toma de decisiones en torno a sus innovaciones y han sido mucho más proactivos en la identificación de posibles compradores y en la búsqueda de mecanismos para contactar con empresas potencialmente interesadas, dentro y fuera de Puerto Rico, que aquellos que no poseen la propiedad de sus innovaciones.

4.5. Sistema de apoyo a la transferencia de conocimientos en Puerto Rico

Los sistemas de apoyo a los procesos de generación de propiedad intelectual, comercialización y creación de empresas por parte de los académicos tienen en las OTTs su pilar básico, pero están compuestos de otros muchos elementos: el sistema de incentivos de la universidad (véase sección 4.3); el componente curricular de formación en temas empresariales y de propiedad intelectual, tanto para estudiantes como para miembros de la facultad; actividades extracurriculares y co-curriculares; los servicios de apoyo de los centros de negocios de las universidades o de sus facultades de administración de empresas; la infraestructura disponible dentro y fuera de los recintos académicos. Fuera de la universidad destacan las competencias empresariales; las agencias de gobierno y entidades sin fines de lucro dedicadas al apoyo de innovaciones científicas y a la promoción de iniciativas empresariales; así como los proyectos orientados a fortalecer el ecosistema, entre otros.

Desde la política pública, las iniciativas que se han desarrollado para promover el desarrollo económico en Puerto Rico a través de un sistema de apoyo a la innovación son diversas. A finales de los ochenta se constituyeron varios Consejos Asesores del Gobernador en esta materia, iniciativas como la Corporación para la Transformación Tecnológica (CTT) y la Corporación para el Desarrollo Tecnológico de los Recursos Tropicales (TROPICO). También se establece en Puerto Rico el *Experimental Program to Stimulate Competitive Research* (EPSCoR). El Departamento de Desarrollo Económico y Comercio o la Compañía de Fomento Industrial (PRIDCO, por sus siglas en inglés) desarrollaron esfuerzos concretos orientados a favorecer las actividades de I+D, y en 1987 se crea dentro de PRIDCO la Oficina de Ciencia y Tecnología, y posteriormente, en 2004, el Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico. También se han creado espacios para la colaboración formal de los diferentes actores, como INDUNIV (creado en 1985), que se reseñarán brevemente más adelante.

En 1997 la Universidad de Puerto Rico (UPR) formula un plan sistémico para la implantación de una política de ciencia y tecnología. Ya mucho antes se había apoyado la creación del Centro de Recursos para las Ciencias e Ingeniería (CRCI), en el que además de la UPR colaboran otras universidades, agencias gubernamentales y empresas. La UPR también apoya otras iniciativas, entre las que destacan el Materials Characterization

Center (MCC), del que ya hablamos en la sección 4.1, y el Edificio de Ciencias Moleculares. De la misma forma algunas universidades privadas promueven también la investigación en sus recintos a través de diferentes proyectos.

Estos esfuerzos son muy notables y aportaciones fundamentales para el desarrollo de una cultura e infraestructura de investigación que pueda producir iniciativas empresariales desde innovaciones académicas. Pero deben destacarse dos aspectos básicos para entender el contexto en el que operan estas entidades y los investigadores: en primer lugar, la “**llegada tardía**” de la política y de las universidades de Puerto Rico a este tema, y en segundo lugar la falta todavía de un sistema nacional de innovación articulado. Sobre el primer punto, baste notar que hasta los años noventa no se generan las primeras patentes universitarias y es ya en el siglo XXI cuando se consolida esta dinámica en las universidades, transcurridas dos décadas desde la aprobación de la Bayh-Dole Act. Las oficinas de propiedad intelectual en las universidades y sobre todo su función de comercialización son de creación reciente, y varios proyectos fundamentales están todavía en construcción (como el Edificio de Ciencias Moleculares). La ley del Fideicomiso, otra pieza clave del ecosistema, no se aprueba hasta 2004 y la institución, sus objetivos y sus líneas estratégicas, está aún en proceso de consolidarse.

En cuanto al **sistema nacional de innovación**, su debilidad o ausencia ha sido ya destacada en otros estudios. Sánchez (2011), por ejemplo, plantea: “*A pesar de contar con importantes instituciones formadoras de científicos e ingenieros y una importante dotación al respecto y de haber reconocido importancia de la ciencia y de la tecnología como base para su desarrollo económico desde la década del sesenta, Puerto Rico ha sido tardío en asegurar la articulación intersectorial necesaria para constituir un sistema nacional de investigación y desarrollo*” (pg. 2). Esta carencia de un marco global articulado fue destacada con frecuencia en las entrevistas, especialmente por parte de decanos y directores de centros de investigación, así como por personas vinculadas al desarrollo de política pública. Varios entrevistados plantearon que a día de hoy Puerto Rico no tiene todavía una política pública aprobada en ciencia y tecnología.

La falta de articulación de un sistema nacional de innovación sólido se une a otros desequilibrios de la estructura económica de Puerto Rico. Del Valle et al (2007) destacan, por ejemplo, la elevada proporción de la fuerza laboral con estudios postsecundarios (50%) y universitarios (29%), cifras que sitúan a Puerto Rico entre los líderes en este renglón, pero simultáneamente las personas empleadas en ocupaciones relacionadas con el uso intensivo del conocimiento representan sólo el 25% de la fuerza laboral.

Como consecuencia de estas debilidades y desequilibrios, si se compara con los resultados de otros sistemas nacionales el número de patentes y de spin-offs académicas es relativamente reducido, pero también lo son otros indicadores, como el número de publicaciones científicas y técnicas per cápita⁵⁰ (IEPR, 2011b) o el presupuesto destinado

⁵⁰ En Puerto Rico contó en 2005 con 57 publicaciones científicas y técnicas, según definido por NSF, por cada millón de personas. Esto sitúa a Puerto Rico en la posición 50, de 145 países (IEPR, 2011b)

en Puerto Rico a fomentar la difusión de investigaciones académicas a través de la presentación en congresos y otras vías (Brunner, 2011).

Por otro lado, debe notarse que el sistema de apoyo a la innovación académica en Puerto Rico incluye la participación muy activa de **agencias del gobierno federal**, especialmente en el inicio de los proyectos (financiación de las investigaciones y regulación de las prácticas científicas) y en la parte final, cuando culminan en innovaciones comercializables (financiación de prototipos). Al proveer el 74% de los fondos para actividades de I+D académicas, las agencias federales influyen mucho en el tipo de investigación que se realiza en Puerto Rico y sus características. De igual manera, los investigadores académicos se ven expuestos a los cambios en la disponibilidad de fondos por las agencias o en los criterios de asignación; esto puede ser favorable para la innovación, varios de los entrevistados indicaron que ahora mismo las agencias están impulsando en sus programas que los fondos se destinen a proyectos con potencial de crear innovaciones comercializables. En esta misma línea argumental, los entrevistados destacaron que al carecer de mecanismos de financiación importantes, el Gobierno de Puerto Rico pierde la oportunidad de dirigir los intereses de los investigadores hacia sus áreas de prioridad.

Uno de los desequilibrios estructurales de la economía de Puerto Rico es la falta de inversiones en capital de riesgo (*venture capital*) en empresas nuevas de alta tecnología⁵¹, como se puso de manifiesto en las entrevistas a investigadores con iniciativas empresariales, empresarios y los propios inversores. Los entrevistados sugieren acudir a mercados fuera de Puerto Rico en busca de *venture capital*, y se menciona también la opción de buscar financiación a través de portales especializados en *crowdfunding*, como Antrocket.com, una iniciativa con sede en Puerto Rico, o Microryza.com, un portal de Estados Unidos especializado en financiar proyectos de investigación. No obstante, la principal opción para financiar el desarrollo de prototipos, tanto por ser una fuente de fondos especializada como por el prestigio que supone obtener su apoyo, es el Programa de la Innovación de la Pequeña Empresa (***Small Business Innovation Research, SBIR***) y su complementario, el Programa de Transferencia Tecnológica para la Pequeña Empresa (***Small Business Technology Transfer, STTR***). Estos son programas del gobierno federal dirigidos a pequeñas empresas de Estados Unidos, por los que se financia la exploración del potencial tecnológico de una innovación, a través de fondos competitivos⁵².

⁵¹ Debe mencionarse que sí se han dado proyectos de inversión puntuales, especialmente en etapas avanzadas de desarrollo de prototipos. Según las estadísticas publicadas por State Science & Technology Institute (recogidas del Money Tree Report de Price Waterhouse Coopers, que a su vez las obtiene de Thomson Reuters), fueron notables las inversiones (*cash-for-equity*) en empresas nuevas de Puerto Rico por inversores de capital de riesgo en los años 2000 y 2001 (15 acuerdos, por \$63 millones), y en menor medida entre 2006 y 2008 (9 acuerdos, por \$44 millones). Según esta misma fuente en los últimos cuatro años apenas se han contabilizado dos acuerdos de inversión, por un total de \$4.5 millones. Debe aclararse que las inversiones aquí descritas son en empresas nuevas o *start-ups* de cualquier tipo, no tienen por qué ser empresas de alta tecnología ni mucho menos *spin-offs* académicas. [Véase “Useful Stats Index”, del SSTI Weekly Digest, obtenido en <http://www.ssti.org/Digest/digest.php?page=Indices/usefulstats>].

⁵² SBIR está estructurado en tres fases: Fase 1, en la que se proveen hasta \$150 mil por 6 meses para establecer el mérito de la innovación, su potencial y viabilidad comercial; y Fase 2, en la que se proveen

Dada su importancia para la comercialización de innovaciones académicas, resulta preocupante que el número de propuestas de SBIR aprobadas por las 12 agencias federales que tienen ese programa a proponentes de Puerto Rico es muy reducido, apenas 5 propuestas Fase I desde el año 2000, incluyendo proponentes académicos y no académicos. El ratio de aprobación es del 5% en el último periodo de cinco años, 2007-2011, muy lejos del 17% que se observa para Estados Unidos.

Tabla 4.7: Propuestas SBIR Fase I aprobadas para Puerto Rico 2000-2011

	SBIR Fase 1 aprobados	Propuestas presentadas	Ratio de aprobación
2000	0	nd	nd
2001	0	6	0%
2002	nd	nd	nd
2003	1	4	25.0%
2004	0	5	0%
2005	1	17	5.9%
2006	0	13	0%
2007	1	13	7.7%
2008	0	13	0%
2009	0	10	0%
2010	2	16	12.5%
2011	0	8	0%
Total	5	105	4.8%

nd = no disponible

Incluye el total de los SBIR aprobados y las propuestas presentadas a las 12 agencias del gobierno federal con programa SBIR.

Fuente de los datos: State Science & Technology Institute

Debe mencionarse que según información recopilada por el equipo de investigación, en el 2013 se aprobó una solicitud adicional de un investigador académico.

En las entrevistas realizadas a los investigadores académicos se identificó un patrón en sus ideas de cómo llevar una invención hasta la comercialización: los investigadores desarrollan una invención, solicitan una patente a través de la universidad y consideran utilizar fondos SBIR o STTR de una agencia federal para llevar su innovación hasta un

hasta \$1 millón por 2 años para continuar los trabajos iniciados en Fase 1, si han tenido buenos resultados; y Fase 3, que no provee fondos, pero da continuidad en los casos que lo amerite. STTR tiene una estructura similar en fases y una aportación algo menor (hasta \$100 mil en fase 1 y hasta \$750 mil en fase 2). En el programa SBIR participant: Department of Agriculture, Department of Commerce - National Institute of Standards and Technology, Department of Commerce - National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Defense, Department of Education, Department of Energy, Department of Health and Human Services, Department of Homeland Security, Department of Transportation, Environmental Protection Agency, National Aeronautics and Space Administration y National Science Foundation. Por su parte, en el programa STTR participan las siguientes agencias: Department of Defense, Department of Energy, Department of Health and Human Services, National Aeronautics and Space Administration, National Science Foundation. Véase el portal de SBIR: <http://www.sbir.gov/about/about-sbir>

prototipo comercializable, a veces por iniciativa propia y con frecuencia como recomendación de otra entidad (la propia universidad o entidades de apoyo). Para poder solicitar a SBIR, los investigadores inscriben ellos mismos una corporación en el Departamento de Estado, y proceden entonces a completar la solicitud. Como se puede ver en la tabla anterior, no es habitual que tengan éxito. Es frecuente también que los investigadores no preparen esta propuesta con el mismo tiempo e interés que otras, por la cantidad moderada de fondos que representan en comparación con otros programas, por la lógica y lenguaje diferente que requiere completarlas, y por la falta de referencias cercanas de casos aprobados.

Como parte de este trabajo se tuvo la oportunidad de entrevistar a varios investigadores que han participado en propuestas exitosas de SBIR y también de analizar en detalle sus procesos. En términos generales, estos investigadores tienen como prioridad llegar a la comercialización de sus innovaciones y valoran los fondos SBIR y STTR como una opción para hacerlo, que ofrece ventajas sobre otras que también conocen, como los inversores privados. De SBIR y STTR se valora, más que la cantidad de fondos, su carácter no restrictivo y que les permite mantener el control completo del proceso, además del prestigio que supone de cara a futuros inversionistas. Son perseverantes, asumen las denegaciones como procesos de enseñanza y se presentan a convocatorias sucesivas mejorando los aspectos criticados, o buscan proactivamente conversar con la entidad evaluadora para defender sus posiciones. Hay casos en los que se presentan a la convocatoria con una empresa que ellos mismos han incorporado, pero han participado previamente de manera exitosa en competencias comerciales o de desarrollo de ideas de negocio, con lo que pueden demostrar su capacidad comercial (un aspecto esencial en las propuestas SBIR/STTR). En este sentido, suelen ser más sólidas las solicitudes en las que el investigador innovador se presenta de forma conjunta con un socio comercial ya existente y probado en el mercado, de ser posible una empresa de alta tecnología, *start-up*, de Puerto Rico o de Estados Unidos, con quien establece una relación de colaboración.

Por otro lado, tanto investigadores como directores de centros de investigación, de centros de negocio y personas en posición de toma de decisiones manifestaron su inquietud porque la Universidad de Puerto Rico, al momento de la redacción del presente informe, todavía está en proceso de desarrollar de manera clara y explícita los procedimientos para que los requisitos de utilización de los fondos SBIR y STTR puedan ser compatibles con su propio reglamento y la legislación vigente (en concreto, con la Ley de Ética Gubernamental). La aprobación de fondos SBIR o STTR requiere que el investigador académico dedique al menos el 51% de su tiempo al desarrollo comercial de su prototipo, y sólo un 49% a sus tareas académicas. Esta mismas dificultades en hacer compatibles intenciones y reglamentos se manifestó de forma reiterada en torno a los casos de los investigadores que desean crear una empresa para explotar comercialmente un hallazgo de sus investigaciones. Por su parte, los investigadores de las universidades privadas en general destacan como una ventaja que estas universidades están mucho más abiertas, en sus reglamentos y su capacidad de negociación, a hacer arreglos para facilitar la solicitud de fondos SBIR / STTR o el desarrollo de empresas propias.

Para incrementar el éxito en la participación de SBIR y STTR, uno de los entrevistados sugirió participar en los NSF Innovation Corps (i-Corps), un programa creado hace 2 años en el que la *National Science Foundation* (NSF) promueve la formación de un equipo compuesto por un académico investigador, un estudiante y un empresario; una vez formado el equipo, se les proveen talleres virtuales y se les invita a algún encuentro presencial. Los resultados hasta ahora muestran que la conformación de un equipo de este perfil y su integración a través de talleres incrementa de manera muy significativa sus posibilidades de recibir una aprobación de fondos SBIR⁵³. Lo que este modelo evidencia, por otro lado, es la importancia de desarrollar capital social, tanto dentro de la academia (con otros profesores y con estudiantes) como afuera (con empresarios que puedan ser socios o inversores).

Por su parte la estructura local de apoyo a la transferencia del conocimiento incluye diversos proyectos y unidades dentro de las universidades, así como agencias de gobierno y entidades locales. El análisis en detalle de los diferentes componentes del sistema de apoyo trasciende las pretensiones de este informe, pero a continuación se reseñan brevemente los proyectos y entidades vinculados a universidades que han sido más destacados por los entrevistados, para después enumerar las agencias y otras entidades identificadas:

- **Edificio de Ciencias Moleculares:** ubicado entre los recintos de Río Piedras y de Ciencias Médicas, se establece con el propósito de lograr un aumento significativo en la investigación científica en la UPR y contribuir al desarrollo de empresas de alta tecnología en Puerto Rico. Es considerada por los entrevistados como la apuesta más clara en la dirección correcta por parte de la UPR, más allá de las críticas que levantan la magnitud de sus costos y las demoras en la implementación. Los entrevistados mostraron su preocupación por la vulnerabilidad de este proyecto ante cambios administrativos en la UPR y plantean la necesidad de garantizar la estabilidad de la Junta de Directores del Edificio.
- **Centro para el Desarrollo y Adiestramiento en Bioprocesos (BDTC) y VTEC2:** son dos centros de incubación de empresas de nuevas tecnologías ubicadas en Mayagüez, muy vinculados al Recinto de Mayagüez de la UPR y que al presente están manejados por el Corredor Tecno-económico de Puerto Rico (PRTEC). Entre las empresas que acogen estos centros se encuentran tres de las *spin-offs* mencionadas en este trabajo (CDI Laboratories, Cutting Edge Superconductors y Protein Dynamic Solutions) y han acogido otras *spin-offs* que ya no están operando (como NanoEssentials). Algunos entrevistados han echado de menos para estos espacios un apoyo y una estrategia similar a los ofrecidos al Edificio de Ciencias Moleculares.

⁵³ Según Steve Blank, de University of California, San Francisco, los equipos que han participado en la experiencia de NSF i-Corps han logrado la aprobación de sus propuestas de SBIR en un 60% de los casos, frente al 18% del promedio [“Reinventing life sciences startups: evidence-based entrepreneurship”, <http://blogs.berkeley.edu/2013/08/21/reinventing-life-science-startups-evidence-based-entrepreneurship/>]

- **Innovación Colegial:** es un proyecto del Recinto de Mayagüez de la UPR en colaboración con el Corredor Tecno-Económico de Puerto Rico (PRTEC)⁵⁴ que se inicia en 2011 y desde un enfoque principalmente educativo busca formar a la comunidad académica (estudiantes y profesores) sobre el proceso de patentes y la creación de iniciativas empresariales, para acercar los resultados de las investigaciones académicas a su comercialización. Desde *Innovación Colegial* se ha promovido la presentación de *invention disclosures*, se desarrolló una oferta amplia de charlas sobre transferencia de tecnología y temas relacionados (como SBIR y STTR) por expertos de diversos países, se promovió y ofreció *coaching* en someter ideas innovadoras a competencias empresariales y se desarrollaron y ofrecieron cursos experimentales en temas de comercialización y protección de propiedad intelectual y gestión de empresas tecnológicas, tanto para estudiantes como para investigadores académicos.
- **Clínica de Propiedad Intelectual y Empresarismo:** es una iniciativa surgida hace tres años en la Escuela de Derecho de la UPR, Río Piedras. La Clínica está concebida para ofrecer prácticas a los estudiantes de derecho interesados en esta área, y cuenta con una certificación de USPTO por la cual los propios estudiantes pueden someter documentos y firmar como si fueran abogados (es parte de un programa piloto). Los servicios de la Clínica son gratuitos y para personas que cualifican como indigentes (aunque el concepto de indigencia es bastante flexible).
- **Iniciativa Tecnológica Centro-Oriental (INTECO):** es un espacio para la incubación y el desarrollo de iniciativas empresariales ubicado en Caguas impulsado por el propio municipio de Caguas, en colaboración con el Sistema Universitario Ana G. Méndez (SUAGM)⁵⁵. Destacan también los nuevos proyectos vinculados a INTECO y al SUAGM: el Puerto Rico Energy Center (PREC), el Acelerator for Clean Technologies (ACT) y el diseñado Centro de Ingeniería Aeroespacial. Este ecosistema de centros se concibe para dar apoyo desde la estructura ideal (acelerador de negocios, incubación de negocios o landing site) a proyectos en fase de desarrollo de prototipos de alta tecnología.
- **Foro de Inventores:** celebrado por primera vez en el 2006 en la Universidad del Este, del Sistema Universitario Ana G. Méndez. El Foro reúne a inventores y ofrece presentaciones de expertos, empresarios, representantes de agencias de gobierno y académicos en relación a la innovación, la propiedad intelectual y el empresarismo.

En cuanto a las agencias de gobierno y entidades sin fines de lucro, el **Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico** es visto como una pieza central en el ecosistema de la innovación en Puerto Rico, ya que es la entidad que por ley debe definir

⁵⁴ PRTEC es una entidad sin fines de lucro creada hace diez años para promover el desarrollo económico de los municipios del oeste de Puerto Rico, con énfasis en la comercialización de tecnologías innovadoras.

⁵⁵ Debe señalarse que además de INTECO se ha creado otros espacios de incubación de empresas tecnológicas en diferentes áreas de la isla, bajo el mismo concepto de colaboración: la Iniciativa Tecnológica del Norte (INTENOR) la del Este (INTENE) y del Sur (INTESUR), aunque según los entrevistados el nivel de desarrollo de estos tres es significativamente menor que el de INTECO.

e implantar la política pública para la investigación y el desarrollo en la ciencia y la tecnología. La ley que crea el Fideicomiso se aprueba en 2004 y le delega la función de promover, invertir y financiar en actividades que fortalezcan la I+D en Puerto Rico, promover la transferencia de tecnología y la comercialización de innovaciones, promover la colaboración entre entidades y sectores, y desarrollar una cultura y una infraestructura para la I+D, marcando como norte el desarrollo económico de Puerto Rico⁵⁶.

La creación del Fideicomiso levantó grandes expectativas entre la comunidad de investigadores académicos, según reconocen en las entrevistas. Sin embargo, transcurridos ya casi diez años desde su creación, se percibe un desencanto generalizado. Haciendo balance de lo sucedido desde su creación, la mayoría de los investigadores entrevistados consideran que el trabajo realizado en todos estos años ha tenido una repercusión mucho menor de lo esperado y que el Fideicomiso ha sido una entidad sin continuidad, muy vulnerable a la política y los cambios de administración. Hay incompreensión por parte de buena parte de la comunidad académica en relación al manejo de los fondos con los que cuenta el Fideicomiso⁵⁷ y confusión en cuanto a los procesos de distribución de ayudas financieras a la I+D y los proyectos innovadores. Los entrevistados de universidades privadas que están más activas en investigación reclaman además tener presencia en la Junta de Directores del Fideicomiso.

A través del Fideicomiso, durante el 2013 el Georgia Institute of Technology (**Georgia Tech**) han llevado a cabo en Puerto Rico un estudio, asesorías y encuentros encaminados a promover el desarrollo de iniciativas de comercialización de innovaciones en Puerto Rico.

Además del Fideicomiso, los entrevistados destacaron otras iniciativas y entidades, como las siguientes:

- **INDUNIV:** es una alianza entre los sectores gubernamental, académico e industrial, formada en 1985 y que tiene sede en PRIDCO. Su papel ha sido principalmente de promotor y facilitador de múltiples iniciativas que se dan a nivel de gobierno o de universidades, incluyendo el desarrollo de programas académicos cónsonos con el desarrollo de los sectores industriales vinculados con las ciencias, la participación en proyectos de centros de investigación y universidades fuera de Puerto Rico, así como la colaboración entre las universidades (en especial, la UPR) y la industria (sobre todo las empresas farmacéuticas), a través de proyectos auspiciados por el Scientific Affairs Committee (SAC), en los que la industria identificaba problemas específicos

⁵⁶ Ley 2014 de 18 de agosto de 2004.

⁵⁷ Según el 2012 Annual Report, el Fideicomiso cuenta con \$110 millones en activos, de los cuales \$74 millones son "cash". En el año fiscal 2012 tuvo un incremento en los activos netos de \$15.8 millones. Sus gastos programáticos fueron de \$1.1 millones, y sus gastos en servicios de apoyo, de gestión y generales fueron de \$2.9 millones. En el informe se menciona el apoyo financiero del Fideicomiso durante el año fiscal 2011-2012 a proyectos de las siguientes entidades: Distrito de las Ciencias, SBTDC (Innoventure), Innovation Pavillion I&II, Colegio de Químicos de Puerto Rico, INTENOR, Innovación Colegial, Grupo Guayacán, INDUNIV, INTECO, EnterPRize Event Inc., y Ciencia Puerto Rico. Las ayudas a los proyectos, según se detalla, son de \$50 mil, salvo en algunos casos que se reducen a \$35 mil.

de su proceso de manufactura y se solicitaba a investigadores que diseñaran soluciones para la industria.

- **Small Business & Technology Development Centers (SBTDC):** es una entidad sin fines de lucro, con sede propia y en diferentes recintos de la Universidad Interamericana de Puerto Rico, que provee apoyo a iniciativas empresariales en el área de innovación y tecnología. Está respaldada por la Administración Federal de Pequeños Negocios (SBA). SBTDC Puerto Rico tiene una propuesta de Fase 0 de SBIR y STTR, a través de la cual proveen apoyo a sus participantes para la preparación de propuestas para estos programas. También realizan desde hace dos años una competencia de planes de negocios para iniciativas en el área de las ciencias (*Innoventure*), en la que los participantes seleccionados reciben un taller de capacitación y luego concursan por tres premios al mejor plan de negocios.
- **Grupo Guayacán:** es una entidad sin fines de lucro, aunque surge como una iniciativa del Banco de Desarrollo Económico, que crea un fondo para apoyar el desarrollo de mercado de capital en Puerto Rico a través de Grupo Guayacán. En la interpretación de su misión, desde el 2004 Guayacán adopta un enfoque muy dirigido al desarrollo de iniciativas empresariales, pero como promotor de las mismas, no como inversor, ya que Guayacán no es una entidad inversora en proyectos en Puerto Rico⁵⁸. Como parte de su proyecto, promueve la cultura empresarial en los administradores universitarios, les invita a seminarios sobre el tema en universidades en Estados Unidos (MIT, Stanford, Babson y otras) y colabora en el desarrollo de currículo. Además, auspicia desde 2005 una conocida competencia para ideas de negocio, EnterPRize.

Debe señalarse que aunque tanto Guayacán como SBTDC realizan esfuerzos por atraer a estudiantes y profesores a participar en sus competencias, y hay varios casos de participaciones exitosas, la presencia de investigadores académicos en las oportunidades y servicios que se brindan puede ser mucho más amplia. Por último, debe mencionarse que tanto a Guayacán como a SBTDC se les reconoce además un esfuerzo por establecer una red de inversores ángeles, aunque con resultados limitados.

Somos conscientes de que en este breve recuento deberían incluirse otras muchas iniciativas, como el Puerto Rico Manufacturing Extension Program (PRIMEX) o la Alianza de Ciencia y Tecnología de Puerto Rico. Confiamos en poder ampliar el análisis de los actores del ecosistema en un trabajo posterior, ya que por limitaciones de espacio y enfoque sólo hemos podido reseñar aquellos proyectos y entidades que fueron mencionados con más frecuencia por los entrevistados.

⁵⁸ Grupo Guayacán es el manager de fondos que se invierten normalmente fuera de Puerto Rico, y dedica los ingresos por este manejo más la porción correspondiente de las ganancias de capital al desarrollo de la industria del mercado de capital en Puerto Rico.

5. Conclusiones

“Las invenciones carecen de importancia económica en tanto que no sean puestas en práctica. Y la aplicación de cualquier mejora es una tarea completamente diferente de su invención, y que requiere aptitudes distintas”
[J. Schumpeter, 1957]

En Puerto Rico hay innovaciones de gran valor potencial para la sociedad, y también hay investigadores y empresas haciendo innovación y desarrollando tecnología de vanguardia a nivel mundial, con una persistencia y capacidad de sacrificio absolutamente loables.

La Bayh-Dole Act viabiliza la comercialización de innovaciones desarrolladas en las universidades desde 1980, pero las universidades de Puerto Rico son actores de presencia relativamente reciente en este escenario. Las primeras patentes se conceden a la UPR en la década de los noventa, y a las universidades privadas en los 2000. La Oficina de Protección Intelectual y Comercialización de la UPR es la primera en crearse, y no lo hace hasta 1998. Esta oficina y otras de universidades privadas con la misma función han contado con pocos recursos y han seguido el modelo de trabajo de la gran mayoría de las universidades de Estados Unidos, en el cual la universidad asume un papel protagónico desde que el investigador presenta la documentación de divulgación de un invento (*invention disclosure*) hasta su comercialización a través de concesiones de licencia de las patentes.

Según nuestro análisis, hasta la fecha se han obtenido 52 patentes académicas, de las que apenas se han concedido licencias. Estos resultados son tenues, si se evalúa la inversión en investigación y desarrollo (I+D) que se hace en las universidades de Puerto Rico y se compara con los resultados de universidades en Estados Unidos y otros países. Pero sobre todo no ha habido un impacto claro todavía en términos de ingresos para las universidades, ni como fuentes de fondos para los investigadores y sus proyectos de investigación. Si bien es cierto que el marco institucional y el sistema de incentivos en Puerto Rico están menos orientados hacia la comercialización de innovaciones y las iniciativas empresariales y la aplicación del modelo en Puerto Rico ha estado perjudicada por una serie de factores (inestabilidad de la UPR y de agencias de gobierno vinculadas a este tema, burocracia, falta de *expertise* en comercialización en las OTTs, leyes y reglamentos que no facilitan la transferencia de conocimientos, enfoque hacia la enseñanza, en especial en las universidades privadas), también se deben reconocer esfuerzos válidos y buenos proyectos por parte de algunos actores. Además, en términos del perfil, motivaciones y obstáculos de los investigadores académicos, en nuestro trabajo de campo comprobamos que hay bastantes similitudes con los identificados en estudios en Estados Unidos y otros países.

Después de hacer una extensa revisión bibliográfica y de realizar 80 entrevistas a los diferentes componentes del ecosistema de la transferencia de conocimiento en Puerto Rico (incluyendo investigadores, directores de centros de investigación o de promoción empresarial, empresarios, inversores y personas vinculadas a política pública) nuestra conclusión es que los mayores obstáculos se derivan del propio modelo, que está

desenfocado de lo más importante, la transferencia efectiva de conocimiento al mercado y el desarrollo económico.

Los estudios revisados, tanto en Estados Unidos, Canadá o Europa, concluyen que bajo este modelo sólo el 1 ó 2% de los inventos patentados se acaban llevando al mercado y son rentables. Además, hay una opinión ampliamente extendida de que estas actividades generan pocos ingresos para las universidades en Estados Unidos, hasta el punto de que por lo general apenas se logran ingresos suficientes para cubrir los presupuestos de las propias oficinas de transferencia de tecnología (OTTs), aun cuando es habitual que estas trabajen con recursos limitados. Hay universidades, como Stanford, MIT o Georgia Tech, especializadas en los procesos de innovación y comercialización, que constituyen una excepción a este panorama, pero incluso en las universidades especializadas las patentes no se utilizan tanto para la generación de ingresos vía concesión de licencias, sino principalmente para lograr colaboraciones más amplias con las empresas, que entonces sí constituyen una fuente de fondos significativa.

Dos trabajos recientes, de Liten et al (2007) y de Kenney y Patton (2009), cuestionan la validez de este modelo para las universidades de Estados Unidos y proponen un modelo distinto: el modelo de propiedad del inventor. Bajo este nuevo modelo, el innovador académico seguiría siendo el protagonista de todo el proceso hasta su misma comercialización, porque sería él quien goce del derecho de propiedad de sus innovaciones, en lugar de ser de la universidad. Esto no eliminaría a las universidades del proceso, ya que sus servicios de apoyo (en la solicitud de patentes, en la comercialización y en el desarrollo de iniciativas empresariales) seguirían siendo fundamentales. Sin embargo, al ser el inventor el propietario, se reduciría mucho la estructura burocrática por la que tienen que atravesar un invento para llegar al mercado y se agilizaría enormemente el proceso de toma de decisiones. Al hablar de innovaciones, el factor tiempo y la flexibilidad se tornan cruciales, y según los estudios mencionados en ambos factores el modelo propuesto ha demostrado ser superior al tradicional.

Este modelo de propiedad del inventor es utilizado de forma pionera en Norteamérica por la Universidad de Waterloo, Canadá. Los estudios de Bramwell y Wolfe (2008) y de Kenney y Patton (2011) concluyen que la creación de empresas por académicos de esta universidad ocurre con mucha más frecuencia que en otras, si se compara por el tamaño de su facultad o su inversión en I+D. Para ello es indispensable la colaboración estrecha de la institución, ya que la OTT de la Universidad de Waterloo juega un papel muy activo dando servicios de apoyo. Los resultados de otros países europeos que tienen enfoques parecidos, como Suecia, también avalan este modelo.

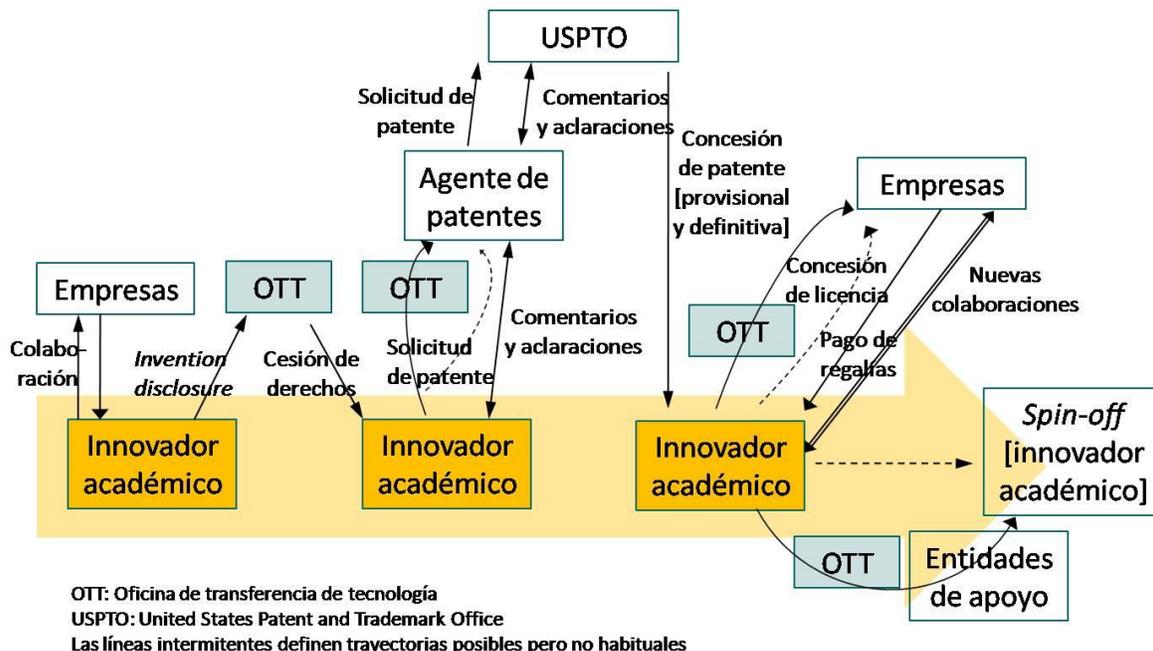
En las entrevistas realizadas en nuestro trabajo de campo pudimos constatar que los investigadores que tienen la propiedad de las patentes de sus propios inventos desarrollan un perfil distinto al de otros investigadores con patentes: tienen más solicitudes de patentes, tienen más referencias de casos exitosos de iniciativas empresariales desde la universidad, y han sido proactivos buscando compradores y contactos con empresas potencialmente interesadas, dentro y fuera de Puerto Rico. En un 86% de los casos han registrado ya una corporación en el Departamento de Estado o están

en proceso de hacerlo (frente al 27% de los investigadores con patentes que pertenecen a la universidad), porque tienen una intención clara de desarrollar una empresa para explotar comercialmente su innovación, o al menos desarrollar un prototipo a través de fondos SBIR o STTR. En resumen, es más frecuente que estos investigadores se apoderen del proceso de la comercialización de sus inventos y desarrollen un espíritu emprendedor, como en el caso de Dr. Kim y su empresa Cutting Edge Superconductors, Inc.

El análisis de las *spin-offs* que han surgido en Puerto Rico muestra también como con mucha frecuencia estas iniciativas no se desarrollan a partir de patentes aprobadas, y mucho menos de patentes cuyo dueño es la universidad. A su vez la trayectoria de las *spin-offs* resalta la importancia que han tenido los proyectos y entidades que ofrecen servicios de apoyo, tanto dentro como fuera de la universidad, en el proceso de creación y maduración de las iniciativas empresariales.

Desde nuestro punto de vista y a la luz de los resultados de nuestra investigación, Puerto Rico se beneficiaría si sus universidades cambian de modelo. Bajo el modelo de propiedad del inventor los investigadores tendrían una oportunidad mucho mayor de contribuir en la creación de empresas o a través de la colaboración con empresas ya existentes, lo que dado el largo periodo de recesión económica que vive Puerto Rico y la debilidad del empleo en el sector privado, debería ser una prioridad. Además, el efecto de ser la primera jurisdicción que adopta de manera generalizada este nuevo modelo podría ser llamativo e incluso atraer a investigadores académicos especialmente activos en el desarrollo de aplicaciones comerciales. Las propias universidades se beneficiarían más si a través de este nuevo modelo se consiguen relaciones más estables y profundas con las empresas, que canalicen fondos para proyectos de investigación académicos.

Diagrama 5.1: Modelo de propiedad del inventor



El diagrama anterior resume cómo fluiría el proceso desde la innovación hasta la comercialización dentro de este nuevo modelo. Nótese que bajo la lógica de este nuevo modelo el contacto con las empresas y el desarrollo de proyectos conjuntos se inicia antes de la propia innovación, y se intensifica después de generada la patente. Reconocemos así las prácticas que según los estudios revisados y nuestro trabajo de campo redundan en mayor número de innovaciones comercializables.

Por otro lado, el diagrama integra servicios de apoyo eficaces y accesibles desde las propias universidades y desde agencias de gobierno y otras entidades, que como ya ha sido recalcado siguen resultando indispensables. Además de los servicios directos que pueden proveer al innovador, estas entidades son vitales para facilitar el capital financiero (inversión de riesgo) y el capital social que requieren las iniciativas empresariales.

Debe notarse que este cambio de modelo no implicaría costos adicionales para las universidades ni para ninguna agencia de gobierno. De hecho, podría suponer la oportunidad de generar más ingresos a través de los servicios de apoyo al investigador, por donativos de éste o por regalías de sus inversiones (la universidad podría actuar como un inversor), que se pueden definir a través de *Memoranda of Understanding* (MOUs). Por otro lado, implicaría una presión para que los servicios a los innovadores académicos sean más ágiles y eficientes. Además, abriría la puerta a colaboraciones con otros agentes, como especialistas en comercialización de innovaciones en sectores específicos en Estados Unidos o compañías de inversión.

En resumen, en el peor escenario los resultados no serían inferiores a los que se están obteniendo ahora, como plantean Kenney y Patton (2009), y en el mejor escenario se podría lograr un cambio cualitativo por el que las universidades de Puerto Rico salten del grupo de universidades con escasa repercusión en sus actividades de transferencia de conocimiento, al grupo de universidades en las que estas actividades tienen un efecto significativo sobre la actividad económica de su entorno.

Además de un modelo articulado en torno a la propiedad del investigador académico y una infraestructura de apoyo sólida, tanto en la revisión de estudios empíricos como en nuestro trabajo de campo identificamos factores que están presentes con más frecuencia entre los investigadores académicos que desarrollan iniciativas empresariales. Destacamos entre estos las experiencias de estudios postdoctorales fuera de Puerto Rico junto a otros investigadores académicos reconocidos que tienen sus propias *spin-offs*, así como la experiencia previa en creación o gestión de empresas, y la colaboración con otras empresas (locales e internacionales) en el desarrollo de su *spin-off*. Además la cultura universitaria y la participación en comunidades académicas motivadas al desarrollo de innovaciones y su comercialización son fundamentales. También lo son el capital social de los investigadores o de la OTT, así como el acceso a capital de inversiones de riesgo (ya sea privado o de programas gubernamentales).

Estos mismos factores favorecen no sólo la creación de iniciativas empresariales, sino el vínculo con empresas activas en I+D y comercialización de innovaciones, tanto empresas locales como multinacionales. Debe tomarse en cuenta además que la principal motivación de los investigadores activos en la comercialización de sus innovaciones no es

la generación de ingresos propios, sino el interés por contribuir a la transformación de su comunidad o sociedad, por buscar aplicaciones prácticas de sus hallazgos. No obstante, la ausencia de incentivos adecuados y los obstáculos burocráticos pueden actuar como factores disuasorios y frenos al desarrollo de innovaciones comercializables.

También es un obstáculo la falta de información sobre experiencias exitosas y de conocimiento sobre cómo funciona el mundo de las empresas y cuáles son las necesidades e intereses de la industria. En el trabajo de campo identificamos interés por parte de muchos investigadores y directores de centros de investigación en buscar colaboraciones con empresas, provocado por las dificultades crecientes en el acceso a las agencias federales como fuentes de fondos para investigación, o porque consideran importante que las innovaciones tengan impacto económico y generen oportunidades laborales en Puerto Rico. En el Anejo II se resumen los hallazgos de nuestra investigación en torno a las posibilidades de colaboración con las empresas, así como las amenazas y oportunidades de los subsectores más intensivos en I+D en Puerto Rico.

Del análisis de mejores prácticas fuera de Puerto Rico se deriva que la colaboración con empresas no debe verse como una situación aislada, sino desde un enfoque de medio y largo plazo, beneficioso para ambas partes. Por un lado, las actividades de transferencia de conocimiento no son unidireccionales, sino que el conocimiento fluye tanto de las universidades a las empresas como al revés. Por otra parte, cuanto más importancia tiene el conocimiento tácito para la puesta en práctica de una innovación, más relevante es la colaboración estrecha entre el innovador y la empresa. Las patentes y otras formas de propiedad intelectual no son fines en sí mismo, sino vehículos para lograr atraer esas colaboraciones y que redunden en relaciones beneficiosas para la universidad. Las colaboraciones con empresas se pueden establecer mucho antes de cualquier forma de propiedad intelectual, y la propia relación con las empresas mostrará a los investigadores académicos oportunidades de innovación.

Como resultado de la investigación realizada se derivan una serie de recomendaciones de política pública, que se detallan en el Anejo I de este informe.

Referencias bibliográficas

- Abreu, M., Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 40, 1058-1067.
- Acs, Z., Audretsch, D.B., Braunerhjelm, P., Carlsson, B. (2010). The missing link: knowledge diffusion and entrepreneurship in endogenous growth. *Small Business Economic*, 34 (2), 105–125.
- Agrawal, A., Henderson, R. (2002). Putting patents in context: exploring knowledge transfer from MIT. *Management Science*, 48 (1), 44–60.
- Aldridge, T., Audretsch, D. (2011). The Bayh-Dole Act and scientist entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1058-1067.
- Ambos, T., Mäkelä, K., Birkinshaw, J., D'Este, P. (2008). When Does University Research Get Commercialized? Creating Ambidexterity in Research Institutions. *Journal of Management Studies*, 15 (8), 1424-1447.
- Arrow, K. (1962). The economic implication of learning by doing. *Review of Economics Studies*, 29 (3), 155–173.
- Association of University Technology Managers (2013). AUTM U.S. Licensing Activity Survey Highlights FY2012. AUTM.
- Åstebro, T. (2003). The return to independent invention. *The Economic Journal*, 113 (484), 226-239.
- Åstebro, T., Bazzazian, N., Braguinsky, S. (2012). Startups by recent university graduates and their faculty: Implications for university entrepreneurship policy. *Research Policy*, 41, 663-677.
- Audretsch, D., Feldman, M. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation. *American Economic Review*, 86, 630–640.
- Azagra, J. (2007). What type of faculty member interacts with what type of firm? Some reasons for the delocalisation of university-industry interaction, *Technovation*, 27(11), 704 – 715.
- Bains, W. (2005). How academics can make (extra) money out of their science. *Journal of Commercial Biotechnology*, 11 (4), 353–363.
- Baumol, W. (2002). Entrepreneurship, Innovation and Growth: The David-Goliath Symbiosis, *Journal of Entrepreneurial Finance and Business Ventures*, 7 (2), 1-10.
- Belenzon, S, Pataconi, A. (2013). Innovation and firm value: An investigation of the changing role of patents, 1985–2007. *Research Policy*, 42, 1496-1510.
- Bercovitz, J., Feldman, M. (2008). Academic entrepreneurs: organizational change at the individual level. *Organization Science*, 19 (1), 69–89.
- Bishop, K., D'Este, P., Neely, A. (2011). Gaining from interactions with universities: Multiple methods for nurturing absorptive capacity. *Research Policy*, 40, 30-40.
- Blind, K., Edler, J., Frietsch, R., & Schmoch, U. (2006). Motives to patent: Empirical evidence from Germany. *Research Policy*, 35, 655–672.

- Bramwell, A., Wolfe, D. (2008). Universities and regional economic development: the entrepreneurial University of Waterloo. *Research Policy*, 37 (8), 1175–1187.
- Brunner, J.J. (coord.) (2011). *Educación Superior en Iberoamérica: Informe 2011*. Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) – Universia. Santiago de Chile: RIL Editores.
- Callan, B., Cervantes, M. (2008). Managing intellectual property rights from public research. En *Intellectual Property and Innovation in the Knowledge-Based Economy*. Putnam, J. (ed). Industry Canada.
- Casper, S. (2013). The spill-over theory reversed: The impact of regional economies on the commercialization of university science. *Research Policy*, 42, 1313-1324.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard: Harvard Business School Press.
- CEPAL (2004). *Globalización y desarrollo: Desafíos de Puerto Rico frente al siglo XXI*. Naciones Unidas – Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Clarysse, B., Tartari, V., Salter, A. (2011). The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1084-1093.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *The Economic Journal*, 99 (397), 569-596.
- Cohen, W., Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128–152.
- Cohen, W., Nelson, R., Walsh, J. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48 (1), 1–23.
- Collins, H. (1974). The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks. *Science Studies*, 4(2), 165-186.
- Colombo, M., D’Adda, D., Piva, E. (2010). The contribution of university research to the growth of academic start-ups: an empirical analysis. *The Journal of Technology Transfer*, 35, 113–140.
- Crespi, G., D’Este, P., Fontana, R., Geuna, A. (2011). The impact of academic patenting on university research and its transfer. *Research Policy*, 40, 50-68.
- Crespi, G., Geuna, A., Verspagen, B. (2006). University IPRs and Knowledge Transfer. Is the IPR ownership model more efficient? *SPRU Electronic Working Paper Series*, 154. The Freeman Centre, University of Sussex.
- Del Valle, J., Lobato, M., Martínez, F., Rodríguez E. y Segarra, E. (2007). La economía del conocimiento en Puerto Rico. San Juan, PR: Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- D’Este, P., Patel, P. (2007). University-industry linkages in the UK: What are the factors determining the variety of interactions with industry? *Research Policy*, 36(9), 1295-1313.
- D’Este, P., Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *The Journal of Technology Transfer*, 36:316–339.

- Dietz, J. (1989). *Historia Económica de Puerto Rico*. San Juan: Huracán.
- Etzkowitz H. (1983). Entrepreneurial Scientists and entrepreneurial universities in American academic science. *Minerva*, 21, 198-233.
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1996). Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Science and Public Policy*, 23, 279-286.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32, 109-121.
- European Commission (2002) University spin-outs in Europe: Overview and good practices. *Innovation Papers*, 21.
- Feldman, M., Desrochers, P. (2004). Truth for Its own sake: Academic culture and technology transfer at the Johns Hopkins University. *Minerva*, 42 (2), 105-126.
- Feller, I., Feldman, M. (2010). The commercialization of academic patents: black boxes, pipelines, and Rubik's cubes. *The Journal of Technology Transfer*, 35, 597-616.
- Fernandez, C. (2007). How to Set Up a Technology Transfer System in a Developing Country. In *Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices* (eds. A Krattiger, RT Mahoney, L Nelsen, et al.). MIHR: Oxford, U.K., and PIPRA: Davis, U.S.A. Obtenido en www.ipHandbook.org.
- Fernández, M., Merchán, C., Rodríguez, L., Valmaseda, O. (2011). Indicadores de transferencia de conocimiento: una propuesta de medida de la cooperación entre universidad y empresa. Instituto de Estudios Sociales Avanzados. Córdoba, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Fini, R., Lacetera, N., Shane, S. (2010). Inside or outside the IP system? Business creation in academia. *Research Policy*, 39, 1060-1069.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Friedman, J., Silberman, J. (2003). University technology transfer: Do incentives, management and location matter? *The Journal of Technology Transfer*, 28 (1), 17-30.
- Geiger, R. (2012). University supply and corporate demand for academic research. *The Journal of Technology Transfer*, 37, 175-191.
- Göktepe-Hulten, D., Mahagaonkar, P. (2010). Inventing and patenting activities of scientists: in the expectation of money or reputation? *The Journal of Technology Transfer*, 35, 401-423.
- Grime, C., Frier, H. (2010). Informal university technology transfer: a comparison between the United States and Germany, *The Journal of Technology Transfer*, 35, 637-650.
- Guerrero, M., Urbano, D. (2012). The development of an entrepreneurial university, *The Journal of Technology Transfer*, 37, 43-74.
- Hayter, C. (2011). In search of the profit-maximizing actor: motivations and definitions of success from nascent academic entrepreneurs. *The Journal of Technology Transfer*, 36, 340-352.

- Hellman, T. (2005). The role of Patents for Bridging the Science to Market Gap. *NBER Working Paper 11460*.
- IEPR. (2011a). Encuesta piloto de ciencia y tecnología, 2009: Investigación y Desarrollo. San Juan: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico.
- IEPR. (2011b). Índice de economía del conocimiento, 2009. San Juan: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico.
- Inzelt, A., Laredo, P., Sánchez, P., Marian, M., Vigano, F., Carayol, N. (2006). Third Mission. En *Methodological Guide, Strategic management of university research activities*. PRIME, Observatory of European University (OEU).
- Karlsson, T., Wigren, C. (2010). Start-ups among university employees: the influence of legitimacy, human capital and social capital. *The Journal of Technology Transfer*, 37, 297–312.
- Klein, R., de Haan, U., Goldberg, A. (2010). Overcoming obstacles encountered on the way to commercialize university IP. *The Journal of Technology Transfer*, 35, 671–679.
- Kenney, M., Patton, D. (2009). Reconsidering the Bayh-Dole Act and the Current University Invention Ownership Model. *Research Policy*, 38, 1407–1422.
- Kenney, M., Patton, D. (2011). Does inventor ownership encourage university research-derived entrepreneurship? A six university comparison. *Research Policy*, 40, 1100-1112.
- Kordal, R., Guice, L. (2008). Assessing Technology Transfer Performance. *Research Management Review*, 16 (1), 1-13.
- Landry, R., Amara, N., Rherrad, I. (2006). Why are some university researchers more likely to create spin-offs than others? Evidence from Canadian universities, *Research Policy*, 35, 1599-1615.
- Laredo, P. (2007). Revisiting the third Mission of Universities: Towards a renewed categorization of University activities. *Higher Education Policy*, 20(4), 441–456.
- Link, A., Siegel, D., Bozeman, B. (2007). An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, 16, 641–655.
- Litan, R., Schramm, C. (2013). *Better Capitalism*. New Haven & London: Yale University Press.
- Litan, R., Mitchell, L., Reedy, E. (2007). The university as innovator: Bumps in the road. *Issues in Science and Technology*, 23.4, 57–66.
- Lobato, M. (2009). Apuntes sobre el sector privado en Puerto Rico, en época de crisis. *Boletín de Economía*, X(1).
- Lobato, M. (2013). Inversión empresarial en investigación y desarrollo (R&D): ¿estrategia empresarial para el siglo XXI en Puerto Rico? *Forum Empresarial*, 18 (1), 1-25.
- Lundvall, B. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. En Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete L. (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. Pinter: London.
- Mansfield, E. (1991). Academic research and industrial innovation. *Research Policy*, 20, 1-12.

- Mansfield, E. (1995). Academic research underlying industrial innovations: Sources, characteristics and financing. *The Review of Economics and Statistics*, 77 (1), 55-65.
- Markman, G., Gianiodis, P., Phan, P., Balkin, D. (2004). Entrepreneurship from the ivory tower: Do incentive systems matter? *The Journal of Technology Transfer*, 29, 353-364.
- Mowery, D, Nelson, R., Sampat, B., Ziedonis, A. (2001). The growth of patenting and licensing by US universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980. *Research Policy*, 30, 70-119.
- Muscio, A., Geuna, A. (2008). The governance of university knowledge transfer in Europe. *DRUID 25th Celebration Conference 2008 on Appropriability, Proximity, Routines and Innovation*. Copenhagen, Denmark, June 17 - 20, 2008.
- Mustar, P., Renault, M., Colombo, M., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., Wright, M., Clarysse, B. and Moray, N. (2006). Conceptualizing the heterogeneity of research-based spinoffs: A multi-dimensional taxonomy, *Research Policy*, 35, 2, 289-308.
- Nicolau, N., Birley, S. (2003). Academic networks in a trichotomous categorisation of university spinouts. *Journal of Business Venturing*, 18 (3), 333-359.
- Nilsson, A., Rickne, A., Bengtsson. L. (2012). Transfer of academic research: uncovering the grey zone. *The Journal of Technology Transfer*, 35, 617-636.
- OCDE (2003). *Manual de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) por acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- OCDE (2005). *Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación*. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas (Eurostat).
- O’Gorman, C., Byrne, O., Pandya, D. (2008). How scientists commercialise new knowledge via entrepreneurship. *The Journal of Technology Transfer*, 33, 23-43.
- O’Shea, R., Allen, T., Chevalier, A., Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spin off performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34, 994-1109.
- O’Shea, R., Allen, T. Morse, K., O’Gorman, C., Roche, F. (2007). Delineating the anatomy of an entrepreneurial university: The Massachusetts Institute of Technology experience. *R&D Management*, 37, 1, 1-16.
- O’Shea, R., Chugh, H., Allen, T. (2008). Determinants and consequences of university spinoff activity: a conceptual framework. *The Journal of Technology Transfer*, 33, 653-666.
- Perkmann, M., Walsh, K. (2007). University-industry relationships and open innovation: towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9 (4), 259-280.
- Perkmann, M., Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: impacts of university-industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18 (6), 1033-1065.
- Phan, P., Siegel (2006). The Effectiveness of University Technology Transfer. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2 (2), 77-144.

- Pirnay, F., Surlemont, B., Nlemvo, F. (2003). Towards a typology of university spin-offs. *Small Business Economics*, 21, 355–369.
- Polanyi, M. (1962). Tacit Knowing: Its Bearing on Some Problems of Philosophy. *Reviews of Modern Physics*, 34 (4), 601-616.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. New York: Doubleday.
- Powers, J., McDougall, P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20, 291–311.
- President's Council of Advisors on Science and Technology (PSAC). (2008). University-private sector research partnerships in the innovation ecosystem. http://www.whitehouse.gov/files/documents/ostp/PCAST/past_research_partnership_report_BOOK.pdf.
- President's Council of Advisors on Science and Technology (PSAC). (2012). Report to the President on Propelling Innovation in Drug Discovery, Development, and Evaluation. <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-fda-final.pdf>.
- Ramos, I., Fernández, M. (2012). Beneath the tip of the iceberg: exploring the multiple forms of university–industry linkages. *Higher Education*, 64, 237–265.
- Sánchez, J. (2010). Informe Nacional Puerto Rico, en *El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico 2010*. Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) – Universia. Santiago de Chile: RIL Editores.
- Salter, A., Tartari, V., D'Este, P., Neely, A. (2010) *The Republic of Engagement: Exploring UK Academic Attitudes to Collaborating with Industry and Entrepreneurship*. London: Advanced Institute of Management Research (AIM).
- Schacht, W. (2003). *Technology transfer: Use of federally funded research and development*. Congressional Research Service, The Library of Congress.
- Schacht, W. (2012). *The Bayh-Dole Act: Selected Issues in Patent Policy and the Commercialization of Technology*. *CRS Report for Congress* RL 32076, Congressional Research Service.
- Schumpeter, J. (1957). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México DF, México: Fondo de Cultura Económica.
- Segarra, E. (2012). *Agricultural biotechnology in Puerto Rico: Its beginnings, present and future*. San Juan: Council for Biotechnology Information (CBI) e INDUNIV.
- Shane, S. (2004). *Academic entrepreneurship: University spin-offs and wealth creation*. Cheltenham, UK/Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Siegel, D., Waldman, D., Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, E., Link, A. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: Qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21, 115–142.

- Sine, S., Shane, S., Di Gregario, D. (2003). The halo effect and technology licensing: the influence of institutional prestige on the licensing of university inventions. *Management Science*, 49, 478–496.
- Stuart, T., Ding, W. (2006). When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112 (1), 97–144.
- Swamidass, P. , Vulasa, V. (2009). Why university inventions rarely produce income? Bottlenecks in university technology transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 34, 343–363.
- Thursby, J., Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31, 109–124.
- Thursby, J., Thursby, M. (2004). Are faculty critical? Their role in university–industry licensing. *Contemporary Economic Policy*, 22, 162–178.
- Thursby, J., Thursby, M. (2007). University licensing. *Oxford Review of Economic Policy*, 23, 620–639.
- Thursby, J., Thursby, M. (2011). Has the Bayh-Dole act compromised basic research? *Research Policy*, 40, 1077– 1083.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2005). *Globalization of R&D and Developing Countries: Proceedings for the Experts Meeting*. New York and Geneva: United Nations.
- United Nations (2011). *Intellectual Property Commercialization: Policy Options and Practical Instruments*. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.
- Von Hippel, E. (1994). Sticky information and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, 40, 429–439.
- Von Hippel, E. (2002). Horizontal innovation networks: by and for users. *MIT Sloan School of Management Working Paper* 4366-02.
- Wright, M., Lockett, A., Clarysse, B., Binks, M. (2006). University spin-out companies and venture capital. *Research Policy*, 35, 481–501.
- Zhang, J. (2009). The performance of university spin-offs: an exploratory analysis using venture capital data. *The Journal of Technology Transfer*, 34, 255–285.

Anejo I - Recomendaciones de política pública

A raíz de los hallazgos de la investigación realizada, se proponen recomendaciones en la política pública y las políticas universitarias sobre propiedad intelectual y transferencia de conocimiento en las siguientes áreas:

- 1) Sistema articulado en torno al investigador (modelo de propiedad del inventor)
- 2) Sistema de apoyo al innovador y descentralización de los procesos de innovación
- 3) Inventario de información y estructura de comunicación
- 4) Colaboración con empresas
- 5) Desarrollo curricular
- 6) Mentorías
- 7) Fondos de capital de riesgo
- 8) Eficacia en la aplicación del marco legal
- 9) Tratamiento contributivo equitativo
- 10) Papel de la universidad en el desarrollo económico

Después de especificar las recomendaciones en cada área, al final del anejo se identifica a qué nivel entendemos que aplica cada recomendación (universidades, agencias de gobierno y otras entidades dedicadas a la promoción de las innovaciones o las iniciativas empresariales, Consejo de Educación de Puerto Rico, Departamento de Hacienda o Legislatura).

1) Sistema articulado en torno al investigador (modelo de propiedad del inventor)

Se recomienda que la propiedad intelectual de los resultados de las investigaciones sea cedida por las universidades a sus inventores, de forma sistemática (modelo de propiedad del inventor). Esta recomendación está sostenida por las conclusiones de otros estudios recientes (véase sección 2.3) y por los resultados del estudio de campo realizado. El objetivo de esta recomendación, tal y como se planteó en las conclusiones, sería bajar la toma de decisiones a nivel del innovador académico y reducir las instancias por las que debe atravesar una innovación para comercializarse, provocando así que las posibles aplicaciones comerciales de las innovaciones se exploren y manejen con la suficiente agilidad. Se podrían utilizar mecanismos como el Plan de Práctica Intramural para hacer más viable el desarrollo de iniciativas empresariales por parte de los académicos.

Entendemos que de seguirse esta recomendación se lograría: (a) incentivar a innovadores en las universidades (tanto profesores e investigadores como estudiantes); (b) retener investigadores de vanguardia; (c) acercar a las empresas a los proyectos de los

investigadores (reduce la carga de la negociación y las dificultades de comprensión mutua con la administración universitaria); (d) consolidar vínculos entre investigadores universitarios y empresas, que podrían derivar en acuerdos formales de universidad y empresa. En definitiva, aumentar las actividades de innovación en las universidades de Puerto Rico e incrementar la transferencia de conocimiento al menor plazo y costo posible para la universidad.

Se podría objetar que este modelo implicaría que los investigadores se enfoquen en el desarrollo de iniciativas empresariales para generar ingresos extraordinarios. A este respecto, los resultados de nuestra investigación son bastante contundentes: la búsqueda de ingresos personales no es la principal motivación de los investigadores. De hecho, si los investigadores estuviesen interesados en generar ingresos adicionales, sería mucho más seguro para ellos hacerlo a través de otros mecanismos, como la consultoría⁵⁹.

La aplicación de esta recomendación no implicaría ningún costo para las universidades; en todo caso, supone una pérdida de potenciales ingresos, pero como quedó evidenciado en el capítulo 4, esos ingresos hasta ahora han sido inexistentes o mínimos. Además, que la innovación sea propiedad del investigador no significa que éste no vaya a requerir del apoyo de la universidad, al contrario, la evidencia de experiencias en otros países y la de iniciativas empresariales desarrolladas por académicos en Puerto Rico sugiere que la infraestructura de apoyo es básica en este proceso. La universidad puede establecer un *Memorandum of Understanding* (MOU) con el innovador académico en el que acuerden compartir potenciales ganancias o incluso pago por servicios. En cualquier caso el compromiso del investigador con su proyecto de investigación provocará que una parte de las ganancias se reinviertan en el proyecto. En resumen, si este modelo incrementa el número de innovaciones y el vínculo con empresas, el efecto neto debería ser que la universidad y sus proyectos reciban más ingresos.

Esta recomendación la pueden aplicar las universidades a título individual, pero sugerimos que sea promovida por el Consejo de Educación de Puerto Rico como política pública.

2) Sistema de apoyo al innovador y descentralización de los procesos de innovación.

Tanto si se acepta nuestra primera recomendación⁶⁰ como si se mantiene el sistema actual, es urgente rediseñar y fortalecer el sistema de apoyo al innovador académico y el sistema de incentivos en la Universidad de Puerto Rico (UPR) y en varias universidades privadas. De nuevo, recomendamos que la toma de decisiones se pueda dar a niveles que

⁵⁹ Bains (2005) analiza este tema entre investigadores del Reino Unido y concluye que la consultoría es la mejor opción para generar ingresos adicionales para todo tipo de académicos, y que de hecho la participación en empresas *start-ups* con inversión de riesgo es la peor de todas las opciones para un investigador promedio.

⁶⁰ Como planteamos en el capítulo de conclusiones, el hecho de que sea el investigador el propietario de los derechos no reduce su necesidad de servicios de apoyo por parte de la universidad, aunque sí le da más libertad para acudir a otras entidades que le puedan dar apoyo si la oficina encargada de las funciones de transferencia de tecnología en su universidad no es eficiente.

garanticen la agilidad y efectividad de las mismas; por ese motivo, recomendamos que se desarrollen a nivel de cada recinto (no a nivel de administración central) la gestión de la propiedad intelectual y el apoyo a la comercialización de las innovaciones.

Se podría articular un sistema eficiente que diferencie entre los procesos de investigación, de innovación y de comercialización, y apoyar en cada uno de ellos de acuerdo a su lógica de funcionamiento. El sistema de incentivos debe reconocer también la importancia que para la universidad y para la trayectoria profesional de un científico tiene cada uno de estos tres procesos. De hecho, recomendamos que el sistema de incentivos reconozca como mérito y recompense a los innovadores por someter *invention disclosures* y obtener patentes, pero también contratos con empresas, y sobre todo por crear *spin-offs* y llevarlas a un nivel comercial.

El sistema de apoyo debería incluir un abanico de servicios legales, científicos y empresariales, como evaluación de viabilidad técnica y comercial, solicitud de patentes, conceptualización de producto, contactos con empresas (identificación de potenciales clientes y/o socios dentro y fuera de Puerto Rico), mercadeo, representación comercial, competencias empresariales, espacio de incubadoras, acceso a fuentes de fondos gubernamentales, contacto con capitalistas de riesgo, financiación de proyectos (siguiendo el modelo de SBIR), apoyo para la asistencia de innovadores a ferias internacionales de intermediación tecnológica (*technology brokerage*), servicios posteriores a la concesión de licencias, recursos humanos, servicios administrativos, cursos, foros, etc.

Este sistema de apoyo requiere de recursos suficientes de especialidades distintas (legales, de las diversas áreas científicas, empresariales y de mercadeo); en ese sentido, es una inversión que implica un costo, por lo que lo más viable sería desarrollar una estructura formal de colaboraciones entre entidades⁶¹, así como una práctica de recurrir a la contratación por servicios profesionales de especialistas según lo requiera el caso.

Si el investigador es propietario de los derechos, deberá llegar a acuerdos (como la cesión de un porcentaje de las potenciales ganancias) o pagar por una parte de estos servicios, pero el abanico de recursos se abre.

3) Inventario de información y estructura de comunicación

Se recomienda desarrollar y mantener un inventario a través de un portal de internet con información amplia sobre los proyectos e intereses de los investigadores académicos (profesores y estudiantes graduados), las patentes generadas y otras innovaciones no patentadas, así como sobre las áreas de I+D en las empresas y filiales de empresas con sede en Puerto Rico, otras áreas de interés y oportunidades de internado⁶².

⁶¹ Por ejemplo, con el Fideicomiso, con SBTDC o con Grupo Guayacán. Se podría plantear también la colaboración de diferentes universidades entre sí para ofrecer estos servicios.

⁶² Un buen ejemplo del inventario que se podría crear es iBridgeNetwork, desarrollado por Kauffman Foundation: <http://www.ibridgenetwork.com/>

Este inventario se complementaría con información detallada del sistema de innovación en Puerto Rico. Se recomienda que el inventario incluya la información estadística más amplia posible sobre la creación de innovaciones, patentes, concesión de licencias, acuerdos de colaboración con empresas y otras métricas dirigidas a valorar formas diversas de transferencia de tecnología, así como información estructurada de los servicios de apoyo a académicos innovadores y sus iniciativas empresariales, tanto en universidades como en agencias de gobierno y entidades sin fines de lucro, y también de potenciales fuentes de fondos e inversores.

Este inventario se podría crear por iniciativa del Consejo de Educación de Puerto Rico, del Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación, de la propia UPR o de otras entidades. Para que el inventario pueda contener información válida y fiable, se recomienda al Consejo de Educación de Puerto Rico solicitar de forma periódica a las universidades que invierten cantidades significativas en I+D los datos de *invention disclosures* sometidos por los investigadores, solicitudes de patentes presentadas por la universidad o sus investigadores, solicitudes de patentes aprobadas de forma preliminar, patentes concedidas, licencias concedidas a empresas, acuerdos de colaboración firmados con empresas, solicitudes de fondos SBIR o STTR, y propuestas de fondos SBIR o STTR aprobadas, desglosado por Recinto. Una vez recibida y procesada esta información, se recomienda al CEPR que la ponga a disposición del público.

Además del inventario, se recomienda desarrollar una estructura de comunicación que identifique potenciales colaboradores, los ponga en contacto y facilite una comunicación eficiente. Esta fue una recomendación que salió con mucha frecuencia en las entrevistas, tanto a investigadores y directores de centros de investigación como de empresarios.

La estructura de información podría facilitar también la colaboración entre investigadores de una misma área o de áreas complementarias y de diferentes universidades, así como la formación de equipos interdisciplinarios y de redes de colaboradores.

De igual forma, se recomienda la organización de forma periódica de ferias de innovación, en foros en los que se pueda garantizar la presencia de empresarios y/o inversores. Por ejemplo, se pueden llevar las ferias de innovación a diversos encuentros anuales de empresarios. Se recomienda también coordinar la participación de innovadores académicos en ferias de innovación y intermediación tecnológica (*technology brokerage*) fuera de Puerto Rico.

4) Colaboración con empresas

Se recomienda a las universidades desarrollar estrategias para promover la colaboración con empresas, y adoptar un enfoque que valore las diversas formas de vinculación que pueden darse.

La bibliografía revisada y las experiencias registradas en nuestro trabajo de campo muestra como la vinculación con empresas es un activo para los investigadores, sus proyectos de investigación, sus departamentos o centros de investigación y sus universidades. También encontramos como unas formas de colaboración informales o de

consultoría pueden conducir a otras más formales (concesión de patentes), y viceversa; es un proceso dinámico e interactivo, que debe valorarse y promoverse como tal. Entre las empresas potenciales colaboradoras son importantes tanto las empresas locales como las multinacionales con sede en Puerto Rico, y también las *start-ups* de Estados Unidos y otros países que están especializadas en las áreas del innovador.

A través del trabajo de campo se identificaron académicos con innovaciones con potencial aplicación comercial que no tienen interés en desarrollar ellos mismos una iniciativa empresarial. Se recomienda identificar estos académicos y sus innovaciones, y establecer mecanismos para (a) identificar empresas que puedan interesarse en el desarrollo comercial de estas innovaciones y/o (b) promover que estudiantes (de la Facultad de Administración de Empresas o de otras) desarrollen propuestas de negocio y de mercadeo para explotar comercialmente esas innovaciones, ya sea como parte de sus cursos, ya sea desde una mirada más amplia (por ejemplo, una competencia a nivel de recinto).

De igual forma, se recomienda identificar académicos con interés en desarrollar comercialmente sus innovaciones en colaboración con uno o varios socios del sector privado, y proveerles apoyo en la identificación de potenciales socios, la comunicación y la formación como equipo de trabajo (siguiendo el modelo del programa i-Corps de NSF).

En este contexto, parece importante un programa de seguimiento y contacto con egresados de programas graduados que van a trabajar a empresas (dentro y fuera de Puerto Rico). Se sugiere la organización de encuentros periódicos con sus facultades y otros estudiantes de programas graduados, en los que hagan presentaciones sobre su experiencia laboral y se dé la oportunidad de confraternizar con investigadores académicos y de explorar posibles vínculos entre la universidad y sus empresas.

En el lado de las empresas locales, estas colaboraciones deben verse como un mecanismo para incrementar su capacidad de absorción y fortalecer su potencial innovador.

Se recomienda, en definitiva, adoptar como prioridad una estrategia de desarrollar colaboraciones amplias, diversas y de largo plazo con empresas, que no se limiten a la concesión de licencias de patentes o al adiestramiento de empleados. Las colaboraciones de mayor interés serían las que conducen a la formación de centros de investigación conjuntos (universidad-empresa), la creación o fortalecimiento de *spin-offs* académicas y los proyectos de investigación conjuntos, ya que son las que de manera más intensa involucran la transferencia de conocimiento, tanto explícito como tácito⁶³. También sería importante que como parte de las colaboraciones se amplíen las experiencias de internado para estudiantes que ya se ofrecen en la mayoría de los recintos o de cursos tipo *capstone* donde se trabajen proyectos de mutuo interés con la industria.

⁶³ Debe considerarse también la importancia creciente de las redes de innovación horizontales, y en especial de los usuarios como innovadores (Von Hippel, 2002). En algunas disciplinas se podrían establecer mecanismos de colaboración de la academia con redes de usuarios de vanguardia, por ejemplo en áreas de ingeniería o de desarrollo de software, para orientar las actividades de innovación. Debe tomarse en cuenta que este tipo de vínculos favorecerían más los acuerdos y mecanismos de comercialización que no implican transferencia de propiedad intelectual, tal y como sugieren Abreu y Grinevich (2013).

El portafolio de patentes y de *invention disclosures* de una universidad puede verse, en este contexto, como un mecanismo para atraer empresas al desarrollo de colaboraciones. De hecho, según la experiencia de otras universidades, los inventos resultantes de estas colaboraciones, si alguno, también podrían generar patentes, que serían mucho más comercializables. Desde nuestro punto de vista, el foco no debe ser lograr patentes para la universidad, sino lograr desarrollo económico para el país y lograr integrar la actividad de investigación académica en la economía del conocimiento en Puerto Rico.

5) Desarrollo curricular

Nos alineamos con un planteamiento de Clarysse et al (2011): es una ironía que las universidades se hayan enfocado tanto en crear y fortalecer sus oficinas de transferencia de tecnología, y sólo realicen esfuerzos mínimos para reclutar académicos con visiones empresariales, o que la formación en creación y administración de empresas no esté integrada en los estudios doctorales, cuando la capacidad empresarial de los académicos es precisamente un factor vital en el desarrollo de iniciativas empresariales.

Se recomienda a las universidades ampliar la oferta de cursos sobre administración de empresas, innovación, conceptualización de producto y mercadeo, comercialización y gestión de la propiedad intelectual para estudiantes de disciplinas de ciencias e ingenierías. Se recomienda también fortalecer la formación continua de investigadores académicos en estos mismos temas. Se sugiere estudiar la viabilidad de desarrollar secuencias curriculares o certificados en desarrollo empresarial dentro de los programas graduados de ciencias y de ingeniería, así como una secuencia curricular o certificado en innovación y comercialización en ciencia y tecnología, dentro de los programas graduados de administración de empresas. Ya existen experiencias y resultados alentadores que pueden servir de referente a seguir en esta área.

Se recomienda a la UPR incorporar en sus estrategias de reclutamiento la valoración de la experiencia en iniciativas empresariales de los candidatos como un activo. Es una perspectiva que ya incorporan varias universidades privadas. En principio, parece más fácil que una persona con estudios graduados y experiencia empresarial se adapte a las condiciones requeridas para la investigación académica que a la inversa, que un investigador académico desarrolle iniciativas empresariales. La bibliografía revisada indica que hay una tendencia a que quien ha desarrollado una iniciativa empresarial, exitosa o no, vuelva a hacerlo, y por otro lado serían una referencia para colegas sin experiencia empresarial pero con interés en comercializar sus innovaciones, así como un puente para establecer colaboraciones con otras empresas. Se recomienda también incorporar ese tipo de iniciativas y experiencias en las evaluaciones docentes (para permanencia o ascenso), e incluso en las evaluaciones de cursos específicos para los estudiantes.

Finalmente, se recomienda fortalecer programas de investigación que propongan la consecución de innovaciones concretas y medibles (a corto o medio plazo), así como programas de investigación que se basen en la colaboración entre investigadores de diferentes universidades y/o en disciplinas complementarias.

6) Mentorías

La relevancia de los mentores en fomentar la comercialización de innovaciones académicas se ha destacado a lo largo del informe, tanto en la revisión de otros estudios como en los hallazgos del trabajo de campo.

Se recomienda, a nivel de las universidades y del Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico, establecer un programa de becas a postdoctorados⁶⁴:

- (a) Para que se incorporen en proyectos de profesores investigadores en universidades de Puerto Rico dirigidos a crear innovaciones con potencial comercial, a corto o medio plazo.
- (b) Para que se incorporen en proyectos de investigadores académicos con *spin-offs*, dentro o fuera de Puerto Rico.

En ambos casos la beca debe permitir la generación de ingresos complementarios para el investigador, de manera que pueda participar plenamente en el desarrollo de iniciativas empresariales y así adquirir la experiencia que se busca.

Se recomienda también fortalecer los programas de internados y priorizar el desarrollo de internados de estudiantes de ciencias, ingeniería y administración de empresas en empresas que realizan actividades de I+D, dentro y fuera de Puerto Rico, de ser posible de pequeño tamaño (*start-ups*). De igual manera, se sugiere estudiar la viabilidad de un programa de internados de verano para profesores de esas mismas disciplinas, también en *start-ups* y en áreas de I+D, dentro y fuera de Puerto Rico. Se sugiere también desarrollar programas de empresarios residentes que se integren por periodos breves de tiempo a la vida académica de una Facultad, para beneficio de los estudiantes y de los investigadores académicos.

7) Fondos de inversión de riesgo

Se recomienda la creación de un fondo de inversión de riesgo en la UPR y en el Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación, que apoye el desarrollo de prototipos a partir de innovaciones académicas ya creadas. Para que actúe realmente como un fondo de inversión, y no como un donativo o *grant*, el fondo debería ser selectivo a la hora de identificar y apoyar los proyectos. Se sugiere que la evaluación de los proyectos a apoyar se haga por parte de un comité de expertos ajenos a la entidad. De esta forma, el apoyo que recibiría el proyecto puede ser importante en términos financieros, pero sobre todo debería ser importante como mecanismo de señal para inversores privados; es decir, la selección de un proyecto podría representar la llegada de fondos adicionales de *venture capital* por inversores privados.

⁶⁴ El programa podría extenderse a estudiantes de maestría o doctorado para que trabajen en proyectos de recintos o universidades sin estudios graduados.

Debe mencionarse que en las entrevistas obtuvimos información de proyectos que se han planteado tanto en la UPR como en el Fideicomiso en esta línea.

Esta recomendación debe interpretarse como un complemento a los programas de donativos (*grants*), que siguen siendo imprescindibles tanto para proyectos que todavía no han alcanzado el nivel de desarrollo necesario para aspirar a atraer inversores, como para entidades y colaboraciones enfocadas en consolidar el sistema de apoyo.

8) Eficacia en la aplicación del marco legal

Se recomienda al Consejo de Educación de Puerto Rico y a la UPR que soliciten que se clarifique por escrito cómo la Ley de Ética Gubernamental aprobada en 2012 aplica a los empleados de la UPR que deseen crear una *spin-off* o vincularse con empresas para comercializar sus propias innovaciones, y de ser necesario, que soliciten una enmienda a la Ley, similar a la que se introdujo en el 2011 sobre la anterior Ley de Ética.

Se recomienda a las agencias concernientes (principalmente PRIDCO, Fideicomiso y Departamento de Hacienda) evalúen a la mayor brevedad posible modificar los reglamentos de las leyes 73 y 101, ambas de 2008, para que sus beneficios puedan ser extensivos a colaboraciones entre las universidades y las empresas. En el caso de la ley 73 sería importante que tuviera mecanismos ágiles para que tanto *spin-offs* como empresas *start-ups* puedan acogerse a los créditos contributivos. Por su parte, la ley 101 podría ampliar las fuentes de fondos que cualifican, de manera que incluyan los ingresos de un investigador académico derivados de proyectos de colaboración formal en investigación con empresas, así como los ingresos que se deriven de su participación en una *spin-off* (incluyendo fondos SBIR y STTR, pero no limitados a eso), por un periodo de tiempo.

Se recomienda a las universidades que tienen políticas de propiedad intelectual aprobadas que las ejecuten de acuerdo a lo que establecen, o que las modifiquen si sus prácticas institucionales son distintas, y que acorten al máximo los periodos de evaluación de los *invention disclosures* y de solicitud de patentes.

Se recomienda al Consejo de Educación de Puerto Rico que solicite de forma periódica a las universidades documentos que describan sus políticas de propiedad intelectual y los protocolos aprobados, y que las ponga a la disposición del público en un portal de internet.

9) Tratamiento contributivo equitativo

Se recomienda al Departamento de Hacienda y al Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación que soliciten al Gobierno de Estados Unidos la inclusión de Puerto Rico en los tratados internacionales para evitar la doble tributación de los ingresos derivados de regalías por concesión de licencia de patentes. Hasta que eso suceda, se recomienda al Departamento de Hacienda eximir del pago de ese impuesto a las empresas perjudicadas (no es una ventaja contributiva, sino una medida de equidad en la tributación).

De igual manera, se sugiere estudiar mecanismos para hacer viable la explotación comercial de propiedad intelectual por empresas de Puerto Rico en Estados Unidos, que actualmente está dificultado por su tratamiento como empresas foráneas dentro del sistema tributario de Estados Unidos y representa un fuerte incentivo para el traslado de la empresa a algún estado de Estados Unidos. El procedimiento más lógico sería solicitar al *Internal Revenue Service* (IRS) que a las empresas que realicen actividades de I+D en Puerto Rico se provea el mismo tratamiento contributivo que a las empresas de Estados Unidos. También se podría eximir de impuestos locales sobre los dividendos obtenidos en las empresas que tengan un ingreso significativo por concesión de licencias de propiedad intelectual desarrollada a través de actividades locales en I+D.

De manera adicional, se recomienda estudiar como aplican los cambios recientemente aprobados sobre el Impuesto a la Venta y Uso (IVU) sobre los proyectos de investigación de universidades privadas, especialmente cuando estos son sufragados por fondos federales. La interpretación recogida en este estudio es que estos proyectos tendrían que pagar IVU y esto sitúa en condiciones de desigualdad a los investigadores de universidades privadas respecto a los de la UPR y otras universidades fuera de Puerto Rico.

Por último, se recomienda a PRIDCO y al Departamento de Hacienda utilizar incentivos fiscales adicionales para promover la creación de *spin-offs* creadas a partir de innovaciones académicas. Dado el reducido número de *spin-offs* académicas, la medida no supondría un costo significativo para el Gobierno de Puerto Rico, pero podría despertar el interés de promover aplicaciones comerciales de patentes e innovaciones no patentadas.

10) Papel de la universidad en el desarrollo económico

Se recomienda a las universidades, y en especial a la UPR, dar prioridad al desarrollo económico y empresarial de Puerto Rico por encima de la búsqueda de generación de ingresos a través de la concesión de licencias sobre patentes. En el contexto de la crisis estructural de la economía de Puerto Rico, parece urgente conceptualizar las investigaciones académicas y la potencial comercialización de sus hallazgos e innovaciones como un mecanismo para desarrollar colaboraciones con empresas y promover el desarrollo socioeconómico local.

Desde esta perspectiva, las Vicepresidencias y Vicerrectorías de Investigación y los Decanatos de Investigación podrían enfocarse en integrar la actividad de investigación académica en los subsectores empresariales intensivos en el uso de conocimiento en Puerto Rico, hacerla trascendente en términos de la economía local, y por derivación, a nivel internacional. Este enfoque implicaría también que las universidades asuman mayor responsabilidad en generar empleos de calidad cónsonos con la preparación de los egresados de sus programas académicos.

Se sugiere a las universidades, a las agencias de gobierno y al propio Consejo de Educación de Puerto Rico incentivar el desarrollo de investigaciones académicas pertinentes para las necesidades del país (*demand oriented*).

Tabla AI-1: Correspondencia de cada recomendación de política pública con entidades relacionadas

	Universi- dades	Agencias y entidades de apoyo	CEPR	Dept. Hacienda	Otras agencias y Legisla- tura
1) Sistema articulado en torno al investigador (modelo de propiedad del inventor)					
2) Sistema de apoyo al innovador y descentralización de los procesos de innovación					
3) Inventario de información y estructura de comunicación					
4) Colaboración con empresas					
5) Desarrollo curricular					
6) Mentorías					
7) Fondos de capital de riesgo					
8) Eficacia en la aplicación del marco legal					
9) Tratamiento contributivo equitativo					
10) Papel de la universidad en el desarrollo económico					

Anejo II - ¿Qué quieren las empresas de las universidades?

Los investigadores entrevistados se mostraron abiertos a la posibilidad de desarrollar colaboraciones con empresas, tanto de manera puntual como en proyectos de investigación más amplios. Pero de forma paralela a ese interés, los investigadores reconocen tener un desconocimiento de cómo acercarse de manera efectiva a los empresarios que podrían estar interesados en sus trabajos de investigación, y sostienen que aunque las empresas se han aproximado en ocasiones a su universidad o recinto, e incluso a ellos mismos, la comunicación no ha sido fructífera. Por otro lado, lo normal es que los investigadores se muestren suspicaces en relación a los acercamientos de las empresas por conocer su trabajo. Además, hay un extendido escepticismo en la comunidad académica (tanto entre los investigadores, decanos y directores de centros de investigación como entre los estudiantes entrevistados) sobre las actividades de I+D que realizan las empresas en Puerto Rico.

A continuación resumimos algunas experiencias y recomendaciones de los propios investigadores, directores de centros de investigación o decanos de investigación entrevistados que han desarrollado colaboraciones con empresas:

- Haga un estudio del sector, identifique empresas con intereses compartidos con su programa o proyecto de investigación.
- Identifique las metas de las empresas con las que te interesa colaborar, escuche sus intereses y después elabore sugerencias sobre los productos o procesos.
- Fundamente su relación con la empresa sobre el respeto mutuo, establezca una relación de aliados.
- Exponga su trabajo en conferencias académicas y profesionales fuera de Puerto Rico en las que participen empresas, pero no desvele todos los detalles de sus hallazgos o innovaciones.
- Desarrolle aplicaciones novedosas de los productos o servicios que ya provee la empresa.
- Ofrezca servicios e investigación pertinentes para la industria. Adopte un enfoque de resolución de problemas, investigue por demanda, organice seminarios para profesionales.
- Sea flexible en cuanto al modelo de colaboración. Se pueden establecer colaboraciones interesantes que no impliquen el desembolso de dinero por parte de la empresa.

Pero ¿qué quieren las empresas? En el trabajo de campo consultamos la perspectiva sobre sus colaboraciones o el potencial de colaboraciones de 15 empresas y 4 inversores, que complementamos con una revisión de otros estudios sobre el tema. De los hallazgos obtenidos, debemos iniciar destacando que para beneficiarse de las investigaciones

académicas las empresas no necesitan establecer colaboraciones con las universidades, y mucho menos colaboraciones formales. Los estudios empíricos realizados a nivel internacional muestran que los principales mecanismos que utilizan las empresas para conocer y aprender de los hallazgos de proyectos de investigación académicos son las publicaciones, las conferencias y encuentros públicos, la contratación de egresados de programas graduados o de personal cualificado, y los contactos informales con investigadores (Muscio y Geuna, 2008; Nilsson et al, 2010). Las empresas no sólo están interesadas en los hallazgos de las investigaciones, sino también en los instrumentos y técnicas desarrollados por equipos académicos.

Según Bishop et al (2011) y Geiger (2012) cuando desarrollan colaboraciones con las universidades las empresas buscan:

- Investigación básica, si supone **investigación exploratoria** que puede estar directamente vinculada con tecnologías que desean desarrollar en el futuro o que puede tener impacto potencial sobre el desarrollo de nuevos procesos y productos. Por este motivo también se identifica un interés especial por parte de las corporaciones en establecer colaboraciones intensivas con los investigadores académicos más a la vanguardia en sus áreas de especialidad.
- **Fuentes de información para nuevos proyectos** en áreas de conocimiento nuevas o con las que la empresa no está todavía familiarizada. En este caso, las corporaciones se benefician si establecen una red extensa de pequeñas colaboraciones con investigadores académicos. Estas colaboraciones llegan a un perfil más amplio de universidades que las anteriores, pero tienen menos alcance.
- **Asistencia en la solución de problemas** a través de investigaciones por contrato. Pueden ser con un centro de investigación, aunque normalmente se concentran en una relación directa entre la empresa y un investigador o un equipo de investigación.
- **Prestación de servicios**, como el acceso a instrumentos y equipo de vanguardia que puede proveer un centro de caracterización de materiales, así como el desarrollo de ensayos clínicos.
- **Reclutamiento de estudiantes graduados.**
- **Centro de formación** de los empleados, que con frecuencia es más costoso desarrollar a nivel corporativo.

Según los resultados de nuestro trabajo de campo, las tres últimas serían las que más énfasis han recibido hasta ahora en Puerto Rico, aunque también han habido ejemplos de asistencia en la solución de problemas. Pero son las dos primeras, el interés por la investigación exploratoria y como fuentes de información de áreas de conocimiento, las que pueden derivar en relaciones más productivas y de largo plazo.

En el análisis desglosado por sectores, Bishop et al (2011) encuentran que el papel de la universidad colaborando en la comprensión de la ciencia tiene relevancia con más frecuencia en industrias de sectores de transportación, químicos y electrónicos, mientras que la asistencia en la solución de problemas es especialmente importante para los

sectores de utilidades y construcción. Como fuente de información para nuevos proyectos las universidades son relevantes para la mayoría de las empresas de maquinaria o metales, de transportación y del sector químico. En cuanto a sus funciones de formación, los sectores de servicios de investigación y desarrollo y de transportación valoran con mucha frecuencia el reclutamiento de postgraduados, mientras la formación de los empleados de la empresa es muy destacada por los sectores de la electrónica.

Un resultado interesante de la investigación de Bishop et al (2011) es que para obtener ayuda en la comprensión de conocimiento o como fuente de información de nuevas ideas no se requiere una vinculación con las universidades que estén a la vanguardia del conocimiento. Las empresas interesadas en esta función están colaboran muchas veces con departamentos que no están especialmente bien posicionados. La vinculación con departamentos más reconocidos sí parece importante para colaboraciones vinculadas a la generación de patentes o a la formación de personal de la empresa.

En general, ni las empresas consultadas en nuestro trabajo de campo ni los estudios empíricos consultados muestran interés por las patentes universitarias (véase la revisión que hacen D'Este y Perkmann (2011) al respecto)⁶⁵. Muchos entrevistados consideraban que el portafolio de patentes de la UPR tiene escaso valor comercial, que las pretensiones de ingresos por concesión de licencias por parte de la administración universitaria no son realistas⁶⁶ y que el proceso burocrático que implica adquirir cualquier patente lo hace inviable; la bibliografía revisada, por su parte, enfatiza que para las empresas la adquisición de una tecnología a la universidad sería sólo el primer paso de un proceso que toma tiempo y dinero. Schacht (2003) estima que el costo de investigación representa apenas el 25% de los costos relacionados con poner un producto en el mercado, en promedio. Además, la utilización de las innovaciones patentadas en el proceso productivo depende de la capacidad de absorción de la empresa. En un contexto de empresas con baja capacidad de absorción, el mercado de patentes será muy pequeño.

La adquisición de patentes puede buscar motivos distintos a su explotación comercial. Blind et al. (2006) identifican que en muchas ocasiones las empresas alemanas están interesadas en las patentes no tanto por la adquisición de conocimiento que representan, sino como un activo que les permite estar en mejor posición a la hora de negociar con otras empresas, inversores, suplidores o entidades financieras. Es decir, son activos que aumentan el valor de la empresa y la fortalecen. En las entrevistas a empresarios de Puerto Rico detectamos un enfoque similar. Kenney y Patton (2011) añaden a estos

⁶⁵ En la encuesta de Bishop et al (2011), sólo el 20% de las empresas identifican beneficios moderados, importantes o muy importantes en la colaboración con las universidades en la generación de patentes (los sectores de transportación, maquinaria y químicos son los que más valoran la generación de patentes en la universidad).

⁶⁶ Es común la interpretación entre los empresarios e inversores entrevistados de que las OTT carecen de las destrezas necesarias en mercadeo y en áreas técnicas y de negociación. Esta inexperiencia del personal de las OTTs y su falta de conocimiento del mundo de los negocios, así como su tendencia a sobrevalorar el potencial comercial de una patente, según los gerentes de corporaciones, ha sido destacada también en estudios fuera de Puerto Rico (véase Link et al, 2006).

motivos otros que también pueden truncar la trayectoria del desarrollo comercial de una patente, como los cambios en las estrategias empresariales y los objetivos de su equipo de I+D, o la falta de motivación.

En el caso de las *spin-offs*, la mirada a las patentes como activo financiero o los cambios de estrategia son mucho menos frecuentes; más bien al contrario, su futuro empresarial depende de que se logre una aplicación comercial exitosa de la patente. Colombo et al (2010) encuentran en su investigación una relación clara entre la calidad de la investigación realizada en las universidades y el crecimiento de las *spin-offs*, que atribuyen a que estas empresas cuentan con la capacidad de absorción y el capital social necesarios para beneficiarse del conocimiento creado. Gracias a ese capital social, las *spin-offs* tienen también la ventaja de encontrar menos dificultades de reclutar el personal técnico cualificado que necesitan. Por otra parte, encuentran una relación inversa con la orientación comercial de la universidad (es decir, por proteger su propiedad intelectual mediante patentes) ya que esta orientación “*puede reducir el conocimiento disponible para absorción para las empresas más capacitadas para explotarlo*” (pg. 135). Otro resultado de su investigación es que comparado con las empresas de nuevas tecnologías del entorno, la probabilidad de que las *spin-offs* inviertan en I+D es mayor. La inversión constante y persistente en I+D es la que permite aumentar la capacidad de absorción de la empresa, y por este mismo motivo es la colaboración continua con una universidad lo que más beneficia a una empresa.

Para la prestación de servicios, en especial los relacionados con solución de problemas, la cercanía geográfica de la universidad a la empresa es importante (Bishop et al, 2011). Perkmann y Walsh (2007) también sugieren que más que como fuente de innovaciones concretas, las empresas valoran una relación con las universidades durante todo el ciclo productivo, porque lo que esperan obtener de las colaboraciones sobre todo es capacitación y aprendizaje.

Amenazas y oportunidades para la colaboración universidad-empresa

Según las fuentes de información consultadas, en Estados Unidos la colaboración entre las universidades y los laboratorios de I+D corporativos se han reducido desde el año 2000. Para Geiger (2012) este alejamiento se puede atribuir a varias causas:

- Las **reticencias** de la industria a que la universidad quede como dueña de la propiedad intelectual generada a partir de investigaciones financiadas con fondos corporativos.
- La **globalización de la I+D**: la proporción de I+D que las corporaciones de Estados Unidos financian fuera de Estados Unidos era el 21% en 2010⁶⁷, frente al 19% en 2007 y al 10% en 1997. Las disposiciones del marco legal de Estados Unidos sobre la propiedad intelectual paradójicamente no juegan a favor de las universidades en

⁶⁷ 2010 Survey of Industrial Research and Development, National Science Foundation (NSF).

Estados Unidos y Puerto Rico, sino en contra, ya que las leyes y prácticas de otros países permiten a los investigadores y centros negociar con mayor facilidad.

- La **subcontratación** de actividades de I+D a pequeñas empresas (**start-ups**), muchas veces *spin-offs* de las universidades. En 2010, el 12% de la inversión corporativa en I+D fue por subcontratación de otras entidades que realizan dichas actividades, fondos por los que “compiten” universidades y empresas especializadas. Geiger (2012) hace un planteamiento que deben tomar en cuenta las universidades: *“Muchas formas de investigación universitaria auspiciada por corporaciones puede ser realizada por otras organizaciones. Para los ensayos clínicos y la caracterización de materiales, por poner dos ejemplos, las universidades pueden ofrecer algunas ventajas, pero otras entidades pueden ser más baratas, más flexibles o garantizar más la puntualidad”* (pg. 178).

Los entrevistados en nuestro trabajo de campo sugieren que fueron las experiencias negativas de la industria (en específico de la industria farmacéutica) en su adquisición de propiedad intelectual de las universidades las que han provocado este alejamiento. Se interpreta que la dificultad de transferir el conocimiento tácito ha provocado complicaciones y fracasos en la fabricación de productos adquiridos a las universidades.

Por otro lado, Klein de Haan y Goldberg (2010) plantean obstáculos derivados del comportamiento interno de las empresas: suelen ser compradores pasivos (no han desarrollado algo equivalente a las OTT en sus organizaciones, es decir, un área encargada de la exploración y adquisición de hallazgos científicos); con frecuencia sus investigadores internos padecen del “síndrome de no fue inventado aquí”; y se muestran reacias a cambiar de prioridades en el área de I+D y a asumir los riesgos que implicaría la adquisición de tecnologías disruptivas, en especial si escasea el capital de inversión.

En el caso de Puerto Rico, hay cambios estructurales en los subsectores industriales más intensivos en el uso del conocimiento como factor productivo que pueden afectar esta colaboración entre universidades y empresas. Así, en el **sector farmacéutico** se percibe que aunque hay empresas que han aumentado su inversión en I+D en Puerto Rico, en general ha disminuido la financiación para investigación en la industria, en parte por las dinámicas del sector a nivel internacional: la expiración de muchas patentes antes de 2014, el aumento de los costos de la investigación clínica y la reducción de fondos disponibles (tanto fondos para investigación básica por agencias de gobierno como inversiones de capital de riesgo en empresa de biotecnología) (PSAC, 2012). En cualquier caso, siguen siendo el sector que más inversión en I+D realiza en Puerto Rico y en Estados Unidos, y también el que en Estados Unidos contrata la mayor cantidad de I+D a otras entidades, tanto en términos absolutos (\$22 mil millones) como relativos (28% de su inversión total en I+D)⁶⁸. En el caso de Puerto Rico, la colaboración con universidades se centra en los ensayos clínicos. La cantidad de ensayos clínicos de fase 0 a fase 3 realizados anualmente⁶⁹ oscila entre 60 y 110, con variaciones significativas de un año a otro. Estas

⁶⁸ 2010 Survey of Industrial Research and Development, National Science Foundation (NSF).

⁶⁹ Estas fases son las que se consideran, por acuerdo internacional, como actividades de I+D; los ensayos clínicos de fase 4 quedan excluidos. Véase al respecto el Manual de Frascati (OCDE, 2003).

cifras representan el equivalente al 3.7% de los ensayos clínicos que se realizan en Estados Unidos (fase 0 a fase 3).

Tabla AIII-1: Ensayos clínicos realizados en Puerto Rico con fondos de la industria, fase 0 a fase 3 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fase 0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fase 1	4	4	4	7	2	3	6	6
Fase 2	19	17	18	34	32	30	38	21
Fase 3	57	43	54	67	47	55	60	45
Total, fase 0 a fase 3	74	62	76	108	81	88	104	72
Proporción sobre el total, fase 0 a 3*	76%	74%	85%	89%	83%	93%	84%	95%
Relación Puerto Rico / Estados Unidos **	3.6%	3.4%	3.5%	3.8%	3.3%	4.0%	4.5%	3.5%

* Proporción sobre el total de ensayos clínicos en Puerto Rico, fase 0 a fase 3, financiados por cualquier tipo de fuente de fondos.

** Relación de la cantidad de ensayos clínicos, fase 0 a fase 3, en Puerto Rico, con la cantidad de ensayos clínicos, fase 0 a fase 3, en Estados Unidos.

Fuente: elaboración propia a partir de la información publicada en clinicaltrials.gov, U.S. National Institutes of Health.

Debe destacarse que en Puerto Rico la proporción de ensayos financiados por la industria ha ido en aumento, en 2006 representaban el 76% y en el 2012 llegan al 95%. En las entrevistas se han restaltado las colaboraciones establecidas con la Ponce School of Medicine y con el Centro Comprehensivo de Cáncer (UPR, Recinto de Ciencias Médicas), aunque a quien las empresas ponen como modelo es a la Fundación de Investigación⁷⁰. Las empresas valoran que sus colaboradores cuenten con la infraestructura, personal y visión administrativa adecuados. En cuanto a los obstáculos, destacan las dificultades de comunicación, la inestabilidad de la UPR y el valor limitado que los ensayos clínicos tienen para los investigadores académicos. Por otra parte, varias corporaciones farmacéuticas tienen mecanismos en sus portales electrónicos para que los investigadores académicos sometan propuestas de investigación, pero según los gerentes entrevistados apenas se reciben propuestas de académicos de Puerto Rico, y por su parte investigadores entrevistados indican haber tenido malas experiencias con ese mecanismo.

Más allá de los ensayos clínicos, las actividades de I+D en la industria farmacéutica en Puerto Rico parecen centrarse en la fase final del desarrollo de productos y procedimientos y en mejoras a los mismos, siempre a una escala moderada. La empresa más centrada en actividades de I+D es **Galephar Pharmaceutical Research**, que se especializa en modificar fármacos ya desarrollados para incrementar su efectividad, fiabilidad y seguridad terapéutica (lo que en el sector se conoce como Drug Delivery

⁷⁰ Véase sección 4.1

Company (DDC)). Según nuestro análisis de la base de USPTO y la Oficina Europea de Patentes, es la empresa farmacéutica con mayor número de patentes en las que participan investigadores de Puerto Rico.

En relación a otros sectores, parece estar incrementándose la inversión en I+D en empresas de **biotecnología agrícola**, aunque la colaboración de estas empresas con las universidades es muy reducida y casi exclusivamente centrada en la contratación de egresados de programas especializados⁷¹. Esta falta de vinculación resulta paradójica, ya que precisamente los orígenes de las actividades de investigación y desarrollo en la Universidad de Puerto Rico están íntimamente ligados a la agronomía, con la creación de la Estación Experimental Insular y las investigaciones orientadas a las necesidades de las industrias agrícolas, entre las que destacan las de Carlos E. Chardón sobre el pulgón *Aphis maidis*, transmisor del mosaico de la caña de azúcar, que tuvieron importantes repercusiones sobre la productividad de la industria de la caña, dentro y fuera de Puerto Rico.

El sector de biotecnología agrícola en Puerto Rico está compuesto por nueve empresas, casi todas filiales de multinacionales de Estados Unidos, que destinan el 77% de su presupuesto operacional a actividades de I+D, particularmente a tratamiento de semillas, pruebas de campo, cultivos de nuevas variedades, pruebas de calidad, entre otras. En los últimos cinco años se han convertido en el territorio de Estados Unidos con mayor número de pruebas de producción aprobadas (Segarra, 2012)⁷².

Por su parte, los sectores de **computadoras y productos electrónicos**, de **equipos electrónicos** y de **manufactura de equipos médicos** tienen una importante presencia en la estructura industrial de Puerto Rico. Para establecer colaboraciones las universidades deben tener en cuenta que para en estos sectores es muy valioso el tiempo que se tarda en llevar un producto al mercado, por las ventajas que se obtienen de ser el primero y por la rapidez de los cambios tecnológicos. En este contexto, las patentes tienen un valor más reducido y tener que pasar por los procesos de protección de propiedad intelectual puede desalentar las colaboraciones, por lo que se sugiere explorar otro tipo de vínculos. Las estadísticas de Estados Unidos confirman que estas empresas suelen desarrollar todas las actividades de I+D a nivel interno⁷³, aunque en nuestro trabajo de campo identificamos que en sus modelos de negocio juega un papel fundamental la asociación con otras

⁷¹ Cabe mencionar que la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico ha creado el Centro de Enseñanza e Investigación en Biotecnología y Agrobiotecnología (CEIBA), en Ponce.

⁷² La Ley 202 de 2009, Ley de Promoción y Desarrollo de Empresas de Biotecnología Agrícola en Puerto Rico, viene a reconocer y respaldar las actividades de innovación de estas corporaciones e impulsa sus inversiones en Puerto Rico.

⁷³ En Estados Unidos en 2010 sólo el 4.6% de las inversiones en I+D en sectores de computadoras y productos electrónicos, así como en equipos electrónicos, y el 8.6% de las de manufactura de equipos médicos, son inversiones en I+D que se realizan fuera de la empresa. Dentro de los equipos electrónicos destacan en todo caso las colaboraciones en el subsector de productos aeroespaciales: \$1,380 millones en I+D desarrollada por terceros, un 11% del total de gastos corporativos en I+D del sector. Fuente: 2010 Survey of Industrial Research and Development, National Science Foundation (NSF).

empresas o inventores fuera de Puerto Rico, de manera puntual o como socios comerciales permanentes.

En cuanto al marco legal para las actividades de I+D corporativas, debe destacarse la importancia que tiene la **Ley de Incentivos Económicos** para el Desarrollo de Puerto Rico, de 2008, que concede a las empresas créditos contributivos por inversión en investigación y desarrollo, pruebas clínicas, pruebas toxicológicas, infraestructura, energía renovable o propiedad intangible. Las empresas pueden reclamar un crédito por un 50% de la inversión elegible realizada. Muchos de los empresarios y personas vinculadas a política pública consultados en nuestro trabajo de campo consideran que esta ha sido la herramienta más efectiva para promover nuevas inversiones en I+D y que sitúa a Puerto Rico como una jurisdicción muy competitiva para este tipo de inversiones a nivel internacional. Sin embargo, la definición de las actividades que cualifican como I+D es muy laxa (aunque, paradójicamente, no incluye inversiones financiadas con donativos (*grants*) federales), por lo que se pueden estar incluyendo gastos no vinculados a I+D, y por otro lado, parece que son pocas las empresas pequeñas que se benefician del incentivo, por las propias disposiciones de la Ley, su interpretación y difusión, y por la práctica de solicitar el aval previo de la Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico (PRIDCO).

Debe destacarse que ni la Ley 73 ni la Ley 101 (véase sección 4.3), ambas de 2008, proveen incentivos específicos para el desarrollo de colaboraciones entre universidades y empresas y actividades de transferencia de conocimiento.

Por último, en las entrevistas salió a relucir un aspecto que puede mermar significativamente el valor de la propiedad intelectual protegida en Puerto Rico y por tanto las posibilidades de colaboración entre universidades y empresas: según varios entrevistados, Puerto Rico tiene un tratamiento fiscal desfavorable a los ingresos generados por las empresas en concepto de royalties por concesión de licencias de patentes. Según se nos informó, el Código de Rentas Internas de Puerto Rico establece un 29% de retención de los ingresos derivados de royalties por concesión de licencia de patentes. El problema es que estos ingresos ya son gravados en el país del comprador de la patente, por lo que se está incurriendo en una doble tributación. Para evitar esta situación Estados Unidos y otros países han establecido la supresión de la tributación en el país del vendedor a través de tratados internacionales, pero los tratados firmados excluyen a Puerto Rico y los territorios de Estados Unidos, a veces de forma explícita y en otras ocasiones por referencia a las leyes sobre impuestos y al Código de Rentas Internas del IRS⁷⁴.

Más allá de lograr la equidad fiscal con otros países y jurisdicciones de Estados Unidos, para varios de los entrevistados la política pública debería conceder a las *spin-offs* y *start-ups* locales en sectores de alta tecnología un esquema de incentivos lo más atractivo

⁷⁴ La desigualdad en la carga impositiva respecto a otros competidores internacionales se agrava cuando se desea explotar en Estados Unidos la propiedad intelectual, porque entonces, además de la citada retención, le aplican a la empresa de Puerto Rico los impuestos que se establecen a nivel federal para empresas foráneas y los de repatriación de ganancias.

posible. Se percibe que durante décadas la política pública ha estado encaminada a atraer grandes corporaciones de Estados Unidos, y aunque el discurso ha cambiado hacia conceder también importancia al desarrollo local de iniciativas empresariales, la realidad es que las medidas de política económica siguen enfocadas en las grandes corporaciones foráneas.

Anexo III – Descripción del equipo de trabajo

El equipo de trabajo de este proyecto estuvo compuesto por los profesores Manuel Lobato (investigador principal) y José Vega (investigador consultor), y las asistentes de investigación Angelis Vázquez y Anais Negrón.

El investigador principal de este proyecto es el profesor **Manuel Lobato Vico**, de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. El profesor Lobato es Ph.D. en Economía Internacional y Desarrollo, y está vinculado a las facultades de Estudios Generales y de Administración de Empresas. Fue el director de la *Encuesta Piloto sobre Ciencia y Tecnología, 2009: Investigación y Desarrollo*, un trabajo pionero encomendado por el Instituto de Estadísticas en el que se estimó por primera vez la inversión de I+D en Puerto Rico. En esta línea de investigación ha realizado diversos artículos y conferencias, como la presentada al *8th Quest for Global Competitiveness Conference* (“Inversión empresarial en investigación y desarrollo (R&D): ¿Estrategia empresarial para el siglo XXI en Puerto Rico?”), que fue premiada como el mejor *paper*. Además del estudio sobre las actividades de investigación y desarrollo y las dinámicas de innovación, entre sus temas de investigación destacan las políticas públicas en torno a las pequeñas empresas (que fue el tema de su tesis doctoral), la difusión del conocimiento, el capital social y el sector financiero en Puerto Rico. El profesor Lobato publicó en 2010 el libro *Los principios económicos detrás de internet*.

El profesor **José I. Vega Torres**, Ph.D., colabora como investigador consultor. El profesor Vega es Director desde el 1986 del Centro de Negocios y Desarrollo Económico de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez y dicta cursos de mercadeo, empresarismo y comercialización a nivel subgraduado y graduado en la Facultad de Administración de Empresas de dicho recinto. Es editor y coautor del libro *Como Iniciar, Desarrollar y Administrar un Negocio Pequeño en Puerto Rico*. También Fellow del *Price-Babson Symposium for Entrepreneurship Educators* y miembro del Comité Timón de la iniciativa *Innovación Colegial*.

Las asistentes de investigación del proyecto son la Sa. **Angelis Vázquez Pérez**, estudiante de Ciencias Naturales, y la Sa. **Anais Negrón Brand**, estudiante de Administración de Empresas. Ambas participaron en el Seminario “La innovación en empresas y organizaciones”, impartido por el profesor Lobato en el Programa de Estudios de Honor, UPR, Río Piedras, durante el curso 2012/2013. Anais Negrón presentó su trabajo de este seminario en el Primer Encuentro Subgraduado de Investigación y Creación (Universidad de Puerto Rico) junto a otras compañeras, y obtuvieron el primer premio a la mesa redonda. Actualmente se encuentra realizando una tesina para el Programa de Honor sobre las empresas que han obtenido patentes en Puerto Rico. Por su parte, Angelis Vázquez está trabajando en investigaciones de biología celular molecular, y prepara una tesina para el mismo Programa sobre el rol de los receptores nicotínicos en los efectos adversos a estatinas, específicamente sobre el receptor nicotínico acetilcolina y su relación con la proteína caveolina.

Anexo IV – Listado de personas entrevistadas, en orden alfabético

Persona entrevistada	Entidad	Posición, al momento de ser entrevistada
Carlos Alvarado	Universidad Politécnica	Catedrático Asociado, Departamento de Ingeniería Mecánica
Felipe Arbeláez Casas	Merck & Co., Inc.	Director, Medical Affairs en Puerto Rico y el Caribe
Javier Baella Silva	UPR Río Piedras	Catedrático Asociado, Director del Departamento de Finanzas, Facultad de Administración de Empresas
Abel Baerga	UPR Ciencias Médicas	Catedrático Auxiliar, Departamento de Bioquímica
Madeline Barreto Cortés	Janssen Pharmaceutical Companies of Johnson&Johnson	Health Economic and Clinical Outcome Research, Scientific Affairs
Guillermo Bernal	UPR Río Piedras	Director, Instituto de Investigación Psicológica - Ipsi
David Bridges	Georgia Institute of Technology	Director of Innovation Partners, Enterprise Innovation Institute
Carlos Cabrera	UPR Administración Central	Director Interino, Edificio de Ciencias Moleculares
Elvia Camayd	UPR Mayagüez	Directora, Oficina de Propiedad Intelectual y Transferencia de Tecnología
J. Ramphis Castro	TainoApp	Presidente
Pedro Costa	Johnson&Johnson	Director, Government & Public Affairs
Luis A. Cubano	Universidad Central del Caribe	Decano Asociado de Investigación y Estudios Graduados
Arthur M. Deboeck	Galephar Pharmaceutical Research	Vicepresidente y Gerente General
Vesna Eterovic	Universidad Central del Caribe	Catedrática, Departamento de Bioquímica, Escuela de Medicina
Daneris Fernández	DGF Group	Presidenta
Idhaliz Flores	Ponce School of Medicine	Catedrática, Departamento de Microbiología
Luis F. Fonseca	UPR Río Piedras	Catedrático, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales
Luis García Feliú	SUAGM	Vicepresidente Asociado, Propiedad Intelectual y Comercialización
Manuel Gómez	UPR Administración Central	Presidente, EPSCoR State Committee, y Director Fundador del Resource Center for Science & Engineering
Angel E. González Lizardo	Universidad Politécnica	Director, Sponsored Research Office and Plasma Engineering Laboratory

Persona entrevistada	Entidad	Posición, al momento de ser entrevistada
Eliud Hernández O'Farrill	UPR Ciencias Médicas	Profesor Auxiliar, Escuela de Farmacia
Luis Iturralde Albert	Universidad del Este, SUAGM	Vicerrector Asociado de Investigación
Yong Jihn Kim	UPR Mayaguez	Catedrático, Departamento de Física
José A. Lasalde	UPR Administración Central	Presidente Interino
Mauricio Lizama	UPR Administración Central	Coordinador, Unidad de Diseño, Evaluación y Desarrollo de Asistencia Tecnológica, Programa de Asistencia Tecnológica de Puerto Rico
Roberto Lorán	Universidad del Turabo, SUAGM	Vicerrector
Eric Lozada	UPR Mayagüez	Estudiante graduado, Ciencias en Ingeniería Industrial
Aida R. Lozada Rivera	UPR Río Piedras	Coordinadora del Programa de Desarrollo Empresarial, Facultad de Administración de Empresas
Iván Lugo Montes	INDUNIV	Director Ejecutivo
Carmen Maldonado Vlaar	UPR Río Piedras	Catedrática, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales
Gilberto Márquez	Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación	Asesor
Jaime L. Matta	Ponce School of Medicine	Catedrático e Investigador Principal de U54 Cancer Partnership
Cyril L. Meduña	Advent Morro Equity Partners	Presidente
Loyda M. Meléndez	UPR Ciencias Médicas	Catedrática y Directora del RCMI Translational Proteomics Center
César A. Montilla Jr.	The Spectrum Financial Network	Presidente
Gerardo Morell	UPR Río Piedras	Catedrático, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales. Director de Puerto Rico NASA Space Grant Consortium y de Puerto Rico EPSCoR Resource Center for Science and Engineering
Edna Negrón	UPR Mayagüez	Directora, Centro de Innovación y Tecnología Agroindustrial, Colegio de Ciencias Agrícolas
Eduardo Nicolau	UPR Río Piedras	Investigador Auxiliar, Edificio de Ciencias Moleculares
Guifre Tort Ortíz	AntRocket	Fundador y presidente
Carmen Ortíz	Ponce School of Medicine	Estudiante de doctorado, Ciencias Biomédicas
Margarita Ortíz	UPR Humacao	Catedrática, Departamento de Química
Delise Oyola	UPR Ciencias Médicas	Estudiante de doctorado, Bioquímica
Belinda Pastrana	UPR Mayagüez	Catedrática, Departamento de Química
Sandra Pedraza	Universidad del Turabo, SUAGM	Directora de la Oficina de Innovación y Comercialización

Persona entrevistada	Entidad	Posición, al momento de ser entrevistada
Nelson Perea Fas	PRTEC	Director Ejecutivo
Roberto Pérez de Frías	Grupo Guayacán, Inc.	Director Ejecutivo
Fernando Pérez	UPR Mayagüez	Investigador, Centro de Innovación y Tecnología Agroindustrial, Colegio de Ciencias Agrícolas
Ignacio Pino	CDI Laboratories, Inc.	Presidente
Nicholas Pinto	UPR Humacao	Catedrático, Departamento de Física
Yuri Posada Marín	UPR Río Piedras	Catedrático Asociado, Departamento de Física, Facultad de Estudios Generales
Luis Ramírez	Avant Technologies	Presidente
Carlos Ramírez Ronda	Bristol Myers Squibb	Senior Medical Director en Puerto Rico
Raphael G. Raptis	UPR Río Piedras	Catedrático, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales
Edgar Resto Rodríguez	UPR Río Piedras	Director, Materials Characterization Center
Gerson Restrepo	Universidad del Este, SUAGM	Catedrático y Presidente del Comité del Foro de Inventores
Myrna M. Rivera	Consultiva Internacional, Inc.	Chief Executive Officer
Gerardo Rivera	Gauss Research Laboratory, Inc.	Consultor
Jorge Rivera Santos	UPR Mayagüez	Ex-Rector y Director del Instituto de Investigaciones sobre Recursos de Agua y el Ambiente
Efraín Rivera Torres	LabChemS Corp.	Presidente
Abimael D. Rodríguez	UPR Río Piedras	Catedrático, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales
Nydia Rodríguez Bonano	Universidad del Este, SUAGM	Profesora asociada, Escuela de Ciencias y Tecnología
Armando Rodríguez Durán	Universidad Interamericana	Decano de Investigación
Maribel Rodríguez Torres	Fundación de Investigación de Diego, Inc.	Presidenta
Eduardo Rosa Molinar	UPR Río Piedras	Catedrático Asociado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales
Carl Rust	Georgia Institute of Technology	Director of the Strategic Partners Office, Enterprise Innovation Institute
Jaime F. Sánchez	DuPont Pioneer	Sr. Research Manager / Site Manager
Gilberto Santana Ríos	Puerto Rico SBTDC	Director, Centro de Innovación y Tecnología
Mitk'el Santiago	Universidad Metropolitana, SUAGM	Catedrático Asociado
José L. Serrano Vélez	UPR Río Piedras	Especialista en Bioinformática

Persona entrevistada	Entidad	Posición, al momento de ser entrevistada
Amarilys Silva	Eli Lilly	Directora, Medical Affairs
Walter Silva Araya	UPR Mayaguez	Director Interino, Centro de Investigación y Desarrollo (CID)
Tomas Sulikowski	UPR y Universidad Central del Caribe	Director del Proyecto ABESI (Access to Biomedical Electronic Scientific Information), Puerto Rico Alliance for the Advancement of Biomedical Research Excellence (PR-AABRE) Program
Paul Sundaram	UPR Mayaguez	Catedrático, Departamento de Ingeniería Mecánica
Kenira Thompson	Ponce School of Medicine	Decana Interina de Investigación
Carlos Tollinche	INDUNIV	Director de Asuntos Científicos
Eugenio Torres Oyola	Ferraiouli, LLC.	Socio y Director del Departamento de Propiedad Intelectual y Tecnología. Director Ejecutivo, Instituto de Propiedad Intelectual y Clínica de Propiedad Intelectual y Empresarismo, UPR
Irma I. Torres Vázquez	UPR Rio Piedras	Técnico de Laboratorio
José I. Vega Torres	UPR Mayagüez	Director, Centro de Negocios y Desarrollo Económico
Beatriz Zayas	Universidad Metropolitana, SUAGM	Catedrática, Directora de ChEMTox Laboratory, Escuela de Ciencias Ambientales

Se entrevistó también a una persona en posición gerencial de una empresa farmacéutica que solicitó no ser incluido en esta lista.