

Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina

Importancia, desafíos y
recomendaciones para el futuro



HUGO KANTIS (PRODEM - IDEI - UNGS) Y PABLO ANGELELLI (BID)
ENERO DE 2020

Códigos JEL: M13, O30

Palabras clave: emprendimiento, innovación, emprendimiento dinámico, startup, emprendimiento científico-tecnológico, spinoff, transferencia tecnológica, ecosistema de emprendimiento, ecosistema de innovación, América Latina, políticas públicas

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
www.iadb.org

El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.

Colaboradores externos:

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Partners, LLC)

Revisión editorial: Julia Gomila

Diagramación: Miguel Lage

Resumen*

El mundo se está transformando de forma vertiginosa con la profundización del cambio tecnológico y la irrupción de nuevos modelos de innovación donde las nuevas empresas juegan un papel protagónico. América Latina enfrenta el desafío de formar parte de este proceso; de lo contrario, se acentuará su rezago estructural. Muchos países de la región han tendido a incrementar la inversión pública en Investigación y Desarrollo (I+D). En ese contexto, la creación de Emprendimientos de Base Científico-tecnológica (de aquí en adelante, ECT) debe ser uno de los pilares de las estrategias de innovación, teniendo como marco la construcción y explotación de capacidades científico-tecnológicas. El presente documento busca estimular el diálogo en torno a este desafío, para lo cual: i) propone un enfoque conceptual; ii) retrata algunos casos de los ECT latinoamericanos; iii) analiza las condiciones actuales para su surgimiento y desarrollo; iv) detalla referencias a experiencias internacionales de fomento, y v) propone recomendaciones de política.

En el enfoque conceptual propuesto, la creación y el desarrollo de ECT depende de un conjunto de condiciones organizacionales y sistémicas. Las primeras refieren al mundo académico y científico, incluidas la vinculación de las agendas de investigación con los problemas de la sociedad y las empresas, la cultura institucional y las reglas de juego con las que trabajan los académicos e investigadores, así como también los procesos de creación de ECT. A su vez, estos aspectos se insertan en el más amplio conjunto de condiciones sistémicas que incluyen a la cultura de la sociedad, los procesos formativos a través de la educación, el papel de las empresas, el capital social, el financiamiento público y privado, las regulaciones y las políticas públicas.

En la región existen casos de ECT que exhiben algunos aspectos comunes y otros diferenciadores. Se aprecia la existencia de esfuerzos de I+D vinculados a la resolución de problemas, la participación directa o indirecta de académicos y científicos, y la vinculación, en varios casos, con laboratorios de universidades. También hay casos de respaldo público a la investigación y a la creación de la empresa, ya sea a través de incubadoras o capital semilla. Los ejemplos más notorios muestran logros en términos de inversiones, conquista de grandes clientes y reconocimiento público en los medios de comunicación. Sin embargo, también existe diversidad en el perfil de los equipos emprendedores y los procesos de emprendimiento, que trascienden los límites de las *spin-off* científicas tradicionales.

* Se agradece la colaboración de Cecilia Menéndez en la administración de la encuesta y la elaboración de los gráficos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Partiendo de su propia experiencia y conocimiento, los estudiantes y graduados de maestrías o los ingenieros con experiencia laboral se vinculan con investigadores y laboratorios a fin de desarrollar emprendimientos que atiendan los problemas que se detectan, aprovechando la plataforma de activos tangibles e intangibles de las instituciones científicas y tecnológicas.

La pregunta clave es por qué no existen más ECT en la región. El análisis indica que, aun cuando existen diferencias entre los países, los principales déficits tienen que ver con la débil contribución de la plataforma de ciencia y tecnología y de las empresas al surgimiento de propuestas de valor innovadoras. Las agendas de investigación suelen estar poco vinculadas con los problemas de la sociedad y de las empresas, y las reglas de juego del mundo académico y científico restringen, con distinta fuerza en cada país, la creación de ECT. Los déficits se dan en un contexto general de cuellos de botella en capital humano, capital social, financiamiento, regulaciones y políticas públicas. En los últimos años, algunos países de la región han desplegado iniciativas que deberían formar parte de una agenda de transformación más ambiciosa, tal como viene ocurriendo en otras latitudes a nivel internacional. De ser así, la región podría generar cerca de 3.000 ECT en los próximos cinco años. Y el resultado sería aún mayor si se profundizaran las iniciativas de I+D, un camino que, de todos modos, resulta ineludible.” En países como Alemania, España, Israel, Finlandia, Noruega y Suecia existen políticas y programas para promover los ECT que cubren distintas dimensiones ligadas al enfoque sistémico y organizacional propuesto. Por un lado, existen iniciativas que buscan generar un marco cultural estimulante, a nivel general y también de los futuros académicos, a fin de aumentar su vinculación con la creación de ECT. Otras fomentan el cambio en la cultura de las organizaciones y de los investigadores. Asimismo, se observa una tendencia a prestar cada vez más atención a las actividades de transferencia; por ejemplo, a través de los criterios de evaluación que aplican los fondos que financian los proyectos de investigación; de las reglas propias de las instituciones académicas y científicas; de las nuevas leyes de innovación, y de los programas específicos que buscan estimular e institucionalizar las actividades de transferencia. Un campo muy importante de transformaciones tiene que ver con compatibilizar la carrera del investigador y la creación de un ECT y con facilitar su participación en la propiedad y gestión de la empresa. Por último, están los programas que, a través de distintos instrumentos, desarrollan la oferta de respaldo técnico y financiero a las distintas etapas del proceso de emprendimiento.

Del análisis de las características y el contexto de los ECT en la región, así como de las tendencias internacionales en políticas públicas, surgen algunos lineamientos orientadores que pueden ayudar a definir estrategias apropiadas, teniéndolas en cuenta en mayor o menor medida según la realidad de cada país. Estos lineamientos se incluyen en la última sección, “Conclusiones y recomendaciones de política”.

** Esta estimación toma como base de cálculo el ratio de *spin-offs* científicas que se crean en Estados Unidos y Europa sobre el gasto en I+D de estos países y las actividades de este tipo en América Latina.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. LA CREACION DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: UNA MIRADA SISTÉMICA Y ORGANIZACIONAL	6
2.1 La fase formativa y el surgimiento de la motivación e idea emprendedora	7
2.2 El proceso de creación de ECT y su desarrollo	9
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA	13
3.1 Caso Keclon	16
3.2 Caso Griaule Biometrics	18
3.3 Caso Gea Enzymes	20
3.4 Caso Green Tech Innovation	22
3.5 Caso Eolo-Pharma	24
3.6 Caso Geco	25
3.7 Caso Bioceres	27
3.8 Caso Inmotion Group	29
4. CONDICIONES PARA EL SURGIMIENTO DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN	32
4.1 Debilidades y fortalezas de los ecosistemas de emprendimiento de la región	32
4.2 Factores clave para el surgimiento y desarrollo de los ECT	34
5. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE REFERENCIA	47
5.1 Un ambiente organizacional fértil para el surgimiento de proyectos de ECT	47
5.2 Reglas institucionales que afectan la creación de ECT	52
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65



1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento es el motor del crecimiento económico, tal como lo indica la evolución de la teoría económica.¹ Esta afirmación no es nueva, pero cobra particular relevancia en el marco de la profundización del cambio tecnológico en curso, de la mano de la transformación digital y la revolución 4.0. En este escenario también crece el interés en los emprendimientos de base científico-tecnológica (ECT) como protagonistas de esta transformación en tanto mecanismo de transferencia de los resultados de las investigaciones realizadas por las universidades y otras instituciones de ciencia y tecnología (Gómez Gras *et al.*, 2007; Di Gregorio y Shane, 2003). Respaldan este interés las evidencias aportadas por algunos países y regiones cuyo paisaje productivo se ha transformado de la mano de las nuevas empresas basadas en el conocimiento. Los casos más emblemáticos son Israel, Silicon Valley, Boston, Cambridge y, más recientemente, la propia China, aunque trasciende fronteras.

En América Latina no existe información estadística que permita precisar el peso específico de estas empresas en sus respectivos ecosistemas o de su profundidad innovadora. Aun cuando la situación sigue siendo todavía embrionaria, es posible reconocer la existencia de un importante número de empresas jóvenes tecnológicas (“tecnolatinas”) que ha nacido y crecido significativamente en las últimas dos décadas (Tecnolatinas, 2017).

¿A qué se debe este creciente rol de los emprendedores? A que innovar es, de por sí, un proceso complejo; es decir, no suele funcionar de manera lineal (Lundvall, 1992). De hecho, buena parte de los resultados de las investigaciones permanecen ociosos en términos económicos.² Y ello se complejiza aún más en el caso de la innovación radical. Precisamente, los emprendedores vienen a cerrar las brechas entre el conocimiento generado y la innovación a través de la creación de ECT (Audretsch y Link, 2018). Este rol crucial también es reconocido por quienes sostienen que el régimen de innovación centrado en investigación y desarrollo (I+D) de las corporaciones se estaría agotando, debido a sus limitaciones para

¹ De hecho, el foco de la teoría del crecimiento ha tendido a desplazarse hacia la innovación (Romer, 1986), mientras que previamente la importancia se asignaba solamente a otras dimensiones, como las escalas, la inversión en activos físicos o la disponibilidad de recursos humanos (Chandler, 1990).

² Autores como David Audretsch hablan de la existencia de “filtros” entre los resultados de las investigaciones y las innovaciones (*knowledge filter*).

encarar la innovación radical y disruptiva que se requiere en el nuevo escenario. Desde esta perspectiva, se estaría evolucionando hacia un nuevo régimen que combina las ventajas de las escalas de las grandes empresas en la producción y el uso de las innovaciones con la flexibilidad e iniciativa de los emprendedores y las nuevas empresas, más apropiados para la fase de gestación de innovaciones en contextos de alta incertidumbre como el actual (Antonelli, 2019).

Es posible, sin embargo, que estas tendencias formen parte de un cuadro de situación más diverso. Por ejemplo, en áreas como inteligencia artificial, *big data* y robótica, las grandes empresas de tecnología combinan esfuerzos de investigación interna –incluso contratando a investigadores de las universidades–, con la innovación abierta y la adquisición de *start-ups* (Asgard y Berger, 2018; Obschonka y Audretsch, 2019).³ La nueva configuración institucional y organizacional sistémica emergente genera y explota las innovaciones en torno a una cadena de valor estrecha cuyo capital es el conocimiento y está basada en la acumulación complementaria de conocimiento científico y emprendimiento científico-tecnológico (Antonelli, 2019). En este esquema, las universidades y los centros de investigación están llamados a jugar un papel clave, contribuyendo al surgimiento de nuevos sectores a través de la creación de empresas (NESTA, 2009). Por lo tanto, la construcción y capitalización de capacidades científico-tecnológicas es clave (Lee y Lim 2001). Sin embargo, no se logra con la mera existencia de las universidades. Algunos ingredientes clave son la excelencia académica en ciencia e investigación en ciertas disciplinas; políticas agresivas de licenciamiento y promoción de nuevas empresas, y el fomento de los lazos entre investigadores y emprendedores locales y con fuentes de financiamiento.

Cabe aclarar que si bien las políticas dirigidas a crear ECT suelen estar dirigidas a las *spin-off* creadas sobre la base de los resultados de los proyectos de investigación, involucran a un porcentaje muy limitado de los emprendimientos innovadores y también de los investigadores. Este enfoque ha sido criticado por no reconocer la realidad más vasta y diversa de las empresas tecnológicas (Brown y Mason, 2014). Se plantea, alternativamente, la necesidad de incluir también a las nuevas empresas creadas a partir del conocimiento que existe y circula en forma más amplia en las universidades e institutos científico-tecnológicos, ligado a su objeto y especialización. Por ejemplo, el impartido en las aulas de grado y posgrado, y el de los profesores, graduados y estudiantes avanzados (Spigel y Bathelt, 2011; Astebro, Bazzazian y Braguinsky, 2012). Se utiliza el concepto de universidad emprendedora para referirse a una organización que busca deliberadamente conjugar diversas actividades para fomentar el emprendimiento (Gibb, 2005).

³ Si en el enfoque schumpeteriano original (Schumpeter I) el emprendedor tenía el papel protagónico como motorizador de la innovación, desplazándose luego hacia los laboratorios de las corporaciones (Schumpeter II) (Schumpeter, 1939 y 1942), en la actualidad podría hablarse de un tercer esquema (Schumpeter III) que combina el rol de ambos actores, emprendedores y grandes empresas, en el marco de estrategias de innovación abierta (Kantis, 2018).

El cambio tecnológico está reduciendo los costos de los procesos de innovación y acelerando los tiempos de penetración del mercado (Kantis, 2018). En este contexto, está teniendo lugar una segunda ola de actividades emprendedoras desde las universidades. Estas organizaciones ya no solo son concebidas como fuente de innovación y de *spin-offs*, sino como verdaderos centros de innovación que se entrelazan con otros actores del ecosistema que las entorna. Mientras que la primera ola de emprendimientos era liderada por académicos orientados a comercializar la propiedad intelectual de los centros de investigación, la nueva incluye cada vez más a estudiantes avanzados y a egresados de maestrías y doctorados o, incluso, a emprendedores que han sido alumnos de otras universidades (Duruflé *et al.*, 2018; OCDE, 2013). Las políticas recomendadas, por lo tanto, llaman a adoptar una postura más abierta en lugar de concentrar los esfuerzos en las *spin-off* creadas sobre la base de los resultados de los proyectos de investigación.

La situación es un tanto diferente en América Latina, donde las políticas de emprendimiento innovador suelen adoptar un enfoque amplio y abarcativo. Tal vez por las debilidades propias de las plataformas de ciencia y tecnología para la innovación de los países de la región, los emprendimientos basados en la propiedad intelectual de las instituciones de investigación han tendido a recibir una atención limitada, subsumidos dentro de las iniciativas que apuntan a la innovación en general, sin reconocer sus necesidades diferenciadas.⁴

Ello sucede a pesar de que una porción significativa de la inversión en I+D es financiada por el sector público y llevada adelante por universidades e institutos públicos. Es relevante, por lo tanto, transformar los resultados de estos esfuerzos en beneficios para la sociedad. De este modo, se aprovecha la posibilidad de generar emprendimientos más intensivos en I+D, con mayor profundidad innovadora y asociados a una mayor rentabilidad potencial de largo plazo. Los niveles de incertidumbre y los requerimientos de recursos más elevados, entre otros aspectos, hacen que el fomento de estos emprendimientos demande una atención más específica.

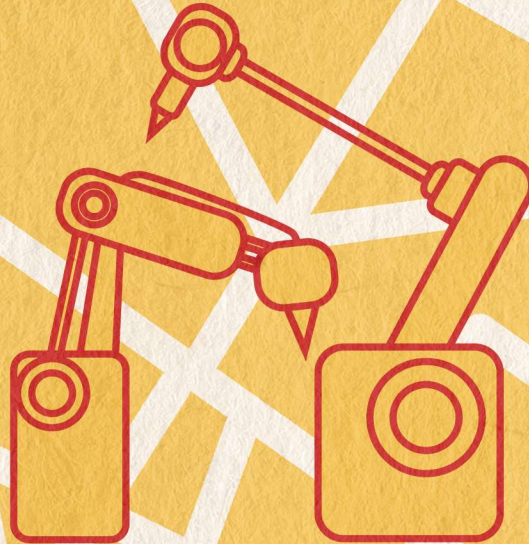
En este marco, un emprendimiento científico-tecnológico (ECT) es definido, a los efectos del presente documento, como toda organización creada sobre la base de conocimientos con potencial innovador surgidos de actividades de I+D llevadas a cabo al interior de instituciones académicas y científico-tecnológicas; y de empresas, o en vinculación con ellas, así como también del conocimiento que existe y circula a través de otras actividades que hacen al objeto y especialidad de estas organizaciones. Asimismo, siguiendo los lineamientos de la OCDE (OCDE, 2013), se adopta un enfoque sistémico-organizacional que comprende las conductas de los individuos en el contexto de las organizaciones en las que actúan y de estas en el más amplio sistema del cual forman parte (Kantis, 2018).

⁴ Cabe recordar que en la región existen ventajas en ciertos campos como las ciencias de la vida que exigen altas inversiones y períodos de maduración.

Precisamente, un error tradicional de las políticas y los programas relacionados con emprendimientos científico-tecnológicos, además de focalizarse solo en las *spin-off* de proyectos de investigación, es ignorar la existencia de factores sistémicos (Spigel y Bathelt, 2011). Para comprender y fomentar el fenómeno de los ECT se requiere, por ejemplo, tener en claro la incidencia de los incentivos nacionales y de los factores de nivel micro y mesoinstitucional (Kolympiris *et al.*, 2015).

Sobre la perspectiva del enfoque sistémico, existe información que permite identificar en qué medida las condiciones de la región son favorables para los emprendimientos innovadores. Además, para profundizar en el caso de los ECT es necesario complementar el enfoque sistémico con la perspectiva organizacional que analiza los factores que operan en los ámbitos científico-tecnológicos o bien en vinculación con los mismos, y que afectan la creación de estas empresas. Para obtener información sobre estas cuestiones se llevó a cabo una consulta a informantes clave de la región.

Este documento busca sentar las bases para el diálogo entre los responsables de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de la región. Una vez presentado el marco conceptual adoptado a fin de comprender la situación de los países latinoamericanos, se caracteriza a los nuevos ECT en base a un conjunto de casos. Posteriormente, se analizan las fortalezas y debilidades de los ecosistemas de la región para impulsar este tipo de negocios y se identifican ciertas referencias internacionales en materia de reglas de juego y programas de fomento. Por último, se presenta un conjunto de recomendaciones de política.



2. LA CREACIÓN DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: UNA MIRADA SISTÉMICA Y ORGANIZACIONAL

La creación de empresas innovadoras, en general, y de emprendimientos de base científico-tecnológica (ECT), en particular, se ve afectada por un conjunto de condiciones marco (Spigel y Bathelt, 2011). Desde la perspectiva de la generación de oportunidades, ellas se refieren al papel que juegan la estructura empresarial, la plataforma de ciencia y tecnología para la innovación (*push*) y los factores que traccionan desde la demanda (*pull*).

Una estructura empresarial intensiva en tecnología genera mejores condiciones para el surgimiento de estos emprendimientos (Van Roy y Nepelski, 2017). También son clave los esfuerzos en investigación y desarrollo (I+D); la calidad de las instituciones de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y su capacidad de producir resultados, así como los puentes con las empresas (Kantis *et al.*, 2014). Del lado de la demanda, variables tales como el tamaño y el dinamismo del mercado inciden sobre la posibilidad de amortizar y rentabilizar las inversiones en I+D (Van Roy y Nepelski, 2017), en tanto que la sofisticación de los demandantes afecta el grado de aceptación de las propuestas innovadoras (Porter, 1985). Además, las experiencias internacionales exitosas indican que las demandas generadas por un Estado emprendedor (por ejemplo, a través de gastos en defensa, misiones espaciales, aeronáuticas y nucleares) pueden traccionar procesos dinámicos de innovación y emprendimiento (Mazzucato, 2014).

Por otra parte, para transformar los proyectos en nuevas empresas es clave que exista una cadena de financiamiento apropiada que cubra desde la prueba de concepto hasta el escalamiento. A su vez, es fundamental tener en cuenta la incidencia de las normas y regulaciones (Kantis *et al.*, 2014), tanto las de alcance general como las que son más específicas para los ECT; por ejemplo, las aprobaciones de normas sanitarias en el caso de las empresas de biotecnología.

Pero quienes identifican las oportunidades y construyen las propuestas de valor son los emprendedores. Por lo tanto, es necesario comprender los factores que inciden en su aparición. En el caso específico de las *spin-off* es muy relevante entender la forma en que el proceso de emprendimiento puede convivir con la carrera académica y sus reglas de

juego, así como también la incidencia de la cultura de las organizaciones (Colyvas, 2007; Sandström *et al.*, 2016). Difícilmente pueda transformarse en innovación el conocimiento que circula en las universidades e instituciones científicas sin el interés de los académicos (Bercovitz y Feldman, 2008). La fuerza de estas precondiciones organizacionales es muy importante y debe tenerse en cuenta a la hora del diagnóstico y de la acción (Quince, 2002).

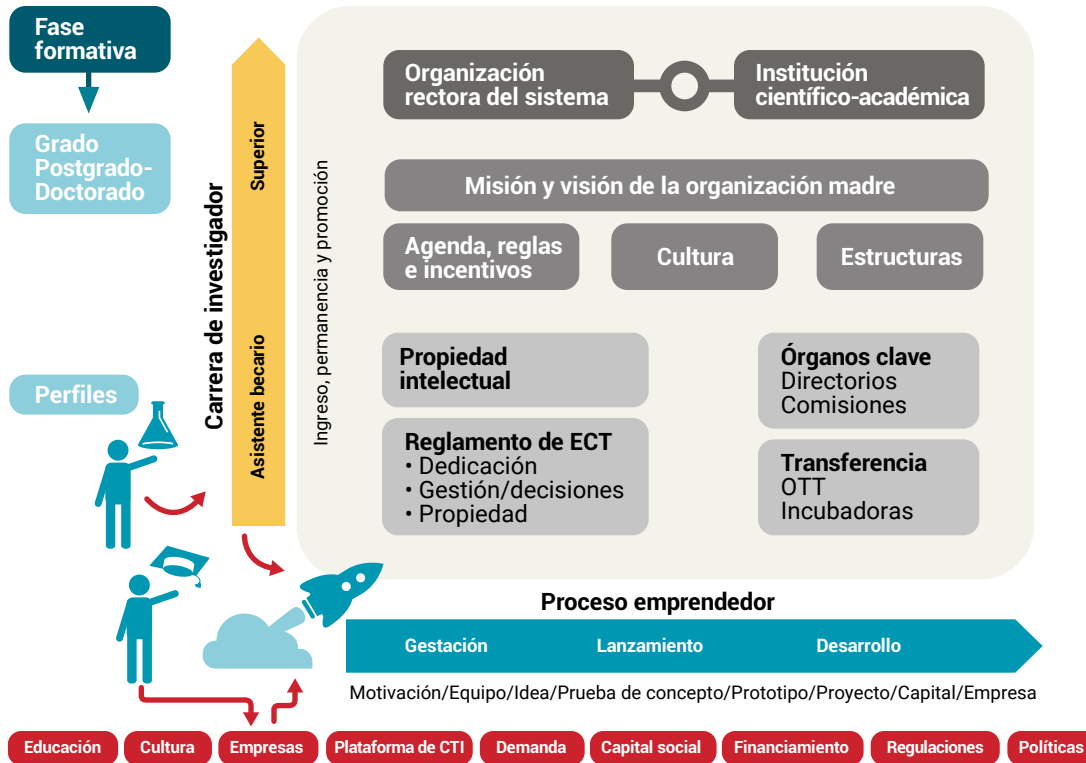
En rigor, el proceso comienza desde la misma formación. Y en el caso de los investigadores -ya más cerca de la carrera científica- continúa con la del joven estudiante de doctorado. Por lo visto, el “formateo” de estos recursos humanos avanzados empieza a darse desde instancias tempranas. Generalmente, los científicos suelen estar “formateados” de un modo distinto al de los emprendedores (Jong, 2006; Lundqvist y Williams Middleton, 2013; Sandström *et al.*, 2016); por ejemplo, en cuanto a preferencias temáticas, el horizonte de tiempo para pasar del pensamiento a la acción y la actitud ante el riesgo, entre otras cuestiones.

Por último, debe contemplarse la incidencia de políticas y programas de gobierno, tanto directos como indirectos, que afectan las distintas dimensiones sistémicas que intervienen en el proceso de creación de las empresas (Kantis *et al.* 2014). A continuación, se presenta una mirada más detenida sobre el proceso de emprendimiento científico-tecnológico, el cual se ilustra en el gráfico 1.

2.1 La fase formativa y el surgimiento de la motivación e idea emprendedora

El sistema educativo, en particular el nivel universitario, tanto de grado como de posgrado, tiene un rol clave en la formación y el desarrollo de capacidades y vocaciones emprendedoras. Esto no implica desconocer la influencia de otros ámbitos previos y posteriores que pueden incidir en sus vocaciones y capacidades, como las familias o las experiencias laborales, pero lo cierto es que los estudiantes pasan largos años en estas instituciones, en las que adquieren conocimientos y capacidades. La mayoría seguirá, una vez que egrese, un camino como empleado, en tanto que otros -años más tarde o incluso antes- querrán emprender. También quienes desean dedicarse a la investigación se forman en estas casas de estudio antes de ingresar a la carrera académica (NESTA, 2009). Es durante esta fase formativa que van forjando sus intereses y red de contactos. Un actor muy relevante es el investigador con mayor experiencia que ha participado en la dirección de su tesis o en trabajos de graduación, quien influirá de manera más o menos directa sobre ciertas decisiones que tome el investigador al ingresar a su carrera (por ejemplo, temas, orientaciones, etc.). En otros términos, la carrera académica comienza a moldearse desde más temprano, en función de experiencias y ámbitos formativos previos. Un perfil más tradicional, frente a una mayor inclusión en estas instancias de una vocación por los problemas reales o por la opción emprendedora, podrá afectar, por lo tanto, el futuro del investigador. Es por ello que algunos países desarrollados están incluyendo en sus programas de doctorado instancias de formación emprendedora.

Gráfico 1. **Modelo sistémico-organizacional para la creación de ECT**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Kantis (2018).

Por otra parte, el ingreso a la carrera de investigador implica, entre otras cosas, asumir determinadas reglas de juego definidas por la organización en cuestión. En este sentido, la misión y visión de estas instituciones pueden ser más o menos amigables o estar orientadas en menor o mayor medida a la transferencia de conocimiento. A su vez, la agenda de investigación puede estar vinculada en distinta medida a los desafíos de la sociedad y de las empresas, y contemplar en diferente grado la opción del emprendimiento (Jong, 2006; Moray y Clarysse, 2005).

De todas formas, este contexto no es estático y si bien la etapa fundacional es fundamental para entender a una organización, en el transcurso de su evolución las instituciones van forjando su propia cultura; es decir, los valores y las creencias que afectan las conductas de su gente. En el caso de los institutos de investigación, la impronta que le suelen dar sus fundadores es clave, pero también influyen las personas que los sucederán en la dirección de la organización, quienes también tendrán un papel fundamental. Las agendas de investigación de estas instituciones y su vinculación con los problemas de la sociedad y del tejido empresarial es, en este sentido, parte de esta impronta. La literatura pone especial énfasis en el rol de los investigadores principales en los procesos de transferencia y la creación de *spin-off* (Cunningham *et al.*, 2014).

Además, están las reglas e incentivos y los dispositivos organizacionales que gobiernan el ingreso, la permanencia y la promoción de la carrera como investigador y de los académicos en general (Bercovitz y Feldman, 2008; Moray y Clarysse, 2005; Quince, 2002). En muchos países existen órganos rectores nacionales que definen estas cuestiones. Por ejemplo, si como suele suceder, los resultados que se premian en las evaluaciones son únicamente las publicaciones en revistas científicas, conformando el incentivo omnisciente, será muy limitado el margen para destinar tiempo y esfuerzos a las actividades de transferencia, incluida la creación de un ECT.

Por otra parte, estas normas e incentivos son administrados y regulados por una estructura compuesta por órganos clave (Comisiones, Juntas, Directorios, etc.). El perfil, las experiencias y las capacidades de sus integrantes son muy relevantes en la definición y aplicación de las normativas. A decir verdad, sus decisiones acaban incidiendo fuertemente en el lugar y el grado de legitimación de las actividades del investigador a lo largo de su carrera.

En este contexto, la orientación de las reglas de juego, por lo general más claras en lo que respecta al camino académico tradicional que en lo que se refiere a la opción de la transferencia y del emprendimiento, define estímulos y desestímulos en uno y otro sentido, que suelen ser desfavorables para el surgimiento de la idea de crear ECT (Quince, 2002).

En resumen, existen precondiciones organizacionales que, dependiendo de la forma en que estén definidas e implementadas, pueden favorecer o inhibir el surgimiento de vocaciones e ideas emprendedoras en el mundo académico y científico. Esto es lo que suele ocurrir en los ambientes más tradicionales. Del otro lado, las instituciones y los países más innovadores están impulsando procesos de cambio en las reglas de juego, a fin de desbloquear el potencial de innovación que queda atrapado en los esfuerzos que se hacen desde la ciencia y la tecnología y de lograr que se convierta en ECT (Moray y Clarysse, 2005).

2.2 El proceso de creación de ECT y su desarrollo

Quienes cuentan con la motivación y la idea de impulsar un emprendimiento se enfrentan a ciertas reglas de juego que, en forma explícita o implícita, afectan el proceso de creación del ECT. Por un lado, seguirán vigentes las comentadas anteriormente, que refieren a la carrera académica. En forma paralela al desarrollo de la idea o proyecto, la vida del “emprendedor potencial” sigue regida por estas normas. Por el otro, están las que se refieren a la creación de los ECT. Unas y otras pueden ser más o menos amigables respecto a la opción del emprendimiento y más o menos coherentes entre sí.

Por ejemplo, están las regulaciones sobre propiedad intelectual y las normas que definen la participación relativa en los beneficios de la innovación a través del patentamiento, el licenciamiento, la prestación de servicios o la creación de una nueva empresa (Di Gregorio y Shane, 2003; Sandström *et al.*, 2016). La existencia de reglas claras y estimulantes para generar propiedad intelectual para los investigadores puede jugar un papel clave. Según

algunos estudios, las universidades más fértiles en términos de transferencia y *spin-off* son las que otorgan a los inventores una participación adecuada en los resultados de la comercialización (Bramwell y Wolfe, 2008).

También son relevantes las normas que inciden en la asignación del tiempo de los investigadores, pudiendo ser: i) más rígidas, en el sentido de favorecer la concentración excluyente en actividades tradicionales que buscan la producción científica pura; ii) más flexibles, o iii) deliberadamente facilitadoras de la participación en procesos de creación de ECT, por ejemplo como parte de una estrategia que busque disminuir el riesgo de quedar fuera de la carrera de investigación en caso de no tener éxito con el emprendimiento (Quince, 2002; Sandström *et al.*, 2016). Resulta necesario, pues, asignar tiempos para validar el producto o servicio a nivel técnico y comercial, desarrollar el equipo y los contactos, y acceder y organizar los recursos que permitan concretar la innovación y la empresa (Jong, 2006). En todo este proceso son clave las normas y reglamentaciones que le permitirán o no al investigador compatibilizar estas actividades con su carrera académica. Otro tanto sucede con las reglas que definen la participación en la propiedad y en los procesos de gestión y decisión de la empresa.

En todos estos aspectos es fundamental entender que, necesariamente, existirá un período de transición más o menos prolongado en el cual puede resultar inhibitorio exigir definiciones muy tempranas acerca del rumbo a seguir: es decir, cuánto de su vida futura el investigador destinará a la academia y cuánto a la empresa. En ecosistemas en desarrollo parece inevitable que ambas figuras coexistan, dado que la construcción de equipos para liderar los ECT no es tan sencilla como en ambientes más sofisticados, en los cuales es habitual conseguir gerentes, inversores y socios con perfiles técnicos a nivel empresarial o gerencial. Por lo tanto, mientras se busca e insiste en encontrar este tipo de aportes y complementariedades, el académico-emprendedor deberá estar involucrado en la gestión del emprendimiento (aun cuando puede que no sea la opción ideal) y entonces será natural que detente una porción significativa del capital accionario.

Otros actores clave son las distintas organizaciones que pueden intervenir en el proceso, entre otras: i) oficinas de transferencia; ii) centros de emprendimiento; iii) incubadoras, y iv) aceleradoras (Lundqvist y Williams Middleton, 2013; Sandström *et al.*, 2016; Hernández-Mondragon *et al.*, 2016). Estas organizaciones tienen, en simultáneo, una agenda asociada al desarrollo del producto y de la nueva organización (Staytin y Mangematin, 2016). Su papel es muy importante para generar puentes entre los investigadores y los desafíos de la sociedad, así como también para acompañar los procesos de emprendimiento e innovación (Moray y Clarysse, 2005). Son parte de este menú el apoyo en la identificación y evaluación de oportunidades, la definición del proyecto y la estrategia de transferencia más adecuada, la gestión de la propiedad intelectual y la asistencia al desarrollo como negocios. Es fundamental que cada una de las organizaciones tenga claro donde empieza y concluye su rol, y que los perfiles de recursos humanos con los que se cuenta sean los apropiados.

Un aspecto especialmente relevante del apoyo es el que refiere a la vinculación con el resto de los actores del ecosistema (gobiernos, inversores, empresas, etc.), dado que los académicos no suelen tener las competencias ni las vinculaciones apropiadas para crear una empresa (Mosey y Wright, 2007). Por lo tanto, es muy importante conocer las bases de capital social que existen en una sociedad, dado que las mismas pueden lubricar o frenar el desarrollo de estas redes. En ese marco tiene lugar la posibilidad de conformar equipos potentes, frecuentemente a través de la búsqueda de socios o gerentes con perfiles complementarios o más adecuados a los requerimientos del negocio. También es fundamental el apoyo para ingresar al mercado y el desarrollo en fases tempranas.

Además, es crítico el acceso de los ECT al financiamiento a lo largo de las distintas etapas (Moray y Clarysse, 2005; Spigel y Bathelt, 2011; Mosey y Wright, 2007). La transformación de los proyectos innovadores en nuevas empresas requiere recursos; incluso algunas universidades líderes a nivel internacional han avanzado en establecer fondos pre-semilla propios o en asociación con otras universidades (OCDE, 2013). Es muy importante que exista una cadena que cubra las diversas fases del emprendimiento, incluidos los inversores de capital emprendedor. La ausencia de financiamiento es una restricción crítica para los emprendimientos en general y, en particular, para aquellos ligados a ciertos sectores como las ciencias de la vida, la minería o la energía, dado que suelen demandar períodos largos y recursos significativos hasta que se logran los resultados económicos. Existe un importante espacio para el despliegue de políticas que incentiven el surgimiento de ECT (por ejemplo, a través de subsidios al prototipado, a la propiedad intelectual y al capital semilla), así como para el desarrollo de una oferta de financiamiento de riesgo para las siguientes fases de desarrollo temprano y expansión, con fuerte protagonismo privado. Asimismo, es muy importante que las normas y regulaciones, incluido el sistema impositivo, tengan en cuenta las particularidades de estos emprendimientos y no traben su desarrollo.

Por último, tal como se desprende de los párrafos anteriores, así como también de las evidencias aportadas por los países que han logrado hacer de la creación de ECT un motor de innovación y crecimiento, las políticas públicas juegan un papel fundamental en la generación de condiciones sistémicas adecuadas (véase la sección 4).

En suma, el modelo sistémico-organizacional incluye factores habilitadores y promotores. Los primeros pueden facilitar o bien inhibir el surgimiento de proyectos de emprendimiento. La cultura y las reglas de juego del mundo científico-académico y la vinculación de las agendas de investigación con los problemas de la sociedad, entre otras cuestiones, definen la existencia de una base más o menos amplia de proyectos de ECT. Son, en tal sentido, condición necesaria pero no suficiente para que proliferen este tipo de empresas. A tal fin se requiere, además, de la existencia de condiciones que estimulen, deliberadamente, la creación de este tipo de emprendimientos. Las leyes y normas institucionales implementadas para fomentar los procesos de ECT, los dispositivos organizacionales orientados a fomentarlos y los fondos pre-semilla son ejemplos de este otro tipo de factores (gráfico 2).

Gráfico 2. Tipo de factores que inciden en la creación de ECT



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente sección presenta algunos casos de ECT latinoamericanos a fin de identificar sus rasgos salientes antes de indagar en las razones por las cuales su protagonismo es tan limitado. Como podrá observarse en el caso de estos emprendimientos, la región podría beneficiarse de forma muy significativa si su presencia fuera mayor.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

A continuación, se presentan retratos breves de algunos ECT latinoamericanos con el doble propósito de exponer sus características, así como su potencial de contribución al desarrollo productivo de la región. Para ello, se ha identificado un conjunto de ocho empresas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Uruguay, Perú y México. Estos casos han sido difundidos en medios de comunicación masiva o especializada, los cuales están prestando creciente atención al fenómeno, tal como se resume en el recuadro 1.

¿Qué tienen en común los casos identificados y qué los diferencia? Las noticias resumidas en el recuadro 1 ofrecen varias pistas. Lo que los asemeja es que todos han tenido que desplegar esfuerzos sistemáticos, rigurosos e importantes para aplicar conocimiento superior hasta llegar a soluciones tecnológicas ante problemas y necesidades detectados, y estas soluciones han sido llevadas al mercado a través de sus emprendimientos. Algunos ejemplos de las necesidades que dieron lugar a la oportunidad de crear un ECT son:

- ▶ Reciclar desechos de cáscaras de naranjas que tienen impacto ambiental negativo a fin de generar bioplásticos que reducen la contaminación.
- ▶ Reducir las emisiones de monóxido de carbono de los vehículos, identificando aplicaciones relevantes (como en la minería profunda).
- ▶ Desarrollar semillas resistentes a la sequía con las ganancias de la productividad agrícola derivada.
- ▶ Generar soluciones biométricas para atacar problemas de seguridad.
- ▶ Desarrollar enzimas que permiten ganar eficiencia en la industria alimenticia.
- ▶ Implementar soluciones de transporte inteligente para terrenos complejos.

Por el lado de las diferencias, como también se aprecia en el recuadro 1, aparecen los perfiles emprendedores y los procesos de surgimiento de sus emprendimientos, los cuales muestran una variedad importante, rebasando las fronteras de las *spin-off* de científicos surgidas a partir de un proyecto de investigación de largo plazo. Por lo general, la primera acción es la detección del problema y la necesidad de llevar a cabo una investigación ad hoc o bien de encarar un desarrollo específico sobre la base de la aplicación de conocimientos previos.

Recuadro 1. Resumen de noticias recientes del mundo de los ECT

- Científicos del Institut Pasteur de Uruguay crean una empresa biotecnológica luego de largos años de esfuerzos en el marco de un proyecto de investigación. Reciben USD 500.000 de CITES para completar los desarrollos que les permitirán lanzarse al mercado.

- Ingenieros con experiencia laboral en la empresa Bell, incubados por la Universidad de Campinas, Brasil, dan vida a una empresa de seguridad de la mano de la biometría. Reciben certificaciones internacionales, una de ellas del FBI que le permite participar de licitaciones en EE. UU. Venden USD 5 millones a 80 países.

- Ingenieros informáticos chilenos y un estudiante de maestría en biotecnología, incubados por la Universidad Austral, se valen de la inteligencia artificial y la biotecnología para lanzar una empresa que desarrolló enzimas para las industrias láctea y vitivinícola. Reciben inversiones de Estados Unidos, Corea e Italia. Son invitados por la aceleradora biotecnológica estadounidense Indie Bio, primero, y por Plug and Play, después, para trabajar con ellos.

- Un estudiante de ingeniería y un ingeniero peruanos, luego de investigar junto a la Universidad de Lima, logran desarrollar un producto y crean una empresa que permite disminuir las emisiones de monóxido de carbono en la minería. Ya venden en Chile, Perú y México, y planean vender a China.

- Luego de varios años de trabajo en la industria estadounidense, junto a colegas de la Universidad Nacional de Rosario, logran desarrollar enzimas para las industrias de alimentos y de energía. La empresa recibe inversiones que le permitirá contar con una planta de producción desde donde exportarán al mundo.

- Productores agrícolas argentinos aliados con el CONICET crean una empresa y, luego de años de investigación, desarrollan una semilla de soja resistente a la sequía. Quince años después logran salir a bolsa en Estados Unidos, lo que les permitirá concluir el proceso, producir y exportar.

- Una empresa creada por una joven estudiante de maestría, una profesora y un doctor en Biotecnología reciben un premio por el desarrollo de bioplásticos a partir de residuos de cáscaras de naranja reciclados.

- Ingenieros de diseño de productos y un ingeniero mecánico, luego de cinco años de trabajo junto al grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAFIT, de Medellín, lanzan al mercado una bicicleta eléctrica especialmente desarrollada para terrenos complejos.

Otro aspecto que aparece en varios casos es cierto tipo de apoyo institucional. Por empezar, la presencia de las universidades y sus laboratorios es bastante común, ya sea en su rol de ámbito germinador de los proyectos o de fuente de apoyo para emprendedores que buscaron trabajar conjuntamente en pos de las soluciones buscadas. En varios de los casos existen inversiones públicas, ya sea a través de subsidios para proyectos de investigación, capital semilla, apoyo a una incubadora -en menos casos- e incluso aportes de capital privado, muchas veces del exterior. También hay evidencias de algún tipo de apoyo en el campo del patentamiento.

Sin embargo, esta casuística, que dista de pretender representatividad estadística, no debe entenderse como la existencia de ecosistemas que funcionan de manera fértil, dado que los casos no buscan ni permiten detectar en qué medida estos apoyos han sido efectivos, eficientes o suficientes, lo cual se abordará más adelante. Tal como se ha planteado, se intenta más bien acercar, a través de la ilustración y la anécdota de las historias, una adecuada comprensión de la riqueza de las capacidades y los recursos desplegados y del valor agregado que resulta de la creación de este tipo de emprendimientos.



3.1 Caso Keclon⁵

Keclon es una empresa argentina de biotecnología dedicada al desarrollo y la comercialización de enzimas, principalmente para las industrias de aceites comestibles, alimentos, biodiesel y nutrición animal. Todo comenzó cuando Hugo Menzella, doctor en Biología por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), regresó de Estados Unidos, donde había trabajado durante más de cinco años en el desarrollo de enzimas para drogas anticancerígenas en la industria. El programa Raíces del gobierno argentino facilitó su retorno y lo llevó a instalarse en un laboratorio de la Facultad de Bioquímica.

Dado que no había posibilidades de seguir su trabajo sobre drogas anticancerígenas en el país, buscó aplicar sus conocimientos al medio local. En diálogos con productores de aceite de soja conoció el problema de las impurezas del biodiesel, lo que lo llevó a trabajar en una enzima capaz de mejorar el rendimiento. Para ello armó equipo con Salvador Peirú y Leandro Vetcher, graduados en Biotecnología de la UNR y ex compañeros de trabajo en Estados Unidos. Salvador trabajaría en el laboratorio, mientras que Leandro se encargaría del desarrollo de mercados y del contacto con los inversores. Hugo se desempeñaría como líder del proyecto y luego se sumarían otros dos profesionales del área de Biotecnología.

El financiamiento de la Investigación y Desarrollo (I+D) lo obtuvieron en 2012 a partir de un subsidio de alrededor de USD 3 millones por parte del programa Empretecno del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina, gracias al cual

⁵ Este caso fue elaborado a partir de documentos del Prodem, el Centro Científico Tecnológico (CCT) CONICET de Rosario, noticias en periódicos y una presentación realizada por la empresa en el marco del Diálogo de Políticas del BID en Buenos Aires, 12 de setiembre de 2019.

podieron adquirir los equipamientos del laboratorio. Ese mismo año, recibieron una inyección de USD 600.000 del fondo Pymar, liderado por Lisandro Bril, a quién conocieron a través de sus contactos personales. Lisandro consultó a Pablo Valenzuela, emprendedor y científico chileno pionero en el área de biocombustibles, quien se mostró muy interesado.

Posteriormente, conformaron un consorcio junto a CONICET y la empresa Molinos Río de la Plata y, en una segunda ronda de inversión que tuvo lugar en 2013, recibieron una inyección de USD 1,4 millones para ampliar el portafolio de productos, debido a que, ante la caída del precio del petróleo, el biodiesel había dejado de ser un mercado atractivo. Por lo tanto, se expandieron hacia otros sectores, como la industria alimenticia, principalmente aceites de girasol y soja, en los que Argentina tiene ventajas competitivas. Sin embargo, el objetivo no es únicamente el mercado local. De hecho, la empresa ya tramitó una patente internacional para su método de obtención de enzimas. Los esfuerzos de patentamiento contaron con el apoyo de un aporte no reembolsable del Fondo Argentina Tecnología (FONTAR) y de la Agencia de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Santa Fe, obtenido en 2014. La inyección de capital continuó con una inversión realizada por la empresa Santa Fe Aceites.

En 2017, la empresa tenía 15 trabajadores, de los cuales 80% eran científicos. Para pasar de la escala piloto -en plantas de terceros- a la fase de producción, Molino Agro y Ganagrín S. A. comprometieron inversiones por USD 5 millones destinadas a construir una planta en San Lorenzo, provincia de Santa Fe, con una capacidad inicial de 60.000 litros de fermentación y 40 empleados. A su vez, se proyecta triplicar la capacidad en los próximos años para transformar a la empresa en la más grande de su tipo en Sudamérica.⁶

⁶ Según estimaciones de la empresa, la acción purificadora de las enzimas permite obtener una ganancia extra de 25 kilos adicionales por tonelada de aceite.



3.2 Caso Griaule Biometrics⁷

Esta empresa opera en el área de las soluciones biométricas mediante el desarrollo y licenciamiento de software para reconocimiento de huellas dactilares (por ejemplo, para inicio de sesión en Internet, identificación en el punto de venta y seguridad). Fue creada en la Incubadora de la Universidad de Campinas (Incamp), en 2002, por dos ex alumnos de ingeniería de la Universidad Federal de Goiás, con paso por Bell Labs.

La incubación, en el período 2002-05, les permitió a los emprendedores acceder a oportunidades de capacitación, a consultoría para definir mejor el foco del negocio y a la “marca” Unicamp, lo que conllevó ganancias de reputación en el mercado. Por otra parte, fue beneficiada con recursos a fondo perdido del programa PIPE de FAPESP, que se aplicaron para desarrollar tecnología de reconocimiento digital y de reconocimiento de voz. También contó con aportes del Fondo para la Tecnología de la Información (CT-Info) operados por Finep. Luego de graduarse en 2005 de Incamp, la cooperación con Unicamp siguió existiendo a través de la contratación de recién graduados y posgraduados y del intercambio informal. Además, tuvo un proyecto de investigación en cooperación con dos profesores de Unicamp de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación. De acuerdo con uno de sus fundadores, es mucho más efectivo mantener vínculos informales a través de la contratación de estudiantes de grado y posgrado referenciados por profesores con

⁷ Este caso se elaboró sobre la base de Parreiras-de-Oliveira, Castro-García y Bacic (2016).

los que tienen buena relación, a quienes acuden cuando surgen dificultades en las actividades de I+D de la empresa. A veces, algunos de estos problemas pasan a ser tema de investigación permanente del profesor. También opina que la agilidad necesaria para la innovación hace fracasar a las relaciones formales, debido a la burocracia excesiva de las universidades. Se trata de un caso especial de transferencia de conocimiento tácito de la universidad a la empresa, que está localizada a menos de 200 metros de Unicamp.

En 2006, Griaule obtuvo el primer lugar en el *Fingerprint Verification Competition*, la competencia internacional más importante en biometría y recibió seis certificaciones del *U.S. Federal Bureau of Investigation* (FBI) por sus algoritmos, pues se consideró a su programa el octavo mejor del mundo en una prueba a gran escala llevada a cabo en 2003 por el *U.S. National Institute of Standards and Technologies* (NIST), de Estados Unidos. Las habilitaciones recibidas por el FBI le permiten a Griaule participar de licitaciones realizadas en Estados Unidos, país en el que abrió su oficina comercial en 2007. Cuenta además con oficinas administrativas y de I+D en Campinas, situadas muy cerca de la universidad, donde trabajan 20 empleados de un total de 35. Se destaca la presencia de un investigador posdoctoral, un doctor y un magister, mientras que el resto son ingenieros del área de computación, en su mayoría exalumnos de UNICAMP. En la actualidad, la financiación de la innovación se realiza principalmente con recursos propios.

En 2017, la empresa facturó USD 5 millones, frente a la cifra menor a USD 50.000 con la que dejó la incubadora en 2005. Brasil es el principal mercado (90%), seguido de Estados Unidos. Aunque no fue creada con una perspectiva internacional, el devenir natural del negocio y la tecnología la ha llevado a comercializar sus productos en más de 80 países, y cuenta con distribuidores en Alemania, Argentina, Bélgica, Canadá, China y Sudáfrica, entre otros. A finales de 2018, ganó dos licitaciones en Estados Unidos por un valor de USD 82 millones, una de ellas promovida por el Departamento de Estado. Griaule ofrece su tecnología a empresas como Intel, Eastman Kodak, Diebold Procomp y François-Charles Oberthur-Fiduciar, Banco Santander, la Caixa Econômica Federal y el Tribunal Superior Electoral (TSE).



3.3 Caso Gea Enzymes⁸

Esta empresa chilena desarrolló la primera plataforma de inteligencia artificial que permite diseñar enzimas y proteínas con aplicación industrial, acelerando procesos en áreas como alimentos y productos farmacéuticos. Los emprendedores son cinco jóvenes científicos que desarrollaron un sistema que baja los costos y acelera la identificación de enzimas clave en la producción de alimentos.

Leonardo Álvarez, Francia Navarrete y Juan Duarte, estudiantes de Magister de Biotecnología y profesionales de la Universidad Andrés Bello, todos menores de 26 años, unieron informática y biotecnología para desarrollar esta plataforma, que, por ejemplo, elimina grasas saturadas de la leche y aumenta la extracción de mosto a partir de la uva ayudando a la liberación de aromas del vino. El proceso tradicional es laborioso, dado que la búsqueda y aislación de la enzima lleva bastante tiempo. Leonardo tenía la idea de acelerar el proceso salteándose esa fase, y junto a Francia y Juan se reunieron con los ingenieros informáticos Fernando Mateluna y Pablo Videla con la idea de emprender. Así nació Gea Enzymes, a la que sumaron a Eduardo Álvarez para la gestión financiera.

Con el apoyo financiero de Corfo y el acompañamiento de Austral Incuba avanzaron y desarrollaron un software que, a través de un algoritmo específico, permite encontrar enzimas de forma inmediata en cualquier muestra de suelo, recogiendo el 100% de los microorganismos presentes, algo que nadie había logrado antes. Así, en dos semanas tienen el gen listo para producir las enzimas en masa. Con el prototipo del sistema validado,

⁸ Este caso se elaboró sobre la base del periódico El Mercurio (26 de marzo de 2018) y Crunchbase.

los especialistas se enfocaron en trabajar con dos industrias agroalimentarias: los lácteos y los vinos. Con su sistema identificaron las enzimas capaces de actuar específicamente en los ácidos grasos saturados, disminuyéndolos sin alterar el producto final, y están en proceso de purificar y validar la enzima con las empresas lácteas. Se espera que el uso de una enzima tenga alto impacto en la industria, debido a la ley de etiquetado nutricional, que obligará a etiquetar en rojo los productos de alto contenido de grasas saturadas. En la industria del vino, las enzimas ya formaban parte de los procesos, pero están buscando diseñarlas para las condiciones chilenas. En menos de tres años desde la creación, consiguieron inversores de Corea, Estados Unidos e Italia, y pasaron de los laboratorios de la universidad a la apertura de oficinas en Silicon Valley. El gran trampolín que hoy los tiene operando en San Francisco fue el *World Cup Tech Challenge 2016*, la competencia internacional de Microsoft. Si bien quedaron segundos, lograron llamar la atención de uno de los miembros del jurado que es Director Científico de IndieBio, la mayor aceleradora de biotecnología del mundo, donde les ofreció un espacio durante cuatro meses y una inversión de USD 250.000. Ya lograron captar inversiones por USD 1,7 millones de capitales de Corea, Estados Unidos e Italia, con lo que ampliarán sus laboratorios en Chile. Más recientemente fueron seleccionados por el programa de alimentos y bebidas de Plug and Play, con lo que mantendrán oficinas en Silicon Valley y una conexión directa con gigantes de los alimentos como Hershey's, Tyson, PepsiCo y Panasonic. El modelo de negocios supone un nivel de apuesta en innovación de parte de empresas que, según ellos consideran, no existen en Chile.



3.4 Caso Green Tech Innovation⁹

Lima es una de las ciudades más contaminadas de la región. En ese contexto nació la empresa Green Tech, que desarrolló como innovación un catalizador (EcoEvol) que se coloca en el motor de los vehículos (motocicletas, automóviles, tractores, cisternas de combustible, minería y embarcaciones), permitiéndoles reducir sus emisiones tóxicas entre 60 y 90%, a la vez que eleva el rendimiento de los vehículos en 30%, según pruebas de laboratorio y de campo.

Esto logra marcar la diferencia con los catalizadores convencionales, que pierden potencia al reducir las emisiones. Las tapas están fabricadas de nitrilo pre-expandido, proceso que también creó la empresa, y cuentan con soportes que impiden que gire el catalizador, lo que previene el movimiento y absorbe vibraciones e impactos. La tecnología ha sido adaptada a cuatro productos y funciona hasta en tanques de 400 galones, lo que permite que el diesel almacenado mucho tiempo en camiones no se deteriore y esté listo para ser usado en cualquier momento. Una de las mayores ventajas se da en el caso de la minería subterránea. EcoEvol optimiza el diésel que se utiliza en la maquinaria y reduce las emisiones de monóxido de carbono (CO) en hasta 90%. Gracias a este sistema, mejoran las condiciones laborales, así como la calidad de vida de los trabajadores, quienes ya no están expuestos a contraer enfermedades propias de un ambiente contaminado.

⁹ Este caso se elaboró sobre la base de información de la página web de Innovate Perú, y de conversaciones con el emprendedor Rodrigo Coquis.

Los fundadores son Rodrigo Coquis y Darío Lazo, dos ingenieros peruanos que contaron con el respaldo de un fondo público. El desarrollo del dispositivo comenzó en 2013, cuando Rodrigo era un estudiante de 21 años y decidió acercarse a los laboratorios de la Universidad de Lima con la inquietud de que su viejo automóvil consumía mucho combustible y expulsaba gran cantidad de humo, contaminando el medioambiente. Las bases las obtuvo en el curso de Tecnología Industrial, donde conoció una nueva tecnología que hacía funcionar los automóviles de manera más ecológica. Esta situación lo motivó a investigar más allá de su tesis para desarrollar una tecnología que le permitiera ahorrar en combustible y reducir la emisión de humo contaminante. Después de meses de investigación, desarrolló un prototipo que hizo que su antiguo vehículo funcionara mejor y fuera menos contaminante. Entonces, se dijo “si funciona en mi carro, puede hacerlo en otras unidades automotrices” y se le ocurrió crear un producto similar para unidades más modernas. En ese camino sumó las habilidades complementarias de Darío Lazo, un ingeniero químico de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), con quien había hecho prácticas profesionales. Comprometidos con el proyecto, sacaron un prototipo que se probó en automóviles modernos y funcionó muy bien. Luego lo patentaron como EcoEvol ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi).

Ganaron diversos concursos orientados a fomentar la investigación e innovación científico-tecnológica entre los jóvenes, que les suministraron alrededor de USD 70.000. El dispositivo recibió el apoyo del programa Ideas Audaces de Cienciactiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y también del Ministerio de la Producción (Produce). Los recursos les permitieron instalar una planta piloto, producir e incursionar en el mercado. En la actualidad, tienen una patente en España y tres en Perú, donde contaron con el asesoramiento gratuito de Indecopi, organismo que les otorgó por la invención el “Reconocimiento Anual a la Comercialización del Invento Patentado”. Ya participan de los mercados de Perú, Chile y México y tienen planes de exportar a China, para lo cual cuentan con el asesoramiento de la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PromPerú). Las ventas desde que iniciaron sus operaciones ya superan los USD 100.000.

3.5 Caso Eolo-Pharma¹⁰

ELOO Pharma es un emprendimiento dedicado al diseño, desarrollo y validación de nuevas drogas para el tratamiento de enfermedades metabólicas y cardiovasculares (hipertensión, arterosclerosis y diabetes tipo 2, entre otras). Sobre la base de investigaciones llevadas a cabo durante más de 10 años, el equipo fundador está conformado por investigadores biotecnólogos y químicos del Institut Pasteur de Montevideo y de la Facultad de Química de la Universidad de la República.

Lo integran Pía Garat, ingeniera biotecnóloga e investigadora adjunta y los doctores Carlos Bathyanny, Carlos Escandé y Virginia López, investigadores principales. Pía reconoce la importancia de la materia de Bionegocios y Economía en su trayectoria como emprendedora. Por otra parte, su tesis de grado “Desarrollo de nuevas herramientas biotecnológicas y creación de una empresa para la búsqueda, validación y valorización de nutraceuticos”, fue incubada en Uruguay por BIOESPINN, donde fundó NutraScan, dedicada al desarrollo de productos nutraceuticos (alimentos que poseen un efecto beneficioso para la salud humana).

Luego de probar con animales y corroborar que daban muy buenos resultados en la prevención de estas enfermedades, se hallaron ante el desafío de probarlo en humanos. Para ello, necesitaban dinero y conocimiento de todas las etapas que hay que cumplir en el desarrollo de estos procesos y, como en Uruguay no existía tal apoyo, acudieron al Centro de Innovación Tecnológica Empresarial y Social del Grupo Sancor Seguros de Argentina (CITES). Allí crearon la empresa, con la finalidad de continuar con la investigación, desarrollar estas moléculas y llevar al mercado global este y otros fármacos antiinflamatorios con el potencial de prevenir el desarrollo de enfermedades inflamatorias, metabólicas y cardiovasculares. Fue la primera vez que el Instituto, junto con la Universidad de la República, licenció las patentes de moléculas propias con vistas a convertirlas en un fármaco potencial para la prevención de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias e inmunometabólicas.

En junio de 2017, Pía, actual CEO, se mudó a CITES para empezar la incubación. Más allá de la inversión de casi USD 500.000, recibieron apoyo para la definición del modelo de negocio, la organización de la estrategia, el licenciamiento de las patentes, la generación de nuevas patentes y el diseño de la estrategia de propiedad intelectual, y cuentan con patentes globales. Además, están dando los primeros pasos para llevar a cabo el primer estudio en humanos. La Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) ha respaldado la protección intelectual de las invenciones. En la actualidad, están, junto a CITES, en medio de una ronda serie A con inversores internacionales.

¹⁰ Este caso se elaboró con datos publicados en la página web de CITES, videos en la web de la empresa y varios artículos de prensa.



3.6 Caso Geco¹¹

Esta empresa mexicana fue creada en 2017 por un equipo multidisciplinario que desarrolló un bioplástico fabricado con cáscara de naranja, de fácil y rápida biodegradación. El equipo está conformado por el Dr. Fernando Vázquez Alaniz y la Magíster Marlenne Perales García, ambos de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), quienes tienen a su cargo el desarrollo biotecnológico y la investigación; y Giselle Mendoza Rocha, estudiante de la Licenciatura en Economía del ITESM, campus Monterrey, encargada de la visión empresarial.

Después de realizar diversas pruebas a nivel de laboratorio y construir su propio biorreactor para experimentación, el grupo de científicos creó un plástico biodegradable mediante la bacteria *Gluconacetobacter xylinus*, que se reproduce de manera natural ante la descomposición de la naranja. La degradación de este bioplástico lleva entre 60 y 90 días, mientras que a la naturaleza le toma entre 400 y 1.000 años. Puede ser utilizado como materia prima para textiles, envases y embalajes. Por otra parte, el costo se reduce al utilizar la capacidad propia de la bacteria para producir celulosa, ya que utilizando la cáscara de naranja como fuente de carbono, reducen el costo. Han producido cantidades a nivel de laboratorio sobre la base de cáscaras recibidas sin costo de parte de jugueras y productores, con lo que han evaluado sus características y degradabilidad.

La idea surgió del contacto, en 2015, entre la estudiante Giselle Mendoza (21) y la Profesora en Biotecnología Marlenne Perales, al comprobar que México es el quinto productor mundial de naranjas y que la mitad de su peso se desecha, siendo foco de contaminación y generación de enfermedades respiratorias. Por lo tanto, su reciclaje para generar plásticos rápidamente biodegradables podría tener un doble impacto ambiental positivo. Giselle y

¹¹ Este caso se elaboró con datos de la Agencia Informativa Conacyt y Tec Review Ambiente.

Marlenne se repartieron, según su especialidad, la realización de las primeras investigaciones de viabilidad comercial y técnica, respectivamente. Marlenne, ex becaria de Conacyt, ha sido alumna del doctor Vázquez Alaniz, especialista en biotecnología molecular y microbiología, con quien adquirió conocimientos para manipular microorganismos con fines industriales. En 2016, integraron al doctor Vázquez para dar mayor respaldo científico al equipo. Con sus propios recursos, lo primero que hicieron fue comprobar que podían producir celulosa en el laboratorio. Compraron una cepa certificada por *American Type Culture Collection* y usaron medios de crecimiento anteriormente reportados. Después experimentaron con la cáscara de naranja; exploraron la posibilidad de aumentar la producción natural de la bacteria, e idearon una estrategia de ingeniería genética para producir cantidades mucho más significativas y rentables económicamente.

Otro de los puntos interesantes es que la bacteria se produce cuando ocurre la descomposición natural del fruto en condiciones ambientales, sin requerir un medio de cultivo con características específicas de laboratorio. Su próximo objetivo es aumentar el rendimiento mediante una modificación genética de la bacteria que les permita producir hasta 150 gramos de celulosa por litro de medio de cultivo, y tienen previsto poner en funcionamiento su primera planta piloto y comercializar el producto próximamente. Geco ya ha llamado la atención de grandes empresas como Bimbo, Jumex, Toks, Goss, Griffith y Reyma, siendo esta última la empresa mexicana más relevante en materia de producción de plásticos.

3.7 Caso Bioceres¹²

Esta empresa basada en el conocimiento provee soluciones enfocadas en la productividad de los cultivos, incluidas las semillas, los inoculantes y los fertilizantes. Una particularidad de Bioceres es su configuración emprendedora, ya que fue fundada por productores agrícolas de Rosario (Santa Fe, Argentina) y cuenta con alianzas con el mundo científico. Otra tiene que ver con el momento de su nacimiento, diciembre de 2001, en medio de una crisis de la economía argentina.

La visión de largo plazo era revolucionar los agronegocios sobre la base de la biotecnología, y la empresa logró imponerse a la complejidad de la coyuntura. Los productores argentinos ya habían comprobado la estrecha relación que existe entre la biotecnología y el rendimiento del trabajo agrícola desde que, a fines de la década de 1980, llegaron las semillas modificadas genéticamente desarrolladas por grandes multinacionales como Monsanto. Su gerente general, Federico Trucco, es graduado en Bioquímica por la Universidad de Luisiana (EE. UU.) e hijo de uno de los fundadores de Bioceres.

La idea surgió en el marco de reuniones y congresos de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid), una organización no gubernamental creada en 1989 con el fin de promover esa tecnología para cultivar la tierra sin tener que ararla previamente, y que tiene en Argentina la tasa de adopción más alta del mundo, en torno a 80%. Uno de sus fundadores fue Gustavo Grobocopatel, dueño del grupo empresarial Los Grobo, un ícono de la agricultura moderna argentina. El objetivo inicial era conectar inversores con el mundo científico argentino, pero como no resultaba sencillo terminaron siendo los mismos productores quienes, en número de 23, colocaron cada uno un pequeño capital semilla para nutrir de los primeros recursos a la empresa. A partir de allí, debido a las necesidades de capitalización permanente, siguieron sumando socios hasta llegar a los 305 actuales, de los cuales 90% siguen siendo productores agrícolas, mientras que el resto incluye grandes cooperativas, empresas agroindustriales y varios miembros de AACREA, la gremial de los establecimientos agrícolas más importantes de la región. Ninguno supera el 5% de participación accionaria. Esta configuración empresarial permitió hacer frente a 15 años de inversión en investigación científica y quebrantos económicos antes del despegue.

En 2011 se unió a Arcadia Biosciences, una firma estadounidense con experiencia en regulación internacional y titular de una amplia cartera de derechos de propiedad intelectual. En 2015, se convirtió en la primera empresa del mundo en obtener la aprobación regulatoria de una soja modificada genéticamente para resistir la sequía, una tecnología que está replicando en otros cultivos. Las investigaciones se realizaron en cooperación con científicos del CONICET, el principal organismo público dedicado a la promoción de la ciencia en Argentina, socio de Bioceres en su subsidiaria dedicada a la investigación y el desarrollo

¹² Este caso se elaboró sobre la base de noticias en diversos medios periodísticos.

(Indear). Por otra parte, compraron en USD 100 millones más del 50% de Rizobacter, empresa líder en microbiología con ventas a más de 30 países, a fin de potenciar su capacidad de comercializar los nuevos productos. Por otra parte, generaron una alianza con una empresa de Córdoba para producir y vender enzimas de uso industrial a partir de plantas genéticamente modificadas. En 2016, comenzó a funcionar una planta para producir quimosina bovina, una enzima clave para la fabricación de quesos. Con una tecnología similar planean empezar a producir, en alianza con YPF, una enzima para fabricar biocombustibles de manera más eficiente. Su desafío más importante fue salir a cotizar en Wall Street en medio del contexto económico argentino. Para lograrlo, llevó a cabo un *reverse merger*; es decir, compró una empresa que ya formaba parte del panel, Union Acquisition Corp.

3.8 Caso Inmotion Group¹³

La empresa es una *spin-off* de la Universidad EAFIT de Medellín, Colombia, que se dedica al diseño, fabricación y comercialización de soluciones de movilidad sustentables para el transporte de personas y de carga. Han desarrollado un scooter eléctrico; una bicicleta eléctrica de pedaleo asistido para terrenos complicados; un vehículo utilitario, y sistemas de movilidad corporativa.

El equipo emprendedor está compuesto por tres ingenieros de diseño de producto, Mauricio Londoño, Manuela Calle Escobar y Juan Carlos Hernández Pérez, y el ingeniero mecánico Santiago Pérez Cardona, todos egresados de EAFIT.

Estos desarrollos son el resultado de cinco años de trabajo de investigación dentro de la universidad junto al grupo de investigación (GRID) de la Facultad de Ingeniería de Diseño, integrado por un doctor en ingeniería de sistemas mecánicos del Politécnico de Milán y tres ingenieros en diseño, magísteres en ingeniería de la Universidad EAFIT. A nivel empresarial, el punto de partida fue la empresa de prototipaje rápido e impresión 3D que tenían dos de los socios, quienes convocaron a un tercero para transformarla en una nueva empresa enfocada en temas de movilidad y medio ambiente. La *spin-off* trabaja de la mano del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de EAFIT en el desarrollo de nuevos productos, la consolidación del portafolio y la comercialización. En su momento, también recibieron el apoyo de Parque E en la definición del modelo de negocio, las estrategias de comercialización, el desarrollo de la marca, así como en la integración con otra empresa acompañada por Parque E que trabaja con energía solar, con la cual están emprendiendo un nuevo desarrollo.

¹³ Este caso está basado en datos publicados por EAFIT en su página web y en artículos de diversos medios periodísticos.

Primero, desarrollaron un kit de asistencia al pedaleo en terrenos ascendentes a partir del principio básico de la fricción, pero con una innovación que tiene que ver con la capacidad de responder a las necesidades específicas de cada pendiente. Sobre la base de un mapeo y una geolocalización, cuando el usuario lo enciende, el sistema establece su ubicación en la ciudad y determina los grados de la pendiente y la asistencia requerida. La inspiración surgió de una idea presentada en una convocatoria para mejorar la calidad de vida de Ruta N, a la que se presentaron 4.200 personas. Entre ellos estaba Darién Osorno Ramírez, quien propuso desarrollar un mecanismo que ayudara a subir en bicicleta las complicadas lomas de Medellín, algo que él mismo debía hacer cuando se desplazaba desde su casa hasta su centro de estudio o visitaba a algún amigo.

Luego avanzaron en el desarrollo de las bicicletas eléctricas, que ya llegaron a la exposición Eurobike en Alemania y a las calles de Medellín. La Universidad, por su parte, también colabora en la comercialización al ofrecer la posibilidad de adquirirla en su tienda y al facilitar su compra por docentes y empleados administrativos, quienes pueden deducir el pago de la nómina y financiarla con el apoyo del Departamento de Negocios Institucionales.

En suma, los casos anteriores dan cuenta de lo importante que sería para los países de la región aumentar la cantidad de empresas de este tipo. Ello permitiría, según pudo verse, capitalizar los esfuerzos en I+D y transformarlos en soluciones para los problemas y desafíos de la sociedad y de las empresas. A su vez, de la mano del perfil de los recursos humanos involucrados, pueden contribuir a la diversificación de la estructura productiva, y llevan a pensar que es un camino posible. Sin embargo, para multiplicar su protagonismo y su impacto se requiere comprender los factores que inciden sobre su nacimiento y desarrollo. En la próxima sección se presenta evidencia acerca de las condiciones existentes para que los ECT prosperen en América Latina desde la perspectiva sistémico-organizacional planteada.

Los casos seleccionados cuentan con una serie de aspectos que tienden a repetirse, aun cuando puede observarse la diversidad de perfiles tanto a nivel de los equipos emprendedores y los ámbitos en los que han surgido como de sus procesos emprendedores. De todos modos, existen algunos ingredientes que pueden identificarse en la mayoría como parte de sus historias y logros, tal como se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1. Aspectos destacados de los casos de ECT

Proceso	Logros
Fuentes combinadas de conocimiento I+D ligada a la resolución de problemas/desafíos	Inversiones privadas
Diversidad de perfiles emprendedores Intervención o vinculación con el mundo científico	Conquista de grandes clientes
Apoyo público a la investigación y a la creación de empresas	Reconocimiento público en medios de comunicación

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los casos de estudio.

4. CONDICIONES PARA EL SURGIMIENTO DE EMPRENDIMIENTOS DE BASE CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN

En esta sección se analizan las condiciones existentes para el surgimiento de ECT en la región. El análisis se realiza tomando en consideración el enfoque sistémico-organizacional presentado anteriormente. Para ello, se presenta en primer lugar una caracterización general de las fortalezas y debilidades de los países sobre la base del índice de condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico¹⁴ (ICSEd-Prodem). Luego, se profundiza el análisis de los factores específicos que tienen una especial incidencia en el surgimiento de ECT, complementando la información del ICSEd-Prodem con los resultados de una consulta respondida por cerca de 50 informantes clave de países de la región.¹⁵

4.1 Debilidades y fortalezas de los ecosistemas de emprendimiento de la región

En el ranking ICSEd-Prodem 2019, que evalúa las condiciones sistémicas de 66 países para el surgimiento de empresas dinámicas e innovadoras, los países de la región se posicionan debajo de la mitad de la tabla, con Chile a la cabeza en la posición 36. Le siguen, completando los primeros cinco lugares, México (42), Argentina (44), Costa Rica (46) y Uruguay (49).

En el gráfico 3, se compara la posición de los países latinoamericanos con la frontera internacional en las 10 dimensiones del ICSEd-Prodem. Las principales debilidades de la región se dan en “Plataforma de ciencia y tecnología” (7,7 puntos, en promedio) y “Estructura empresarial” (16,5 puntos), cuyos perfiles no contribuyen significativamente a la innovación.

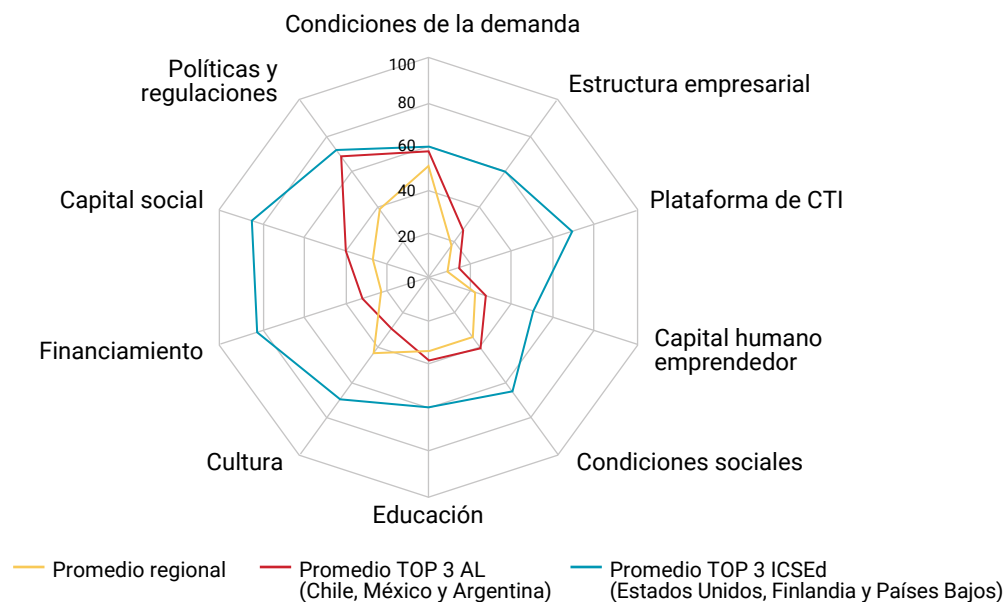
¹⁴ El índice se estructura en torno a tres ejes que explican: i) el surgimiento de emprendedores potentes; ii) las condiciones para identificar oportunidades de negocios dinámicas e innovadoras, y iii) factores que inciden en la conversión de los proyectos en empresas y su desarrollo posterior. En cuanto a las dimensiones que integran cada eje, en el primer caso son las condiciones sociales de las familias para acceder a oportunidades de progreso, la cultura y el sistema educativo. En el segundo eje están las condiciones de la demanda, la estructura empresarial y la plataforma de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). En el tercer eje son el capital social, el financiamiento y las políticas y regulaciones (Kantis, Federico e Ibarra García, 2014).

¹⁵ Respondieron esta consulta informantes de Argentina (5), Brasil (4), Chile (5), Colombia (4), Costa Rica (3), México (6), Perú (4), Panamá (3), Paraguay (3) y Uruguay (3). Su utilización tiene como objetivo obtener un panorama netamente cualitativo, sin pretender representatividad estadística alguna.

Es decir, las condiciones científicas, tecnológicas y empresariales existentes son relativamente débiles para la generación de oportunidades económicas que puedan dar lugar a emprendimientos basados en las mismas. Otras deficiencias se refieren a la disponibilidad de “Capital humano emprendedor orientado al riesgo y el crecimiento” (21,8 puntos), “Financiamiento” (24,2 puntos) y “Capital social para la construcción de redes de contacto” (27 puntos). De este modo, no solo existen limitaciones en cuanto a los factores que inciden sobre las oportunidades, sino también en cuanto a la base de emprendedores con capacidades para construir propuestas de valor innovadoras y al acceso a los recursos para concretar los proyectos en empresas. Estas debilidades no se ven sustancialmente alteradas si, en lugar del promedio regional, se toma el de los tres países que lideran la región.

Las mayores fortalezas de estos tres países se registran en la dimensión “Políticas y regulaciones”. Los valores de esta dimensión son los que más se aproximan a los tres países con mejores condiciones sistémicas a nivel internacional (72), así como también los que más se distancian del promedio regional (41). Ello ocurre en un contexto caracterizado por una fuerte actividad de los gobiernos para promover el emprendimiento. En efecto, el Monitor de Políticas de Emprendimiento Dinámico e Innovador de América Latina contabilizó 66 iniciativas en 13 países en los dos últimos años, 42 de las cuales corresponden al lanzamiento de nuevos instrumentos o medidas. Del otro lado, en el campo de las regulaciones, los avances son más recientes y se observan brechas importantes con respecto a los países más avanzados, en variables tales como el cierre de empresas (57 vs. 95), las normas que rigen las exportaciones (75 vs. 95) y la presión impositiva (58 vs. 86).

Gráfico 3. Condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico e innovador: América Latina y la frontera internacional



Fuente: ICSEd-Prodem (2019).

Otra dimensión relativamente favorable, aunque en niveles más modestos, tiene que ver con las “Condiciones de la demanda” (56 puntos). Sin embargo, en esta dimensión conviven aspectos positivos, como el tamaño de mercado de algunos países y el dinamismo de otros, o la competitividad junto con mayores limitaciones en la calidad de la demanda (0,48 vs. 0,84), una cuestión especialmente ligada a la innovación. En efecto, esta situación expresa la priorización de la variable precio por parte de los compradores, frente a atributos más sofisticados que intervienen en las decisiones de compra y que suelen abrir más oportunidades para los emprendimientos innovadores.

4.2 Factores clave para el surgimiento y desarrollo de los ECT

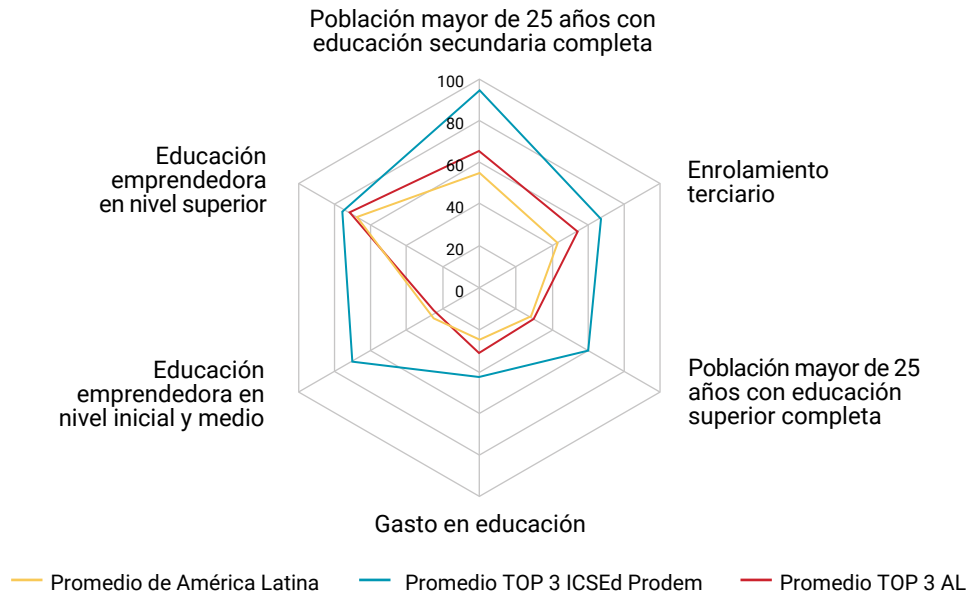
En el contexto de las debilidades y fortalezas propias de la región para generar empresas innovadoras dinámicas, comentadas más arriba, en los párrafos siguientes se profundiza el análisis de las condiciones específicas que afectan a los ECT.

El papel de las instituciones educativas en la génesis

El surgimiento de emprendedores es el resultado de un proceso formativo de largo aliento, donde las instituciones educativas pueden jugar un papel clave. En particular, las universidades ofrecen un contexto estratégico para los ECT, no solo por el potencial que surge de los resultados de los proyectos de investigación, sino también por el conocimiento que circula en forma más amplia a través de profesores, egresados y estudiantes de maestrías, doctorados e incluso de pregrado en las distintas actividades que tienen lugar en las casas de altos estudios.

La información del ICSEd-Prodem permite caracterizar la situación regional en materia de educación teniendo en cuenta cuestiones tales como: i) acceso a la educación; ii) generación de graduados; iii) recursos invertidos en el sistema, y iv) avances alcanzados en la educación emprendedora en los distintos niveles. En la dimensión “Educación”, los valores se ubican, en promedio, un poco por encima de la mitad de los tres líderes internacionales (33 vs. 59,3); elevándose en algo menos de 20% en el caso de los líderes regionales (38,4) (gráfico 4).

Gráfico 4. Educación y emprendimiento: América Latina y la frontera internacional



Fuente: ICSEd-Prodem (2019).

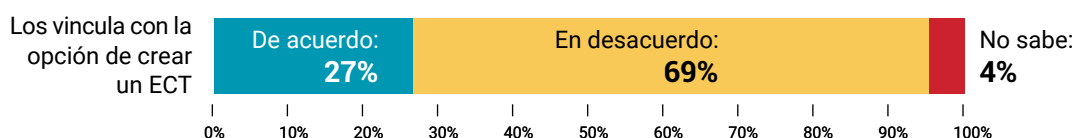
El rezago de la región en la dimensión “Educación” se explica por la más baja inscripción de estudiantes en las instituciones terciarias (43 vs. 67) y, aun en mayor medida, por la brecha observada en la generación de graduados (28 vs. 59). La situación de los tres líderes de la región es un poco más favorable en lo que respecta al nivel de inscripción en el nivel terciario, aunque no en materia de graduación. Estas diferencias se ven acentuadas en ciertas áreas críticas como las ciencias e ingenierías, donde los graduados alcanzan un valor medio de 17,1 frente a 25 en los dos países más avanzados (Senén Barros, 2014).

Por otra parte, el limitado avance de la educación emprendedora observada en los niveles iniciales y medios del sistema (27 vs. 70) contrasta con la situación de las universidades (70 vs. 76). Si bien no se dispone de información que permita evaluar la cobertura poblacional alcanzada por las actividades que buscan desarrollar las capacidades emprendedoras en los estudiantes, así como también su calidad y efectividad, es posible afirmar que las universidades son el eslabón más avanzado del sistema en materia de educación emprendedora, ofreciendo por lo tanto una plataforma que debe ser perfeccionada y capitalizada para el desarrollo de los otros niveles y de los ecosistemas en general.

No obstante, según la opinión de los informantes clave, en las universidades de la región aún restaría avanzar en la introducción de actividades que sensibilicen y desarrollen capacidades emprendedoras en los ámbitos formativos de los futuros investigadores (por ejemplo, maestrías y, especialmente, doctorados). Más de 2 de cada 3 informantes clave consultados coincidió con este punto de vista, respuesta que fue unánime en Argentina, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay, y mayoritaria en Chile, Costa Rica y Ecuador. Distinto

es el caso de México, Brasil y Colombia, donde las opiniones fueron más favorables, aunque de todos modos estuvieron repartidas (gráfico 5). Es muy posible que la mirada más positiva de algunos informantes aluda a la existencia de iniciativas que son de su conocimiento, aun cuando no se trate de algo generalizado.

Gráfico 5. La formación de futuros investigadores



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

Empresas, capacidades científico-tecnológicas y emprendimiento innovador

Los países de la región tienen fuertes desventajas en lo que respecta al perfil empresarial predominante, así como también a nivel de los esfuerzos y la producción de ciencia y tecnología para el emprendimiento dinámico e innovador. Por un lado, es muy baja la inversión en investigación y desarrollo (I+D) de las empresas privadas, algo que en los países más avanzados es un componente central de la innovación.¹⁶ Ello sucede en el marco de estructuras productivas dominadas por actividades intensivas en recursos naturales y en la eficiencia, antes que en la tecnología o el conocimiento. Además, el grado de articulación y colaboración entre empresas es mucho más limitado,¹⁷ como también la competitividad y la productividad.¹⁸

No obstante, en las últimas tres décadas han tendido a surgir empresas tecnológicas en varios países, especialmente ligadas al mundo de las tecnologías de la información; a su vez, en unos pocos países y de forma mucho más incipiente, han surgido empresas ligadas a la biotecnología. El primer grupo ha tendido a verse reforzado por la irrupción de las tecnologías digitales y la revolución 4.0, de la mano de *start-ups* de *fintech* y *agrotech*, así como también, en menor medida, de inteligencia artificial y *big data*, entre otras. Lentamente, sin que aún pueda afirmarse que se ha verificado un cambio estructural profundo, el paisaje empresarial ha tendido a sofisticarse en varios países de la región (Tecnolatinas, 2017). Entre las grandes empresas, incluso entre las líderes, destacan algunas tecnológicas que han nacido en los últimos 20 años.

¹⁶ Esta inversión privada equivale a 0,10% del PIB en promedio, con un máximo de 0,50% en Brasil vs. 3,12% de los tres países que lideran el ranking del índice de condiciones sistémicas.

¹⁷ Alcanza un puntaje de 0,36 en promedio y 0,41 en los top 3 de la región vs. 0,9 en los tres primeros a nivel internacional del índice.

¹⁸ La competitividad industrial con respecto a los top 3 del índice equivale a 20% en promedio y casi 40% en el caso de los tres que lideran el ranking regional del índice de condiciones sistémicas para el emprendimiento.

En este escenario, también se observa un aumento en el interés de las grandes empresas por la innovación abierta, en buena medida debido a la percepción de la amenaza competitiva asociada a la irrupción de nuevos modelos de negocio de la mano de las nuevas tecnologías. Es por ello que, en forma incipiente, está creciendo el número de grandes empresas que trabajan con *start-ups* en el marco de estrategias de innovación abierta y no solo se trata de las tecnológicas, sino de empresas grandes de diversos sectores. De este modo, comienzan a seguir a las tendencias observadas a nivel global (Kantis, 2018).

Cuadro 2. Variables clave de la plataforma de CTI: América Latina y la frontera internacional

	Plataforma de CTI (Subíndice)	Producción de CyT	Gasto en I+D Estado y universidades (% del PIB)	Gasto en I+D empresas (% del PIB)	Investigadores / PEA
Promedio TOP ICSEd Prodem	●	●	●	●	●
Promedio TOP América Latina	●	●	●	●	●
Promedio regional	●	●	●	●	●
Argentina	●	●	●	●	●
Bolivia	●	●	●	●	●
Brasil	●	●	●	●	●
Chile	●	●	●	●	●
Colombia	●	●	●	●	●
Costa Rica	●	●	●	●	●
Ecuador	●	●	●	●	●
El Salvador	●	●	●	●	●
Guatemala	●	●	●	●	●
México	●	●	●	●	●
Panamá	●	●	●	●	●
Perú	●	●	●	●	●
República Dominicana	●	●	●	●	●
Uruguay	●	●	●	●	●
Venezuela	●	●	●	●	●

● Alto (mayor a 80 puntos) ● Medio (entre 60 y 40 puntos) ● Bajo (menor a 20 puntos)
● Medio alto (entre 80 y 60 puntos) ● Medio bajo (entre 40 y 20 puntos)

Fuente: ICSEd Prodem (2019).

Nota: PEA = Población económicamente activa.

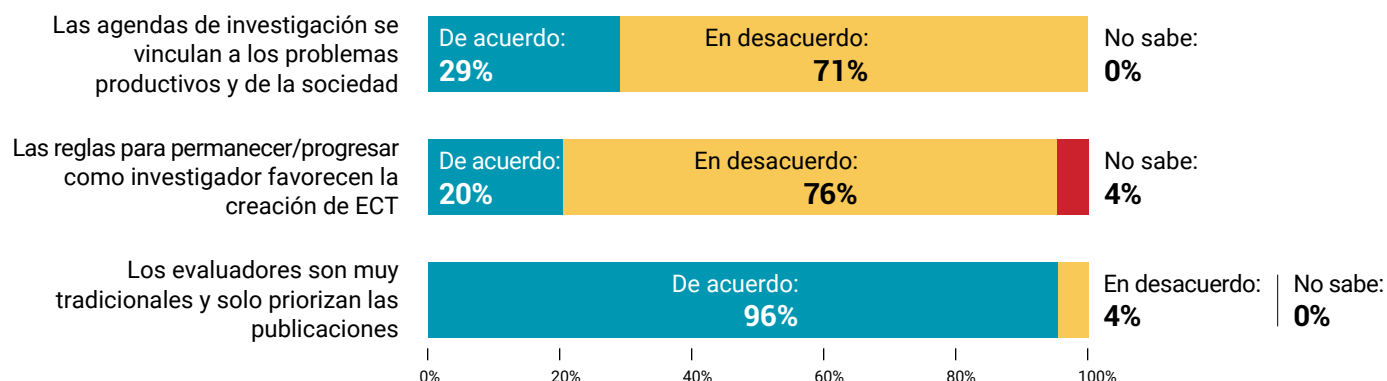
El grueso de las actividades de I+D, sin embargo, continúa teniendo lugar en las universidades y las instituciones públicas, aun cuando en los países más avanzados las empresas participan en forma más activa. La mayor parte de los países de América Latina invierte

bastante menos del 1% del PIB en I+D, mientras que los líderes superan el 2%. La inversión de la universidad y el gobierno como porcentaje del PIB en la región equivale en promedio a un quinto en comparación con los países más avanzados a nivel internacional. Otro tanto puede decirse acerca de la cantidad de investigadores respecto de la PEA. El promedio regional no llega a 1 investigador cada 1.000 personas, destacándose por encima de este valor Argentina (2,7) y Brasil (1,8). Cabe recordar que el promedio de los tres países con mejores condiciones para el emprendimiento innovador a nivel global es de 15 investigadores cada 1.000 personas. Las diferencias en los esfuerzos también se aprecian en los resultados. En promedio, la producción regional de ciencia y tecnología, según la medición del *Global Innovation Index*, no llega a ser el 10% de la de estos países. Incluso Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, los más destacados de la región, se ubican entre 20% y 15% (cuadro 2).¹⁹

La situación descrita requiere del despliegue de esfuerzos sostenidos para incrementar la inversión en I+D. Asimismo, la agenda de política científica e innovación también debe impulsar una mayor orientación de las actividades de I+D hacia la solución de problemas productivos y sociales y en las capacidades de transferencia y fomento de ECT.

Por otra parte, los informantes clave consultados señalaron la ausencia de condiciones habilitadoras a nivel de las reglas de juego que rigen la vida de los investigadores (gráfico 6). Tres de cada 4 indicaron que las mismas no favorecen la creación de ECT y más del 80% enfatizó la fuerte orientación de la investigación hacia las publicaciones. Esta es la situación predominante en todos los países, lo que sugiere que, junto con el aumento de la inversión en I+D, se debería buscar una mayor vinculación de tales esfuerzos con los desafíos de la sociedad y las empresas, y prestar mayor atención a su potencial de comercialización.

Gráfico 6. Incentivos de los investigadores



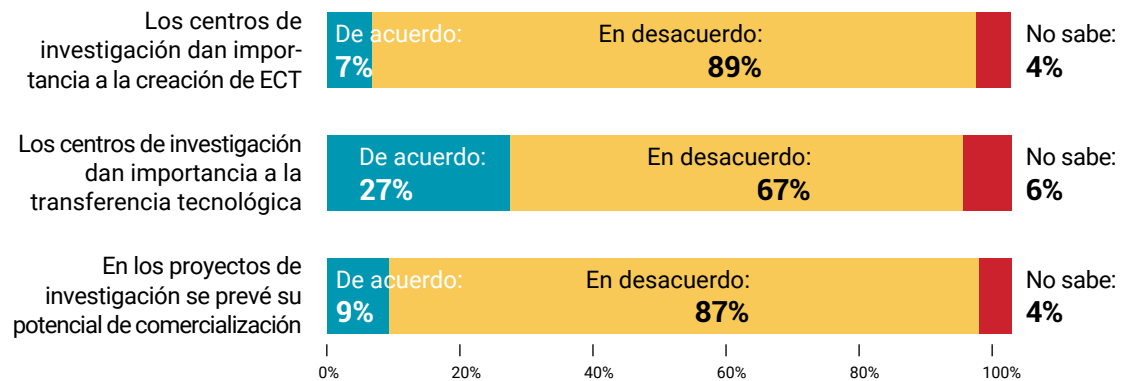
Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

¹⁹ Lo mismo puede decirse respecto de la solicitud de patentes. Mientras los tres países con mejores condiciones sistémicas a nivel mundial registran un promedio de 13, dicho promedio es de 0,5 en la región y de 0,8 en los tres que lideran el ranking regional (Global Innovation Index).

Con respecto al plano institucional, 2 de cada 3 informantes consultados indicaron que los institutos de investigación no otorgan importancia a las actividades de transferencia (gráfico 7). Esta cifra se eleva a 90% en el caso de la creación de ECT. Si bien en algunos países como Chile, Colombia y Costa Rica existen institutos y centros de investigación que están otorgando importancia a la transferencia, solo en Brasil el interés también engloba a la creación de empresas.

La baja dedicación de los investigadores hacia actividades de transferencia y creación de ECT suele estar asociada con las normas que rigen la permanencia y promoción en la carrera de investigación, las cuales suelen prestar importancia casi exclusiva a las publicaciones en revistas académicas como criterio de evaluación. Esta es la situación predominante en la región según 3 de cada 4 informantes. Solo en Colombia han predominado las opiniones en sentido contrario. Esta situación se ve agravada en la práctica concreta, debido a que quienes administran estas normas suelen tener un perfil muy tradicional y rígido. Las opiniones son casi unánimes en este aspecto (98%), lo que implica que no alcanza con introducir cambios en las normativas para reconocer la importancia de la transferencia y la creación de ECT si ello no está acompañado de una transformación mayor, que abarque la práctica de los evaluadores. De lo contrario, la cantidad de académicos interesados en involucrarse será muy inferior a la potencial.

Gráfico 7. La importancia de la transferencia en los centros de investigación



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

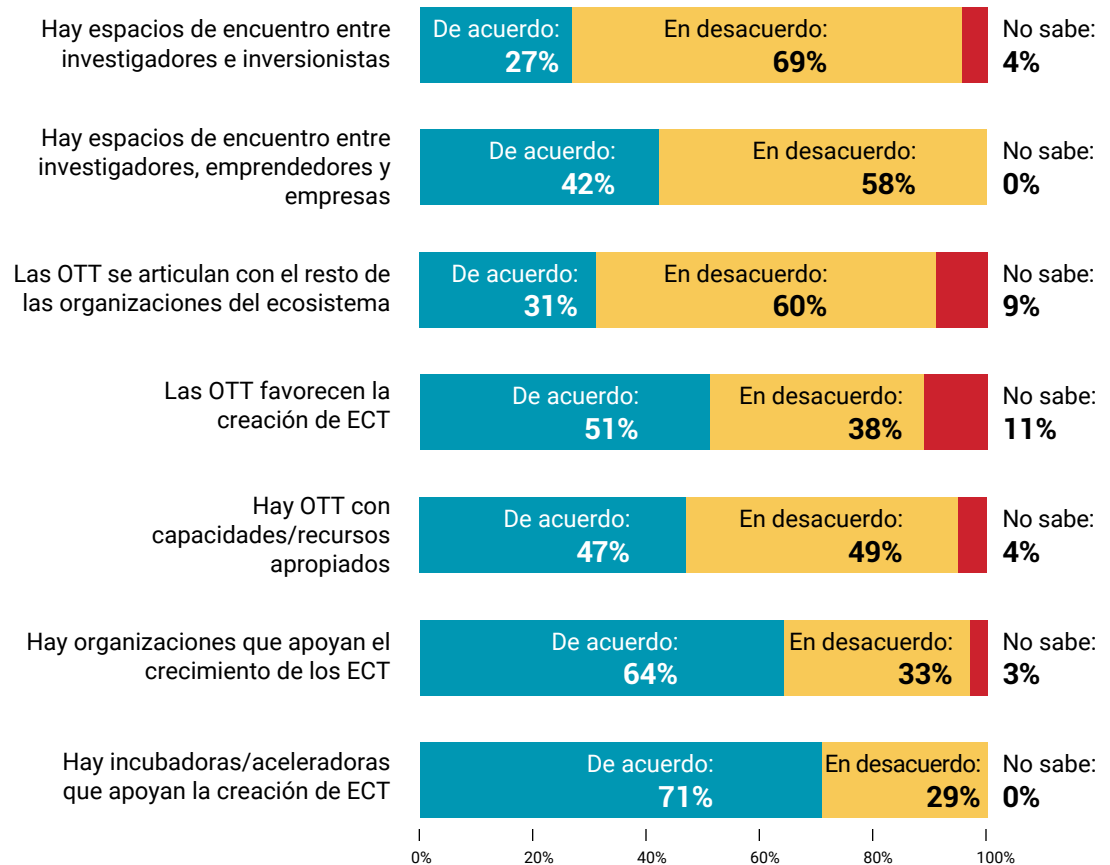
Por otra parte, existen reglas de juego que definen aspectos muy relevantes, como la posibilidad de que la actividad académica y científica conviva con la dedicación de tiempo al proceso de creación de un ECT o a la gestión de la nueva empresa, una vez que ha nacido. Lo mismo en lo que respecta a la participación en la propiedad intelectual y en el paquete accionario de la nueva empresa. Todo ello define condiciones más o menos facilitadoras y estimulantes de la actividad emprendedora. En tal sentido, la opinión predominante fue que se carece de normas flexibles que permitan, sin demasiadas restricciones, la participación en el paquete accionario (80%), así como que los investigadores le dediquen tiempo a la creación y a la gestión de la nueva empresa (73% y 80%, respectivamente). En Ecuador, México, Panamá, Paraguay y Perú, varios de ellos indicaron que se carece de normas claras que regulen la participación en la propiedad intelectual de los resultados de las investigaciones. Además, en Chile, México, Panamá y Perú, los informantes tendieron a coincidir, mayoritariamente, en torno a la existencia de normas nacionales que inhiben la participación de los investigadores en la creación de una empresa.

Así, los investigadores están inmersos en culturas organizacionales poco favorables al emprendimiento, reforzando las características que en tal sentido se observan al nivel de la sociedad en su conjunto en la mayoría de los países. Según el índice de Prodem, incluso en los tres países de la región, la cultura alcanza valores inferiores a la mitad respecto de los tres líderes internacionales (30,4 vs. 69,5), lo cual se debe, en primer lugar, al limitado estatus del que gozan los emprendedores en la sociedad (18 vs. 66).²⁰ En otras palabras, existe un margen importante para avanzar en la reforma de regulaciones institucionales que inciden forjando culturas organizacionales y comportamientos individuales adversos al emprendimiento en el mundo académico y científico, o bien que establecen ambigüedades en algunos de estos aspectos.

Otro capítulo de gran importancia, una vez que surgen las ideas emprendedoras, tiene que ver con la existencia de instituciones de transferencia que impulsen y acompañen el proceso de creación de los ECT. Más concretamente, oficinas de transferencia, incubadoras o aceleradoras. En el primer caso, el surgimiento de las oficinas de transferencia en la región ha tenido un comienzo muy incipiente en la década de 1990, y ha crecido en años más recientes, concentrándose por lo general en algunas instituciones y países (Senén Barros, 2014). La consulta a los informantes clave buscó conocer si existen oficinas que cuenten con capacidades apropiadas y que favorezcan la creación de ECT. Los países con mejores condiciones en este campo serían Brasil, Colombia y México, dado que la opinión predominante ha sido positiva en ambas cuestiones. En el otro extremo se expresaron los informantes de Costa Rica, Ecuador y Uruguay, donde estas oficinas no están desempeñando su papel. En Chile y Perú, por su parte, algunos reconocieron la existencia de estas oficinas, aunque no así su contribución al emprendimiento.

²⁰ La excepción son Bolivia, Brasil, Colombia y Guatemala, donde el estatus social del emprendedor se ubica en valores muy superiores.

Gráfico 8. Oficinas de transferencia tecnológica (OTT), espacios de *networking* e incubadoras



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

Una parte muy relevante del rol de estas oficinas consiste en vincular a los emprendedores con otros actores del ecosistema, dado que estos cuentan con limitaciones de capacidades y contactos, así como también de recursos. Estas articulaciones deberían favorecer la construcción de equipos mixtos donde los perfiles investigadores y académicos se conjuguen con otros más empresariales, así como el acceso a instrumentos de apoyo públicos junto con el encuentro con potenciales inversores. Todo lo anterior cobra particular importancia en contextos como los de los países latinoamericanos, en los que no abundan los gerentes tecnológicos, mentores e inversores con experiencia en empresas de este tipo. Además, debe recordarse que la falta de capital social es una de las debilidades sistémicas más importantes de la región, lo que dificulta el desarrollo de estas redes de contacto.

Al respecto, la mayoría de los informantes señaló que existen déficits en la generación de estos puentes con incubadoras y aceleradoras, así como también que suelen faltar espacios que vinculen a investigadores, emprendedores, inversores y empresas (gráfico 8). Esta situación es la más común, verificándose en los casos de Chile, Panamá, Paraguay, Perú

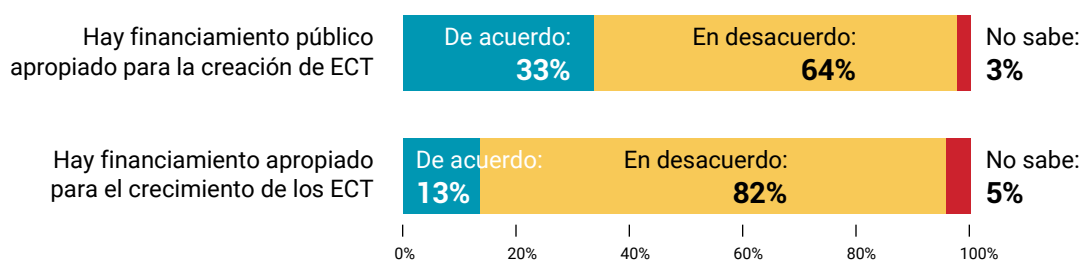
y Uruguay, y también en Ecuador en lo que respecta a los puentes con inversores. Distinto es el caso de Brasil, con el escenario más favorable, dado que predominan quienes afirman que las oficinas trabajan articuladamente y que existen espacios de encuentro entre emprendedores, investigadores, empresas e inversores. En Costa Rica y Colombia también existiría un trabajo articulado, aunque faltarían espacios de vinculación, en el primer caso a nivel general y en el segundo en lo que respecta a la generación de lazos con los inversores. En México, las opiniones aparecen más divididas, mientras que en Argentina la opinión es crítica en lo que respecta a la vinculación generada por las oficinas de transferencia, aunque se reconoce la existencia de espacios de vinculación más allá de su accionar.

Muy distinto es el panorama en lo que respecta a la existencia de incubadoras y aceleradoras que ayuden a la creación de ECT y, en menor medida, de organizaciones que favorezcan su crecimiento. Tres de cada 4, en promedio, reconocieron a las primeras y algo menos de dos tercios, a las segundas. Sin embargo, estos promedios esconden situaciones heterogéneas entre países. Por un lado, están los países con un claro predominio de quienes afirman la existencia de apoyos de organizaciones tanto para crear como para hacer crecer un ECT. Tal es la situación de Argentina, Brasil, Costa Rica, México y Uruguay. Perú se ubica en el otro extremo, siendo mayoría quienes señalaron que se carece de una plataforma de apoyos especializados para el caso de los ECT. En el medio, los informantes de Chile, Colombia y Panamá opinaron positivamente en lo que hace a la fase de creación, aunque en los dos primeros no ocurre lo mismo en lo que respecta al acompañamiento del proceso de crecimiento empresarial, mientras que en Colombia y Ecuador las opiniones están repartidas. En otros términos, no existe una situación homogénea.

Financiamiento temprano y políticas públicas

La disponibilidad de financiamiento público y privado para crear y, en especial, para hacer crecer los ECT, es baja en la región (gráfico 9). En efecto, dos tercios de los informantes clave, en el primer caso, y 80% en el segundo, aportaron una visión desfavorable. Únicamente en los casos de Brasil, Chile, Costa Rica y Paraguay la mayoría indicó que existen recursos para financiar la fase de creación, pero no así para hacer crecer un ECT.

Gráfico 9. **Financiamiento de ECT**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

Esta mirada de los informantes clave coincide con los datos disponibles sobre la industria de capital emprendedor. Los avances registrados en el desarrollo de una industria privada de capital emprendedor se circunscriben a algunos países, como por ejemplo Brasil y México y, en menor medida, Argentina y Chile. Incluso en estos casos existe un largo camino por recorrer a nivel de la inversión en emprendimientos en general y en ECT en particular.

Recuadro 2. La industria de capital de riesgo latinoamericana

Si bien esta industria aún se encuentra en una etapa embrionaria, los últimos años han sido de expansión, de la mano de la irrupción de jugadores globales y del impulso a su desarrollo por parte de los gobiernos a través de distintos mecanismos. De acuerdo con LAVCA, en 2018 el volumen de las inversiones de capital de riesgo prácticamente se duplicó, rozando los USD 2.000 millones, frente a USD 1.100 millones en 2017 y USD 500 millones en 2016. Brasil concentró 55,9% de las operaciones (259), con USD 1.300 millones, seguido de México, con 20,5% (95) y USD 175 millones. El tercer lugar, en términos de cantidad de operaciones lo ocupó Chile (49), con USD 46 millones, aunque en volumen Colombia lo superó, con USD 334 millones. Argentina, por su parte, sumó USD 84 millones con 19 operaciones y Perú, con 11, concretó USD 16 millones. Más de la mitad de los USD 2.000 millones invertidos (60%) corresponden a capital para expansión (24 operaciones) y el resto a capital semilla y capital emprendedor (437 operaciones).

El perfil de la inversión es muy concentrado. Las cinco operaciones más importantes representan 60% del total y otro tanto ocurre a nivel sectorial, con logística y distribución reuniendo casi la mitad del monto total (46%), seguido por el sector *fintech* (25%) y transportes (7%). La cantidad de transacciones es más diversificada, si bien los tres primeros lugares siguen siendo ocupados por los mismos sectores, con el sector *fintech* liderando (25%), seguido por logística y distribución (10%) y transporte (7%). Otros sectores con menos de 10% de las inversiones y las operaciones son *agtech*, *biotech*, *digital security* y *marketplace*. Estas cifras no permiten discriminar la existencia de ECT entre las empresas que han recibido inversión, lo que constituye una tarea de producción y análisis de información que aún queda por abordar.

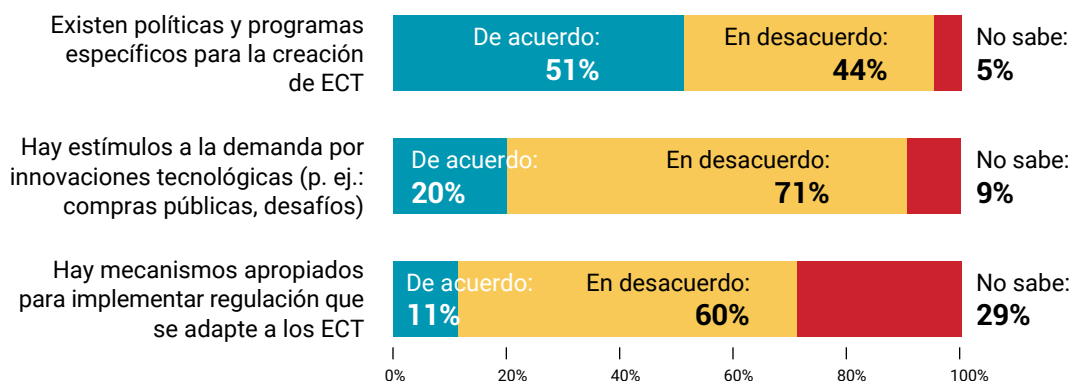
Fuente: las operaciones Prodem sobre la base de LAVCA (2018).

El panorama es un poco más alentador en lo que respecta a la existencia de programas y políticas que fomenten de manera específica la creación de ECT. Sin embargo, cabe destacar la diversidad de opiniones (gráfico 10).²¹ Por ejemplo, en México, la mitad de los informantes respondió afirmativamente, y la otra, negativamente. Por otro lado, en un grupo de países

²¹ Dado que ello ocurre, salvo en un caso, incluso en el interior de un mismo país, es posible que las diferencias de opinión encierren criterios distintos respecto a qué condiciones debe reunir un programa de política pública para ser considerado en la categoría consultada.

predominan claramente las respuestas negativas (todos en Panamá y la mayoría en Costa Rica, Ecuador, Perú y Uruguay) y en otro, las positivas (todos en Argentina y la mayoría en Brasil, Chile, Colombia y Paraguay). Es posible que la falta de acuerdo entre las miradas de los informantes dentro de un mismo país tenga que ver con la existencia de criterios diferentes en unos y otros al momento de considerar si un programa de política pública promueve la creación de ECT.

Gráfico 10. Políticas y regulaciones para la creación de ECT



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas a informantes clave.

No obstante, las conversaciones mantenidas con informantes de varios países permiten afirmar que en numerosos casos se carece de programas específicos para este tipo de emprendimientos, para los cuales los emprendedores deben buscar apoyo en instrumentos más apropiados para el sector de TIC, que requieren menos recursos y menos tiempo para salir al mercado. Sin embargo, este tipo de programas más específicos son muy puntuales y acotados; es decir, cubren aspectos muy parciales de la realidad del emprendimiento científico-tecnológico.

Donde ha existido una coincidencia mayor es al señalar que, por lo general, se carece de programas y políticas que estimulen la demanda de productos y servicios resultantes de innovaciones tecnológicas, como sería el caso de la compra pública innovadora y las iniciativas basadas en desafíos. Esta opinión es unánime en Argentina, Chile, Ecuador, Panamá y Perú, y predomina en Colombia, Perú y Uruguay. Únicamente en Brasil, Costa Rica y México no hay coincidencias. Así, a las limitaciones del lado de la oferta comentadas en los párrafos anteriores, se suma la ausencia de una demanda que traccione y genere espacios de negocios para los nuevos ECT, como ha ocurrido en varias de las experiencias exitosas a nivel internacional.

Por último, aún existe un largo camino por recorrer en lo que respecta a las normas y regulaciones que inciden en los procesos de los ECT una vez que asoman al mundo real. Por un lado, según pudo conocerse a través del diálogo con funcionarios y emprendedores de algunos países, los reguladores desconocen la realidad de las nuevas empresas y, en especial, la de los ECT. Por ejemplo, los tiempos y requerimientos exigidos para obtener aprobaciones sanitarias suelen ser una barrera importante. Por otra parte, ciertos impuestos hacen que resulte necesario realizar erogaciones significativas; por ejemplo, a la hora de adquirir bienes, cuando aún se está muy lejos de poder concretar las primeras ventas.

El panorama trazado en los párrafos anteriores no ignora la existencia de algunas iniciativas en la región, tanto a nivel central como de las instituciones de conocimiento superior, que buscan avanzar hacia una situación más favorable. Los ejemplos presentados en el recuadro 3 no son los únicos ni los primeros. Se comentan meramente a título ilustrativo, sin que ello implique considerarlos como casos de buenas prácticas. En la sección siguiente se exponen algunas experiencias internacionales de países más avanzados.

Recuadro 3. Algunas iniciativas de fomento a la creación de ECT en la región

Brasil promulgó la Ley de Innovación 13.423/16 por la cual se crean los Núcleos de Innovación Tecnológica (NIT) para vincular a las empresas y las instituciones científicas. Los NIT pueden tener personería jurídica independiente de las organizaciones de CTI que agrupan, teniendo a su cargo la política de innovación y los ingresos por transferencia, anteriormente del Tesoro Nacional. Vuelven compatibles las actividades de transferencia rentadas con la carrera del investigador de dedicación exclusiva, que puede dedicarle hasta ocho horas semanales. A su vez, con arreglo a otras normativas, puede pedir licencias por hasta seis años para dedicarse a crear una empresa. Los actores consultados señalaron que la situación sigue dependiendo de cada universidad.²²

En **Argentina**, por su parte, CONICET contaba desde 2013 con un reglamento para la creación de emprendimientos de base tecnológica que delimitaba las posibilidades de los investigadores para participar en la creación a partir de los resultados de sus investigaciones. Sin embargo, establecía límites a la permanencia en la carrera de investigador cuando los investigadores superaban el 50% del paquete accionario y cuando participaban en el proceso de toma de decisiones de la empresa. En setiembre de 2019, se estableció un nuevo reglamento que incluye la posibilidad de obtener una licencia por dos años para participar en la creación de un ECT. Se trató de una de las propuestas por parte de Prodem en un estudio para CONICET.

(continúa en la página siguiente)

(continuación)

Por otra parte, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva ha subsidiado a lo largo de varios años la creación de este tipo de empresas a través de su programa Empretecno, con financiamiento del Banco Mundial, que prevé volver a abrir con nuevos fondos.

México aprobó a fines de 2015 una serie de reformas a la Ley de Ciencia y Tecnología y a la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas del Servidor Público para exceptuar a los investigadores públicos del conflicto de interés que surgía cuando participaban en la creación de una empresa. Sin embargo, llamativamente, mantiene este conflicto cuando se perciben las utilidades de dicha empresa y en otros casos que establezcan las normas de las instituciones a las que ellos pertenecen.²³ Por otra parte, pocas instituciones habrían respondido al período de 180 días establecido para adaptarse a las reformas, e incluso algunas, que sí lo hicieron, lo habrían hecho en términos restrictivos.²⁴

Desde 2013, en **Colombia**, Colciencias apoya a las oficinas de transferencia de resultados de investigaciones, dando lugar, por ejemplo, a Tecnova en Medellín y Connect en Bogotá. A su vez, dispone de un concurso a través del cual otorga financiamiento a las *spin-off*. Más recientemente, el Congreso dictó la Ley de Spin-off (1838/2017) a fin de permitir que los investigadores de universidades públicas puedan crear empresas sobre la base de sus desarrollos científicos. Así, se despeja la duda jurídica sobre los académicos en cuanto a la doble remuneración: el sueldo por contrato público y los beneficios adicionales generados por la utilidad de estas empresas.

En **Chile**, la línea de Valorización de la Investigación en las universidades del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) de CONICYT apoya con subsidios a los estudiantes de grado o posgrado que quieren crear un ECT sobre la base de sus tesis.²⁵ La universidad, por su parte, debe definir un mentor y un comité de apoyo al proyecto. Además, FONDEF ha establecido que las instituciones beneficiarias del Fondo deben contar con una OTT. Sin embargo, según juzgaron algunos informantes consultados, los avances efectivos son muy desparejos.²⁶

²² UNICAMP, por ejemplo, ha trabajado para establecer criterios de evaluación que valorizan las actividades de transferencia y ha creado un grupo de inversores y empresarios que evalúan las oportunidades para la creación de ECT.

²³ Por otra parte, si bien elimina el conflicto de interés en la participación de la creación de un ECT, llamativamente establece que dichos servidores públicos incurrirán en conflicto de intereses cuando obtengan beneficios por utilidades, regalías o por cualquier otro concepto en contravención a las disposiciones aplicables en la institución.

²⁴ El Universal, Ciencia y Salud, 31 de mayo de 2017.

²⁵ Cuenta con dos etapas: en la primera, el subsidio es de aproximadamente USD 3.000 para formular el plan de trabajo, el plan de negocio y un acuerdo de propiedad intelectual entre el equipo emprendedor y la universidad (al menos un tercio en el primer caso, con derecho a uso durante cinco años); en la segunda, es por alrededor de USD 34.000, destinados a avanzar en la ejecución.

²⁶ La Universidad Católica de Chile cuenta con una Dirección de Transferencia y Desarrollo que reporta a la Vicerrectoría de Investigación. Está encargada de impulsar la investigación aplicada, gestionar la identificación, protección y posterior transferencia de sus resultados, respaldando la gestión de proyectos de I+D a partir de la identificación, postulación y seguimiento de diversas fuentes de financiamiento. Además, ofrece cuatro concursos para apoyar la innovación y la creación de empresas; un curso con la Universidad de Cambridge que forma a vinculadores universidad-empresa y un taller de transferencia tecnológica para doctorados.

5. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE REFERENCIA

En esta sección se describen algunas experiencias internacionales que pueden contribuir a alimentar la discusión y el diseño de políticas públicas para promover ECT en la región. No deben entenderse como mejores prácticas sino como casos que pueden servir de inspiración.

5.1 Un ambiente organizacional fértil para el surgimiento de proyectos de ECT

La cultura organizacional y de los académicos

En Alemania, España, Israel, Noruega y Suecia existen varias experiencias de esfuerzos orientados a generar un marco cultural estimulante para que los futuros académicos participen de actividades de transferencia, del surgimiento de proyectos de ECT y de su desarrollo como empresas. Por ejemplo, existe una universidad sueca que cuenta con un módulo sobre emprendimiento en sus programas de doctorado. En Linnaeus University, los estudiantes que están realizando su carrera doctoral pueden optar por un curso de siete días donde se los motiva, instruye y hace trabajar en el desarrollo de sus ideas de negocios. Durante este período se les asigna un profesor que tiene un perfil orientado hacia la transferencia, y será quien los acompañe durante todo el proceso. Otro caso es el programa EXIST Culture of Entrepreneurship (recuadro 4), de Alemania, cuyo objetivo es incrementar la creación de ECT a partir de la amplia plataforma de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de las universidades e instituciones de investigación. Luego de más de una década de operación, este programa incluyó un componente de cambio cultural, de modo de remover las barreras más profundas que inhiben la creación de ECT.

Recuadro 4. **EXIST Culture of Entrepreneurship**

El programa busca apoyar a las universidades e institutos de investigación en la formulación e implementación de una estrategia holística, visible, amplia, comprensible y sostenible que apunte a aumentar la cultura y el espíritu emprendedor en su interior, así como también las reglas e incentivos para la creación de ECT. A través de una fase de concepto (hasta 6 meses) y otra de proyecto (cuatro años) se subsidia a las universidades que apoyen a los potenciales emprendedores, desarrollen redes emprendedoras regionales y se conviertan en líderes internacionales en el desarrollo de ECT. Estas iniciativas se completan con otros dos componentes orientados a fomentar la creación de ECT, que se comentan en la siguiente sección.

Fuente: Documentos del programa EXIST.

El fortalecimiento de los estímulos y las condiciones para la transferencia tecnológica

En la academia, las publicaciones en revistas indexadas siguen formando parte esencial en la evaluación de la carrera del investigador, aunque se observa una tendencia a prestar cada vez más atención a las actividades de transferencia. En algunos países, lo anterior se manifiesta en los criterios de evaluación de los fondos que financian proyectos de investigación. En otros, se trata de nuevas leyes de innovación o de programas específicos que buscan estimular e institucionalizar las actividades de transferencia. Por último, están las reglas propias de las instituciones académicas y científicas.

Por ejemplo, en Suecia existen distintas organizaciones públicas, mixtas y privadas que financian proyectos de investigación. Las universidades cubren el financiamiento básico, incluidos los salarios de los investigadores y la infraestructura principal. Los fondos competitivos, por su parte, cubren nuevos recursos humanos y equipamiento para proyectos específicos. Estos fondos se han anticipado a los avances en la normativa sueca, que más recientemente ha implementado un sistema de evaluación que reconoce la investigación aplicada y la vinculación con el medio y busca redirigir la política de investigación de las universidades hacia la resolución de las necesidades concretas de la sociedad. Como parte de lo anterior, se destaca la importancia de que los investigadores sean reconocidos y recompensados por sus actividades con la sociedad y la comunidad empresarial. Se intenta homologar a estas actividades de transferencia con la producción académica. Otro caso interesante es el programa FORNY 2020 (recuadro 5), de Noruega, que apoya las actividades de transferencia financiando proyectos de investigación orientados al mercado y fortaleciendo a las oficinas de transferencia tecnológica (OTT) de las instituciones de ciencia y tecnología.

Recuadro 5. El programa FORNY 2020 del Consejo de Investigación de Noruega

El programa FORNY 2020 promueve la comercialización de los resultados de investigación de instituciones de Ciencia y Tecnología (CyT) públicas. Tiene tres objetivos: i) respaldar la creación de ECT; ii) apoyar el crecimiento de las empresas financiando proyectos basados en resultados de investigación, y iii) fortalecer a las OTT de las instituciones de CyT y a las universidades. A tal fin, otorga financiamiento a proyectos de investigación cuyos resultados sean susceptibles de ser comercializados a través de una nueva empresa o mediante la transferencia a una empresa existente. El programa brinda tres tipos de apoyo financiero:

- **Prueba de concepto:** Puede utilizarse para evaluar la aplicabilidad del descubrimiento y su potencial de mercado; probar el concepto, una tecnología o un prototipo; desarrollar un modelo de negocio; proteger la innovación, y establecer contactos con clientes y usuarios. Pueden aplicar a esta línea las OTT y las *spin-off* de instituciones públicas de CyT que tengan menos de seis años de vida.
- **Operación de OTT:** Subsidia hasta 50% de los gastos de funcionamiento destinados a llevar a cabo actividades de generación de nuevas ideas y mecanismos para llevarlas al mercado.
- **Fortalecimiento de OTT:** Puede ser destinado a la reestructuración, colaboración y especialización de las OTT; el desarrollo de actividades para la creación de competencias y mejoramiento de las capacidades del equipo de gestión; la realización de actividades tendientes a crear redes con mercados nacionales, mercados internacionales, el comercio, la industria y la comunidad financiera, y la instrumentación de tutorías.

Fuente: Página web del programa.

En Israel, la Autoridad Nacional de Innovación cuenta con una serie de programas (recuadro 6) destinados a investigadores y empresas que quieran avanzar conjuntamente en el desarrollo tecnológico de sus resultados de investigación. El puente entre estas instituciones y las empresas es clave para generar agendas de mutuo interés y para que los investigadores tiendan lazos con el mundo real. Lo anterior suele brindar un campo más fértil para el surgimiento de proyectos de ECT.

Recuadro 6. Programas de la Autoridad Nacional de Innovación de Israel

El Programa NOFAR financia la prueba de concepto de los desarrollos basados en resultados de una investigación que aún no están lo suficientemente maduros como para ser comercializados. Subsidia 90% del proyecto de hasta 15 meses, con un monto máximo de USD 150.000. Debe ser presentado en conjunto entre los investigadores -a través de sus universidades, por ejemplo- y una empresa interesada en llevar a cabo este desarrollo y prueba de concepto, en pos de lo cual se debe aportar el 10% restante del presupuesto. A cambio, adquiere el derecho de negociar la comercialización del desarrollo tecnológico junto a la universidad. Otro programa similar es el KAMIN, que está orientado a investigadores que desean llevar a cabo un desarrollo tecnológico basado en una idea innovadora y original que se aplique a la industria.^a Ya para la etapa de comercialización de los desarrollos tecnológicos existe el Programa MAGNETON, dirigido también a investigadores y empresas que de manera conjunta quieren comercializar los resultados de investigaciones generadas en el marco de la universidad. Prevé un subsidio de hasta 66% del presupuesto de proyectos de hasta dos años, con un máximo de USD 900.000. Pueden aplicar a este programa los grupos de investigadores en colaboración con una empresa (adoptante) que conducirá el proceso. También pueden hacerlo las empresas que buscan desarrollar un nuevo producto o una mejora, en colaboración con una universidad.

Fuente: Autoridad Nacional de Innovación de Israel.

^a Para ello ofrece un subsidio del 85/90% del presupuesto con un monto máximo de USD 110.000 que debe ser aplicado en un periodo de 2 años.

Otro país culturalmente más cercano a la región que ha promulgado normas específicas a nivel nacional es **España**. La Ley 14/2011, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, otorga el carácter de derecho privado a los contratos que celebran las universidades e instituciones científicas en concepto de actividades de I+D y transferencia de conocimiento. La ley establece cuatro líneas a través de las cuales las universidades pueden promocionar, gestionar y transferir los resultados de sus investigaciones: i) la creación de empresas; ii) la realización de contratos de transferencia; iii) la presentación de servicios, y iv) el licenciamiento de patentes. A partir de este marco normativo, se reconocen los méritos de la transferencia en cuanto a la evaluación de la actividad investigadora de los profesores universitarios y del personal científico, incluido un plus por productividad. Por otra parte, se fomenta la movilidad de los investigadores públicos admitiendo la posibilidad de excedencias de hasta cinco años con retorno garantizado para crear o unirse a una empresa cuyo objeto esté vinculado con su trabajo de investigación.

En el nivel de las instituciones académicas, existen diferentes dispositivos de apoyo a las actividades de transferencia, siendo un aspecto diferenciador de los mismos la forma jurídica que adoptan y sus capacidades. En el caso de Israel, suelen organizarse como una sociedad autónoma a la universidad. Estas sociedades evalúan el potencial de un descubrimiento para desarrollar oportunidades de negocios y, en caso positivo, gestionan la propiedad intelectual y desarrollan la idea de negocio a través de diferentes estrategias. Un ejemplo es el Yissum Technology Transfer, la sociedad anónima dedicada a la comercialización de la propiedad intelectual de la Universidad Hebrea de Jerusalén. Fue creada en 1964 y es responsable de la gestión y comercialización de las invenciones y el conocimiento generado al interior de la universidad en los campos de nanotecnología, medicina y farma, agricultura y alimentos, tecnologías ambientales, ciencias de la computación y seguridad. Es la encargada de proteger los productos y las tecnologías que se desarrollen en la universidad y de buscar socios para su comercialización, a través de cuatro estrategias: i) licenciamiento; ii) *spin-off*; iii) *joint venture*, o iv) colaboraciones en investigación. En primer lugar, Yissum determina si el descubrimiento es un invento que surge en el marco de la universidad, y si es susceptible de ser protegido. En caso positivo, realiza todas las tareas que requieren la protección intelectual y define la participación de las partes en la licencia de la patente. También determina la mejor estrategia para su comercialización, y conduce y coordina la prestación de servicios. En caso de que no se vea una oportunidad de negocios a partir de un descubrimiento y se decida no comercializarlo, el investigador tiene libertad para hacer uso de él. Yissum cuenta con un equipo formado por 13 profesionales, liderados por un CEO y un CFO, cuatro abogados especializados en patentes y propiedad intelectual, y un equipo de desarrolladores de negocios especializados en farma, IT, agro y ambiente, y salud que se encargan de evaluar el potencial comercial de las invenciones y apoyan su desarrollo. A su vez, son los encargados de generar el vínculo entre la industria y los académicos.

Algo similar puede observarse en **Noruega**, en la oficina de transferencia tecnológica de la Norweing University of Science and Technology, NTNU Technology Transfer AS. Esta empresa es la que canaliza, a instancias del investigador, las ideas que surgen de los proyectos de investigación que se dan en el marco de la universidad. A tal fin, dispone de una plataforma en línea donde todo investigador puede postular las ideas que desea comercializar. Todas ellas serán evaluadas en función de su potencial para llegar al mercado. En caso de que la evaluación sea positiva, NTNU Technology Transfer se ocupa de la protección de los derechos de propiedad intelectual, busca financiamiento para avanzar con la idea de negocio y decide si la transferencia se hace por licenciamiento a una empresa establecida o a través de la creación de un ECT. En este último caso, NTNU Technology Transfer toma una parte del capital accionario como contraprestación a los servicios prestados.

En **Suecia**, el apoyo a la transferencia se desarrolla en las Oficinas de Subsidios e Innovación. A diferencia de las anteriores, se trata de oficinas públicas que pueden estar

constituidas por una o más universidades. Brindan apoyo al investigador que decide comercializar sus resultados de investigación, ayudándolo a identificar el potencial para transferirlos al mercado. Además, proveen asesoramiento sobre los diferentes fondos de financiamiento para las investigaciones y los proyectos de innovación. De forma complementaria, respaldan a los investigadores durante el proceso de solicitud de diferentes fuentes de financiamiento.

5.2 Reglas institucionales que afectan la creación de ECT

En las secciones anteriores se ofrecieron algunos ejemplos de iniciativas que apuntan al cambio cultural, la jerarquización y el fomento de la transferencia, como contexto que afecta el surgimiento de proyectos de ECT. Sin embargo, también es muy importante comprender qué sucede una vez que existe el interés de generar un proyecto de ECT. En tal sentido, juega un papel muy importante el marco que regula la compatibilidad entre la carrera de investigador y la creación de un ECT, así como también la existencia de programas que promuevan la creación de este tipo de emprendimientos.

La compatibilidad entre la carrera de investigador y la creación de un ECT

A la hora de gestionar el tiempo de dedicación de los investigadores, suelen existir diferentes mecanismos para que las actividades de creación de un ECT puedan ser compatibles con la carrera del investigador. En Israel y Suecia, por ejemplo, los investigadores-emprendedores pueden administrar su agenda de trabajo sin reglas ni restricciones preestablecidas, siempre y cuando cumplan con sus responsabilidades como académicos. Además, en Suecia, los investigadores pueden solicitar una reducción de un 30% de su jornada, y de su salario, para dedicarle mayor tiempo al proyecto de ECT. En Noruega, por su parte, los investigadores pueden dedicar hasta un 20% por encima de su jornada diaria a las tareas inherentes a la creación de un ECT. Luego, una vez que la empresa está en marcha, los tiempos de dedicación se negocian caso a caso bajo la premisa de cuidar los recursos humanos formados en la universidad y en función del potencial del ECT. Además, en todos los países estudiados, los investigadores disponen de un período de licencia que busca facilitar la transición desde la función de investigador hacia la de emprendedor, intentando reducir de este modo el riesgo del fracaso empresarial. En el caso de Israel, la licencia se extiende durante un año; en Suecia, durante dos, y en España, hasta cinco. En todos los casos, la licencia es sin goce de sueldo, y se mantiene el puesto de trabajo y la antigüedad. Esto le permite al investigador-emprendedor dedicarle tiempo completo a la nueva empresa sin la obligación de cumplir con las tareas requeridas por la universidad. Esto último es especialmente importante en países como Suecia o Noruega, donde asignan buena parte de su tiempo a la búsqueda de recursos para financiar sus proyectos.

La participación de los investigadores en la propiedad y gestión de la empresa

Salvo en el caso de España, en el resto de los países no se encontraron límites o regulaciones que restrinjan la participación de los investigadores en la propiedad y la gestión de la empresa.²⁷ Asimismo, la propiedad intelectual suele pertenecer a la universidad, que licencia la patente a la nueva empresa. Suecia, en este caso, conforma la excepción, ya que los derechos sobre la propiedad intelectual pertenecen a los investigadores autores de la invención, lo cual constituye un incentivo muy potente. En el resto de los países estudiados, los investigadores participan de una porción de las regalías por el licenciamiento, que varía según el país, conservando este derecho aun en el caso que sean accionistas de la nueva empresa.²⁸

Instrumentos de apoyo a la creación de ECT desde las instituciones

Junto con la revisión de las normas que regulan la participación de los investigadores en los ECT, se identificaron algunas iniciativas directamente orientadas a incentivar la creación de este tipo de empresas. A nivel nacional, diversos países, como por ejemplo Alemania, Israel y Suecia, cuentan con programas específicos para esta fase. En el caso alemán, el programa EXIST incluye, además del fomento de la cultura emprendedora comentada más arriba, instrumentos específicos orientados a los proyectos y a la creación de los ECT en dos áreas disciplinares, una más ligada a las TIC y otra a la biotecnología y otras actividades complejas.

El caso israelí es conocido por las iniciativas desarrolladas a lo largo del tiempo. Desde la década de 1980 otorga subsidios para proyectos de investigación con potencial de comercialización. Luego, en la década de 1990 tuvieron lugar dos programas clave, como el que permitió montar una plataforma de incubadoras tecnológicas y el fondo de fondos (YOZMA), el caso más exitoso de desarrollo de una industria de capital de riesgo privado a nivel internacional. En 2008, con el mercado de inversores privados desarrollado, se decidió transformar el modelo institucional de incubación, pasando de un esquema totalmente público a otro en el que se licitan y otorgan franquicias para operar las incubadoras bajo financiamiento privado, pero con un incentivo muy potente por parte del Estado que apalanca fuertemente los recursos invertidos por los privados. Los operadores suelen ser empresarios tecnológicos, fondos de inversión y empresas internacionales. Todo ello ocurre en el marco de un ecosistema muy dinámico, dotado de universidades e institutos

²⁷ Según la Ley de Compatibilidad de la Administración Pública española, los investigadores solo pueden tener hasta 10% del total de las acciones de la empresa y no pueden ocupar cargos directivos. Sin embargo, la nueva Ley de la Ciencia establece que si la universidad donde el investigador se desempeña participa también de la propiedad de la empresa, no existirían límites a la participación accionaria del investigador ni impedimentos a que los investigadores desempeñen cargos en ellas. Para ello, el investigador debe solicitar a las autoridades de la universidad un permiso de compatibilidad para dedicar tiempo a la empresa y ocupar cargos directivos.

²⁸ En el caso de Israel, la distribución es 40% para el investigador y 60% para la universidad. En el caso de Noruega, se distribuyen en 1/3 para cada una de las partes.

de investigación científica de destacada reputación a nivel internacional, con una cultura muy emprendedora y estímulos muy importantes del lado de la demanda del Estado, planteados por la necesidad de estar a la vanguardia tecnológica en materia de defensa militar y ciberseguridad. Si bien solo una porción limitada de los emprendimientos surge para dar respuesta a estos desafíos, constituye un ingrediente insoslayable.

En Suecia, la Agencia de Innovación que depende del Ministerio de la Empresa e Innovación (VINNOVA) tiene un programa para apoyar a los investigadores a validar comercial y técnicamente las ideas de negocios que surgen de sus proyectos de investigación. El objetivo último de esta iniciativa es reducir el riesgo que tiene el investigador al poner en marcha un ECT. El caso finlandés, por su parte, es interesante dado que destaca por incluir distintas etapas del proceso de emprendimiento, buscando el crecimiento y la internacionalización de las *start-ups* de tecnología. Entre los apoyos incluidos en las distintas fases, se contempla explícitamente la necesidad de I+D. Sin embargo, no se plantea como un típico programa destinado a comercializar la I+D generada por las universidades e institutos de investigación. En los hechos, estas organizaciones son la plataforma principal en la que se buscan los proyectos que se respaldan. De hecho, existen dos programas: por un lado, TULI apoya a los investigadores a evaluar el potencial comercial de los resultados de sus investigaciones y, por el otro, IKK busca desarrollar capacidades de innovación en las organizaciones de investigación (OCDE, 2013). En el recuadro 7 se presentan los detalles de los programas mencionados anteriormente.

Recuadro 7. Programas de apoyo a la creación de ECT

Alemania

EXIST Business Start-up Grant. Se inició en 2007. Apoya a graduados, científicos y estudiantes en la preparación de proyectos de emprendimiento basados en tecnología y conocimiento con potencial de mercado. El foco está en software, hardware y TIC. Durante un año, equipos de hasta tres personas reciben un subsidio antes o durante la fase *start-up*, para el desarrollo de la idea de producto/servicio y de su plan de negocio, hasta lanzar la compañía. Apoya 200 proyectos por año con un monto mensual de subvención que depende de qué tan avanzada esté la persona en su carrera (estudiantes, €1.000; personal técnico, €2.000; graduados, €2.500; doctores, €3.000). La universidad o instituto de investigación, por su parte, debe designar a un mentor, facilitar contactos y proveer su infraestructura durante un año al equipo emprendedor. El equipo emprendedor debe presentar una primera versión del plan de negocios a los cinco meses, y la versión final, a los 10. Hasta 2016 se habían entregado cerca de 2.000 subsidios EXIST.

(continúa en la página siguiente)

(continuación)

EXIST Transfer of Research. Se inició en 2008. Se enfoca en proyectos intensivos de investigación y desarrollo con elevado costo y alto riesgo, en los sectores de biotecnología, tecnología médica, tecnología de los materiales y tecnología óptica y de láseres. El programa consta de dos fases. En la primera, se trabaja en el desarrollo de la factibilidad técnica y de prototipos, partiendo de los resultados de investigación que tienen el potencial de convertirse en una *start-up*. En la segunda, el financiamiento está dirigido a implementar las medidas para comenzar las operaciones de negocios, buscando además otras fuentes de financiamiento externo. Apoya unos 40 proyectos por año con subsidios de hasta €250.000. Cada fase puede durar hasta 18 meses (en total, hasta tres años). Además, la universidad o instituto de investigación debe designar un mentor experto, facilitar contactos y proveer infraestructura al emprendedor durante un año.

Israel

Programa TNUFA. Está orientado a la etapa de prueba de concepto y validación técnica de una nueva idea o proyecto tecnológico. Apoya 200 proyectos por año con un máximo de USD 55.000 y 85% del costo total del proyecto durante un período de dos años. En caso de que la empresa tenga éxito, deberá reembolsar el subsidio a través de regalías sobre las ventas. Mientras dure el subsidio, no exige a los postulantes dedicación a tiempo completo a sus proyectos.

Subsidios otorgados a través de incubadoras tecnológicas. El programa apunta a los emprendimientos que cuentan con una idea innovadora tecnológica original y disposición al desarrollo de procesos de I+D; elevado riesgo y dificultades para acceder a capital privado, y potencial de mercado. También se acepta a institutos de investigación que buscan comercializar tecnología a partir de la creación de una empresa. Este programa es la principal “fábrica” de *start-ups* de Israel. El subsidio depende del tipo de proyecto y la localización geográfica y cubre hasta 85% del proyecto (el 15% lo debe aportar la incubadora), con un tope de casi USD 1 millón para un período de hasta dos años, cifra que puede ascender hasta USD 1,7 millones para un período de hasta tres años en proyectos más complejos. Si tiene éxito, el emprendedor debe reintegrarlo a través de regalías sobre las ventas (entre 3% y 5%). El programa es muy atractivo para los emprendedores, pero también para las incubadoras que, a cambio de una inversión baja (USD 1 cada USD 6 del gobierno), pueden recibir hasta 50% del *equity* de las *start-ups*. Además, les permite a muchos inversores relacionados o a cargo de la incubadora conocer a los emprendedores y sus emprendimientos desde muy temprano, e invertir en los más promisorios. Entre 1991 y 2013, se respaldaron más de 1.900 proyectos, de los cuales alrededor de 1.600 terminaron su proceso de incubación y 60% accedieron a capital privado. Las incubadoras son seleccionadas a partir de un proceso competitivo, cuentan con una licencia de ocho años y están desplegadas regionalmente a lo largo del territorio. En la actualidad, existen 18 incubadoras tecnológicas y una biotecnológica, lideradas por grupos de expertos y equipos altamente especializados.

(continúa en la página siguiente)

(continuación)

Early-Stage Incentive Program. Brinda subsidios para estimular la inversión privada en etapas tempranas, y está orientado a *start-ups* israelíes de todos los sectores que quieran desarrollar productos innovadores e ingresar al mercado. El subsidio condicional cubre hasta 50% del costo total del proyecto de I+D aprobado, con un máximo de USD 1,4 millones (NIS, USD 5 millones) para un período de dos años (este porcentaje aumenta para ciertas regiones de interés). Las empresas que reciben la aprobación de este subsidio tienen hasta seis meses para conseguir inversión privada por la mitad restante. Al contar con la aprobación del subsidio, es más fácil conseguir inversores privados, por los recursos apalancados y por el “sello de calidad” que reciben los proyectos. Si el emprendimiento es exitoso en alcanzar la comercialización repagará la subvención a partir de regalías sobre las ventas.

Otras iniciativas más recientes son la ley de ángeles inversores y el programa de innovación abierta (Innovation Lab). En el primer caso, el objetivo es aumentar el financiamiento para las compañías israelíes intensivas en I+D en etapa semilla y *early stage*. Innovation Lab ofrece a los emprendedores la oportunidad de acceder a infraestructura tecnológica de laboratorios de innovación de excelencia, operados por empresas líderes, y a expertos industriales para desarrollar pruebas de concepto y transformar ideas tecnológicas en productos comercializables; por su parte, las corporaciones aportan su conocimiento de mercado y el acceso a su red corporativa, incluidos potenciales clientes e inversores. Para participar, el emprendedor debe contar con la aprobación de la Autoridad de Innovación, sin necesidad de establecer una empresa previamente, la que le otorgará una subvención de hasta USD 235.000 (NIS, USD 850.000) para un período de un año (85% del presupuesto aprobado). La empresa pagará la subvención a partir de regalías por las ventas de sus productos si tiene éxito. Las corporaciones que lideran la innovación abierta participan del programa durante tres años, con posibilidad de extenderlo por tres más. Por otra parte, la AII financia hasta 33% de los costos de establecimiento del laboratorio con un importe de hasta USD 1,1 millones (NIS, USD 4 millones), aportando además hasta USD 138.000 (NIS, USD 500.000) anuales para sus gastos de operación.

Suecia

Verification for Growth de VINNOVA. El programa contempla la entrega de un subsidio a los investigadores, personal de las universidades y estudiantes para validar comercial y técnicamente las ideas de negocios que surgen de los resultados de las investigaciones realizadas en el marco de la universidad. A tal fin, otorga un primer subsidio (VFT1) de aproximadamente UDS 34.000, que debe canalizarse a través de las oficinas de subsidios e innovación de las universidades, y puede aplicarse a la verificación técnica, el análisis de costos y la investigación de mercado, pero no puede destinarse al pago de salarios. Si el proyecto es viable económicamente, los investigadores pueden aplicar, directamente a través de VINNOVA, a un segundo subsidio de UDS 225.000 para realizar la comercialización de la idea de negocio. Solo pueden acceder a este último aquellos que hayan pasado por la etapa de verificación técnica.

(continúa en la página siguiente)

(continuación)

Finlandia

Business Finland, la agencia de innovación e internacionalización del Gobierno de Finlandia, tiene una estrategia orientada a: i) crear un ecosistema de innovación de clase mundial, y ii) favorecer el crecimiento internacional de las empresas. Todos los programas son operados directamente por la agencia y su oferta de apoyo financiero para *start-ups* innovadoras con orientación internacional se organiza en torno a tres etapas: i) testeo; ii) desarrollo, y iii) escalamiento. El esquema tiene la lógica de una cadena flexible, dado que no es necesario pasar por todas las etapas, aunque ello se considera recomendable. Cuenta con un equipo de ejecutivos que hace *scouting* de proyectos, lo que les permite seleccionarlos y establecer metas para su desarrollo y seguimiento. Los gastos elegibles son flexibles según las necesidades. En las tres etapas se incluyen salarios (hasta un 30%) y compras de bienes y servicios.

Primera etapa (testeo), programa TEMPO. Está orientado a *start-ups* que aún deben probar su modelo de negocio y explorar el mercado. Otorga un subsidio máximo de €50.000 -hasta 75% del costo- a proyectos de hasta 12 meses. Es condición de ingreso que al menos un emprendedor del equipo se dedique a tiempo completo al proyecto, y contar con un patrimonio de al menos €30.000 (aportes de los socios, préstamos u otras fuentes privadas), buscando así elevar la capacidad de atraer capital privado y constatar el compromiso de los emprendedores. Al año se respaldan, en promedio, algo más de 300 proyectos; es decir, la mitad de los que se postulan. En la etapa de desarrollo existen diferentes mecanismos para contratar consultorías en innovación, explorar y analizar mercados de exportación, y llevar a cabo actividades de investigación, desarrollo y prototipaje. Estos mecanismos operan como reembolsos de gastos.

Escalamiento, Young Innovative Companies (YIC). Implementado desde 2008, tiene por objetivo potenciar el crecimiento global de empresas jóvenes basadas en I+D, que ya tengan sus productos en el mercado. El esquema de financiamiento se organiza en etapas de entre 6 y 12 meses, combinando subsidios y préstamos. En total, Business Finland puede aportar hasta €1,25 millones por empresa y hasta 75% de los costos; €500.000 en forma de subsidios y el resto bajo la modalidad de un préstamo. Para cada etapa, Business Finland y los emprendedores establecen un conjunto de metas de ventas, internacionalización y atracción de inversiones privadas. La primera etapa subsidia con hasta €250.000 el escalamiento de ventas, el inicio del proceso de internacionalización y el fortalecimiento del equipo de trabajo de la empresa. Al finalizar la primera etapa, los beneficiarios deben pasar por un panel de inversores y representantes de empresas que evalúa y genera una recomendación para Business Finland acerca del atractivo y los avances de cada empresa, con vistas a decidir si el apoyo continúa para una siguiente etapa. La segunda etapa también subsidia con hasta €250.000 la aceleración del proceso de internacionalización, la preparación y atracción de inversores privados y el desarrollo de la estrategia de crecimiento de la empresa, incluidos la organización y los procesos internos. Por último, la tercera etapa es un préstamo de hasta €750.000 para consolidar el crecimiento y la internacionalización e incorporar más inversores privados.

Fuente: EXIST, Autoridad Nacional de Innovación de Israel y Business Finland.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

Las secciones anteriores aportaron un panorama claro acerca de la importancia de los ECT en el escenario de profundización del cambio tecnológico en curso. El nuevo contexto plantea oportunidades, que la región solo podrá aprovechar si hace frente a un conjunto de desafíos implementando una agenda estratégica específica orientada a promover el surgimiento de los ECT en el marco de procesos de construcción y capitalización de capacidades científico-tecnológicas. Si bien no existen estadísticas que permitan dimensionar el mundo de los ECT y su proyección futura en la región, una estimación del número de *spin-offs* de base científica que podrían crearse en los próximos cinco años, de mediar las condiciones sistémicas y organizacionales adecuadas, podría alcanzar un total de 3.000 ECT, e incluso un número mayor si se profundizaran los esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I+D), un camino que, de todos modos, resulta ineludible.²⁹

Para ello, se requiere de un enfoque amplio dado que, tal como surge de los casos presentados, los perfiles y procesos de emprendimiento son diversos, y sería un error ceñirse exclusivamente al caso de las *spin-off* científicas. En especial, porque, a diferencia de lo que sucede en los países más avanzados, en América Latina la tendencia ha sido establecer instrumentos para la creación de empresas innovadoras en general, contemplando menos el caso de los emprendimientos intensivos en I+D. Además, en muchos casos, estos últimos enfrentan dificultades para adaptarse a las características de los instrumentos (por ejemplo, montos y períodos), que resultan tal vez más apropiados para emprendimientos innovadores de sectores más “livianos” en términos de inversiones y horizontes de maduración requeridos, como es el caso de las TIC.

El documento permite reconocer, por un lado, la magnitud de los desafíos que implican lograr una mayor fertilidad y desarrollo de ECT. Los desafíos se desprenden tanto de las brechas identificadas con relación a las mejores condiciones sistémicas a nivel internacional, como también de las asignaturas pendientes verificadas desde una perspectiva sistémico-organizacional. Las principales debilidades para el surgimiento de ECT, junto con la necesidad de desplegar mayores esfuerzos en I+D -especialmente en el sector privado-, tienen que ver con las siguientes cuestiones:

²⁹ Esta estimación se basa en el ratio de *spin-offs* creadas por cada USD 100 billones (PPP) en el período 2005-10 en Estados Unidos y Europa (OCDE, 2013).

- ▶ Ausencia o debilidad, en numerosos países, de instancias formativas que expongan a los académicos y científicos ante la opción del emprendimiento.
- ▶ Agendas de investigación poco relacionadas con los problemas de la sociedad y el aparato productivo.
- ▶ Precondiciones organizacionales de los centros académicos y de investigación poco estimulantes para el emprendimiento (cultura, reglas, incentivos, perfil de quienes los administran).
- ▶ Carácter embrionario de las plataformas de transferencia especializadas en el desarrollo de negocios de base científico-tecnológica y debilidades en sus articulaciones con el ecosistema.
- ▶ Falta de mecanismos para facilitar la integración del mundo de los “académicos emprendedores” con el resto del ecosistema.
- ▶ Instrumentos de capital semilla que son más apropiados para emprendimientos innovadores poco intensivos en I+D que para aquellos de base científico-tecnológica.
- ▶ Ausencia de una oferta de financiamiento que cubra las distintas etapas del desarrollo empresarial, con un débil desarrollo de la industria privada de capital emprendedor, especialmente en lo que respecta a los emprendimientos caracterizados por procesos de maduración extendidos y demandantes de importantes inversiones de recursos.
- ▶ Falta de gerentes con experiencia en el mundo de los negocios científico-tecnológicos y de servicios de desarrollo empresarial específicos.
- ▶ Existencia de regulaciones y normas que dificultan el desarrollo de los nuevos ECT.
- ▶ Ausencia de políticas de estímulo a la demanda de productos y servicios producidos por los ECT.
- ▶ Carencia de información estadística que permita seguir el surgimiento y la evolución de ECT de modo de poder dimensionar, mapear y caracterizar el fenómeno en cada país.

En el marco de estas tendencias generales, existen diferencias importantes entre países, motivo por el cual la agenda requerida para encarar las transformaciones necesarias debe partir de una clara radiografía de las condiciones y prioridades en cada caso, antes que seguir un menú común para todos. Por ejemplo, los países que cuentan con una mayor plataforma de ciencia y tecnología podrán avanzar más rápidamente que aquellos que aún deben redoblar esfuerzos para fortalecer su desarrollo. Incluso en el caso de estos últimos, sería recomendable concebir una estrategia que incluya la transferencia y creación de ECT, otorgando, muy probablemente, énfasis diferentes y enfoques más amplios que los países que cuentan con bases de I+D más importantes, para lograr de este modo “hacer girar la rueda”. En estos casos, será muy importante poder ganar escalas sumando esfuerzos de forma coordinada con otros países que se encuentren en un estadio similar para abordar iniciativas que requieran de cierta masa crítica, y también con otros de mayor desarrollo relativo cuando se trate de buscar la aceleración de procesos de aprendizaje.

Las limitaciones para el surgimiento y desarrollo de ECT identificadas en los párrafos anteriores se ven potenciadas por los casos de fuga de cerebros (*entrepreneurial drain*); es decir, cuando los emprendedores y emprendimientos deben emigrar a “tierras más fértiles” por falta de condiciones sistémicas apropiadas para el desarrollo de las empresas en los respectivos países de la región. Si bien en muchos casos estos emprendimientos mantienen oficinas en los lugares de origen, con el consiguiente impacto positivo en términos de empleo calificado, en otros tantos pueden registrarse pérdidas de propiedad intelectual o el desplazamiento de los procesos de creación y captura de valor hacia otras regiones. Se trata de un fenómeno poco investigado aún en la región, que requiere de la construcción de información que permita el seguimiento, el análisis y la implementación de políticas (Gonzalo *et al.*, 2013). Para abordar este fenómeno se requiere tanto de políticas de desarrollo sistémico que, al generar condiciones más favorables, aumenten la tasa de retención de talentos, como de aquellas destinadas a dotar de mayor vigor a los procesos de generación de emprendedores.³⁰

A continuación, se incluye, a modo de recomendaciones, un conjunto de lineamientos orientadores que pueden ayudar a definir estrategias en mayor o menor medida apropiadas según la realidad de cada país:

1. Fomentar una mayor vinculación de las agendas de investigación con los problemas de la sociedad y el aparato productivo.
2. Promover el cambio organizacional en las instituciones de conocimiento superior, impulsando y financiando proyectos estratégicos e integrales que propongan avanzar hacia modelos de universidades y de centros de investigación comprometidos con la innovación y el emprendimiento. Estos proyectos deben promover una cultura pro emprendimiento entre profesores, investigadores, y estudiantes y egresados de pregrado y posgrado. A tal fin puede delinearse una estrategia mixta que combine iniciativas *top down* y *bottom up*. Entre las primeras, podría trabajarse a través de los sistemas de acreditación y evaluación de las universidades e instituciones científicas y tecnológicas, que podrían articularse con un fondo de fomento de proyectos de cambio organizacional. Asimismo, sería muy necesario incluir acciones de sensibilización y formación de actores promotores de este cambio, incluidos rectores, investigadores, tecnólogos, profesores y graduados.
3. Estimular el cambio de cultura y mentalidad en los académicos e investigadores desde su formación. Por ejemplo, a través del desarrollo de actividades que busquen acercar a los futuros investigadores a la opción emprendedora, como seminarios

³⁰ Parte del financiamiento de estas acciones podría provenir de compromisos de devolución asumidos por parte de emprendedores asociados a logros en levantamiento de capital y/o ventas, tal como existe en Israel. Otro tanto puede decirse de la existencia de penalizaciones cuando se dan casos donde la propiedad intelectual no se queda en el país.

optativos sobre creación y desarrollo de ECT en maestrías y doctorados. Asimismo, a través de la organización de eventos y materiales de sensibilización y difusión de fundadores modelo de ECT. Estas actividades podrían llevarse a cabo de manera asociativa por varias instituciones de conocimiento superior junto a otros actores del ecosistema, como los propios ECT y los programas de fomento del emprendimiento innovador.

4. Promover la vocación por el emprendimiento, la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, existen experiencias acerca de la importancia de los clubes de tecnología para jóvenes, en los que, además del interés en experimentar, podría sumarse el componente emprendedor, iniciativa que podría implementarse en la enseñanza secundaria y universitaria. Más adelante en la trayectoria de vida, se podrían impulsar iniciativas formativas de nivel de posgrado, como por ejemplo las maestrías para el emprendimiento y la innovación, con clara orientación a la generación de proyectos de transferencia y comercialización basados en tecnologías existentes a través de la creación de ECT. Espacios de esta naturaleza podrían servir como semilleros de emprendedores, congregando a ingenieros, científicos y profesionales del mundo de los negocios, de modo que los proyectos puedan ser liderados por equipos de corte transdisciplinario. Estas instancias formativas deberían incluir un alto grado de vinculación con el ecosistema.
5. Fomentar la integración de los investigadores con el resto de los actores clave de su micro-ecosistema (graduados, estudiantes avanzados) y también con las actividades del ecosistema emprendedor, propiciando la realización de encuentros y actividades específicas para estos perfiles y buscando tender puentes con empresas e inversores. Por ejemplo, podrían organizarse iniciativas que combinen la sociabilización y el armado de equipos mixtos que deban enfrentar desafíos específicos de la sociedad y del aparato productivo, a través de la combinación de conocimiento científico -del lado de los investigadores- y de modelos de negocios -del lado de los emprendedores-. También estas instancias deberían vincularse con espacios donde encontrar a las instituciones de apoyo -incubadoras y aceleradoras- y a los inversores adecuados.
6. Revisar, allí donde existan, las normativas nacionales que inhiben la participación de académicos y científicos en la creación de ECT debido a supuestos conflictos de intereses, como los regímenes de servidores públicos, e impulsar, por otro lado, lineamientos e incentivos para que otros organismos nacionales y las instituciones de conocimiento superior reformen sus propios marcos normativos y faciliten la creación de ECT.
7. Establecer comités asesores cuya tarea sea analizar y proponer criterios y formas de medición de las actividades de transferencia, incluida la creación de ECT, para que las mismas sean reconocidas en los procesos de evaluación que definen la

permanencia y promoción en la carrera académica. Esta actividad debe complementarse con otras destinadas a que los evaluadores que administren estos criterios puedan hacerlo en sintonía con el espíritu de los cambios.

8. Promover la implementación de reglamentos (a nivel nacional y de las instituciones de conocimiento) que permitan la dedicación de tiempo por parte de los académicos y científicos a la creación y gestión temprana de un ECT, así como también su participación en el paquete accionario. Ello implica trabajar también en los regímenes de licencias especiales para quienes deseen involucrarse en la creación de un ECT.
9. Definir normativas claras de participación de los investigadores en los resultados del licenciamiento de la propiedad intelectual, cuidando no generar premios desproporcionados que estimulen las conductas cortoplacistas y desincentiven el interés en la creación de ECT. A largo plazo, los retornos para las instituciones y los emprendedores de esta segunda opción son superiores.
10. Establecer instrumentos de fomento para la creación y el fortalecimiento institucional de plataformas que articulen o integren las actividades de transferencia y creación de ECT. En los casos en los que la creación de una oficina de transferencia tecnológica no se justifique por las limitadas escalas de una institución a nivel individual, podrán fomentarse las oficinas consorciadas. Estos instrumentos deben prever, asimismo, la formación y capacitación de gestores profesionales que sean capaces de asumir las funciones de desarrolladores de negocios y brokers, o de traductores.
11. Apuntar al desarrollo de una cadena de financiamiento público-privada adecuada a la realidad de los ECT y que contemple las distintas etapas, desde la fase pre-semilla y semilla hasta la intervención, en fases más avanzadas, del capital emprendedor privado (ángeles, fondos y corporaciones). Esto implica tener en cuenta que se trata de emprendimientos con demandas de financiamiento y horizontes de maduración más extendidos que el resto de los emprendimientos innovadores. Por otra parte, los instrumentos públicos deben prever la financiación de la propia subsistencia de los académicos e investigadores durante las licencias destinadas a emprender.
12. Implementar una agenda de acciones destinada a remover las barreras burocráticas generales que se interponen a la creación de empresas y, en especial, a los ECT. La agenda debería incluir, además, una estrategia para acercar la realidad de estas empresas y los reguladores. Por ejemplo, los gobiernos podrían contar con una unidad especializada en facilitar las regulaciones de los procesos de emprendimiento; por ejemplo, a través de la generación de procesos *fast track*, proponiendo cambios en las reglamentaciones para que se ajusten a esta realidad, entre otras opciones.

La unidad podría estar ubicada en la agencia de innovación del país, o bien en los organismos de regulación. Por otra parte, para el establecimiento de regulaciones 4.0 -es decir, para las nuevas realidades tecnológicas (por ejemplo, las asociadas con las empresas de inteligencia artificial)- podrían implementarse iniciativas de *sandbox*.

13. Estimular la demanda de productos y servicios innovadores generados por los ECT como estrategia de ampliación de las oportunidades para la creación y el desarrollo de este tipo de empresas. Estas iniciativas pueden incluir, por ejemplo, mecanismos de compras públicas innovadoras, programas basados en misiones y desafíos, así como el fomento de la innovación abierta.
14. Fomentar la integración regional de las plataformas institucionales de ciencia y tecnología para la innovación de los distintos países a fin de alcanzar masa crítica en diversos campos y economías de aprendizaje. Por ejemplo, comenzando con la infraestructura de laboratorios y plantas pilotos hasta las inversiones requeridas en los emprendimientos, o el mismo tamaño de los mercados, en todos los casos, las escalas de los países a nivel individual son inferiores a las deseables. A su vez, el recorrido del camino por delante podría beneficiarse de procesos de intercambio y aprendizaje colectivos, dado que existen distintos niveles de avance. La Red de Agencia de Innovación y su articulación con la Red de Gestores de Políticas de Emprendimiento Dinámico de América Latina podrían ser espacios generadores de iniciativas orientadas a tal fin.
15. Diseñar estrategias que permitan recabar información y caracterizar al segmento de los ECT a fin de posibilitar el delineamiento de mejores políticas públicas.



Referencias bibliográficas

Antonelli, C. 2019. Schumpeterian growth regimes. En: Audretsch D., E. Lehmann y A. Link (Eds.). *A Research Agenda for Entrepreneurship and Innovation*. Edward Elgar Publishing Inc., págs. 4-29.

Asgard y R. Berger. 2018. *Artificial Intelligence –A Strategy for European Startups. Recommendations for Policymakers.*

Astebro, T., N. Bazzazian y S. Braguinsky. 2012. Startups by recent university graduates and their faculty: Implications for university entrepreneurship policy. *Research Policy*, 41 (4):663-677.

Audretsch, D. y A. Link. 2018. Entrepreneurship and knowledge spillovers from the public sector. Department of Economics. Working Paper 18-05. Working Paper Series. Greensboro, UNC.

Bercovitz, J. y M. Feldman. 2008. Academic entrepreneurs. Organizational change at the individual level. *Organization Science*, 19 (1):69-89.

Bramwell, A. y D. Wolfe. 2008. Universities and regional economic development: The entrepreneurial University of Waterloo. *Research Policy*, 37:1175–1187.

Brown, R. y C. Mason. 2014. Inside the high-tech black box: A critique of technology entrepreneurship policy. *Technovation*, 34 (12):773-784.

Chandler, A. (1990). *Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism*. Belknap Press.

Colyvas, J. 2007. From divergent meanings to common practices: The early institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. *Research Policy*, 36 (4):456-476. North-Holland.

Cunningham, J., P. O'Reilly, C. O'Kane y V. Mangematin. 2014. The inhibiting factors that publicly funded principal investigators experience in leading publicly funded research projects. *Journal Of Technology Transfer*, 39 (1):93-110.

Di Gregorio, D. y S. Shane. 2003. Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32 (2 SPEC.): 209–27.

Durufflé G., T. Hellman y K. Wilson. 2018. *Catalysing entrepreneurship in and around universities*. Saïd Business School Research Papers. University of Oxford.

Gibb, A. 2005. *Creating the entrepreneurial university worldwide. Do we need a wholly different model of entrepreneurship?* NGA.

Gonzalo M., S. Drucaroff, J. Federico y H. Kantis. 2013. Post-investment trajectories of Latin American young technology-based firms: An exploratory study. *Journal of Venture Capital*, 15 (2).

Gómez Gras, J. M., I. Mira Salves, A. J. Verdú Jover y S. Azuar. 2007. Spinoff académicas como vía de transferencia. *Economía industrial*, 366:61–72.

Hernández-Mondragon, A., L. Herrera-Estrella y W. Kuri-Harcuch. 2016. Legislative environment and other factors that inhibit transfer of Mexican publicly funded research into commercial ventures. *Technology in Society*, 46:100-108. Elsevier.

Jong, S. 2006. How organizational structures in science shape spin-off firms: The biochemistry departments of Berkeley, Stanford, and UCSF and the birth of the biotech industry. *Industrial and Corporate Change*, 15 (2):251-283.

Kantis, H. 2018a. Grandes empresas y startups: ¿Nuevo modelo de innovación? Prodem, BID y Wayra.

Kantis, H. 2018b. ¿Por qué no existen más empresas de base científico-tecnológica en América Latina? Brief 9. Prodem.

Kantis, H., J. Federico y S. Ibarra García. 2014. Índice de condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico. Una herramienta para la acción en América Latina. Prodem.

Kolympiris, C., N. Kalaitzandonakes y D. Miller. 2015. Location choice of academic entrepreneurs: Evidence from the US biotechnology industry. *Journal of Business Venturing*, (30):227-254.

LAVCA. 2018. LAVCA Scorecard on the Private Equity and Venture Capital Environment in Latin America. The Private Equity and Venture Capital Environment in Latin America.

Lee K. y C. Lim. 2001. Technological Regimes, Catching-Up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries. *Research Policy*, 30(3):459-483.

Lundqvist, M. A. y K. L. Williams Middleton. 2013. Academic entrepreneurship revisited- University scientists and venture creation. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 20(3):603-617.

Lundvall, B. 1992. National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers, London.

Mazzucato, M. 2014. El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado. RBA Libros.

Moray, N. y B. Clarysse. 2005. Institutional change and resource endowments to science-based entrepreneurial firms. *Research Policy*, 34(7):1010-1027.

NESTA. 2019. The Connected University.

Obschonka, M. y D. Audretsch. 2019. Artificial intelligence and big data in entrepreneurship: A new era has begun. *Journal of Small Business Economics*, May.

OCDE. 2013. Commercialising Public Research. New trends and strategies. OCDE Publishing.

Parreiras-de-Oliveira, V. C., R. de Castro-García y M. J. Bacic. 2016. Sistemas de identificación biométrica de clase mundial y relaciones informales en la relación universidad-empresa: El caso Griaule Biometrics y la Universidade Estadual de Campinas (Brasil). En: C. Garrido-Noguera y D. García-Pérez-de-Lema (Coords.). Vinculación de las universidades con los sectores productivos. *Casos en Iberoamérica*, 1 (14):175-185. Ciudad de México, México: UDUAL y la REDUE-ALCUE.

Porter, M. 1985. *Competitive Advantage*. Free Press.

Quince, T. 2002. “Meet the parents”: The importance of pre-conception conditions in facilitating high-technology spin-out companies.

Sandström, C., K. Wennberg, M. Wallin y Y. Zherlygina. 2016. Public policy for academic entrepreneurship initiatives: A review and critical discussion. *The Journal of Technology Transfer* (271).

Schumpeter, J. A. 1939. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Nueva York: McGraw-Hill Book Company Inc.

Schumpeter, J. A. [1942] 1976. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Londres: George Allen & Unwin.

Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94. The MIT Press

Spigel, B. y H. Bathelt. 2011. University spin-offs, entrepreneurial environment and start-up policy: The cases of Waterloo and Toronto (Ontario) and Columbus (Ohio). *International Journal of Knowledge-Based Development*, 2 (2):202.

Stayton, J. y V. Mangematin. 2016. Startup time, innovation and organizational emergence: A study of USA-based international technology ventures. *Journal of International Entrepreneurship*, 14:373-409.

Tecnolatinas Report. 2017. *Tecnolatinas. América Latina en el tsunami de la tecnología. Tecnolatinas tsunami*, Nxtplabs y FOMIN.

Van Roy, V. y D. Nepelski. 2017. Determinants of high-tech entrepreneurship in Europe. JRC. Science for Policy Report. European Commission.

Wright, M. y S. Mosey. 2007. From human capital to social capital: A longitudinal study of technology-based academic entrepreneurs. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(6):909-935.

