

La labor de los Centros Públicos de Investigación

EMILIO LORA-TAMAYO

El autor aborda, desde una perspectiva histórica, el papel jugado por centros tecnológicos, parques científicos y empresas de base tecnológica para transferir conocimiento a la sociedad y promover la competitividad de la economía. El trabajo incluye ejemplos de éxito de empresas de base tecnológica creadas desde organismos públicos de investigación, en muchos casos con la universidad.



Parc Científic de la Universitat de València.

Foto: © Wikipedia.

Es evidente que cualquiera de las organizaciones y estructuras que corresponden al título de este capítulo merecen y necesitan más de un libro completo para ser tratadas en extenso, por lo que necesariamente tendremos que resumir, abordar parcialmente algunos de los conceptos que las integran y conjugan y, sobre todo, contextualizar su definición y existencia en el marco de la investigación científica, la transferencia de conocimiento, el desarrollo y la innovación. Todo ello en relación con los principales actores del escenario de la generación de ese conocimiento: los Centros Públicos de Investigación (CPI), entendiendo por tales a las Universidades, los Organismos Públicos de Investigación (OPI) y en menor medida algunos organismos e instituciones parcialmente dependientes de la financiación pública.

Por ello las condiciones de frontera de lo que aquí tratamos son sin duda, por un lado la investigación científica y, por otro la transferencia e innovación, necesarias para alcanzar una competitividad que se traduzca en un avance de la economía y del bienestar social. Y por supuesto una actividad y otra con el propósito de que ello alimente la formación de un ecosistema único.

Los datos primarios que se suelen usar para valorar la investigación científica son la inversión dedicada y la producción bibliográfica. Ya sabemos cómo los datos de los últimos años dejan mucho que desear de la primera (la inversión) y cómo nos gratifican, quizá en exceso, los datos de la segunda (la producción bibliográfica): presupuesto del 1,2 % del PIB, de él, solo el 50% con cargo al sector privado, y resultados de producción científica superiores a esas cifras de gasto, en términos bibliométricos (por encima del 3,22% mundial).

«Yo no creo que el actual florecimiento de la ciencia se deba ni siquiera mínimamente a una valoración real de la belleza y de la disciplina intelectual de los temas. Se debe simplemente al hecho de que el poder, la riqueza y el prestigio solo pueden obtenerse a través de la aplicación correcta de la ciencia», en palabras de Derek Barton, un científico británico, premio Nobel de química en 1996, muerto hace veinte años.

No hay que ser un gran experto en historia de la ciencia para saber que en los últimos siglos esta ha ido entrelazándose cada vez más inextricablemente con la tecnología y que de ese ensamblaje colaborador se han seguido inmensos beneficios para la humanidad. El modelo

simple de transferencia tecnológica I-D-i que Vannevar Bush presentó al presidente Truman en julio de 1945, bajo el título «Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente», ha sido ampliamente superado sin que en términos

generales pueda ser considerado erróneo, sino más bien excesivamente simple, ya que no tiene en cuenta los distintos flujos de información y actuación, sus realimentaciones, los mecanismos que favorecen o entorpecen su dinámica y los instrumentos que juegan un papel importante [1].

Precisamente los Centros Tecnológicos (CT), las Empresas de Base Tecnológica (EBT) y los Parques Científicos y Tecnológicos (PCT) son algunos de esos instrumentos que en 1945 Vannevar Bush no podía tener en cuenta, porque no existían. Y el número y extensión de las patentes, las empresas *spin-off*, los contratos de transferencia y asistencia técnica, la instalación en incubadoras y viveros, etc., son algunas de las variables e indicadores que permiten valorar esa dinámica de flujos I-D-i entre los principales actores, que en lo que nos interesa aquí y ahora son las empresas y los CPI.

Por otro lado, ha pasado ya más de un siglo desde que el físico austriaco Ludwig Boltzmann constatase que muchos colegas suyos —investigadores científicos— consideraban «corruptores de la verdadera ciencia» a los innovadores. Hoy esa falsa dicotomía, que parece casi más

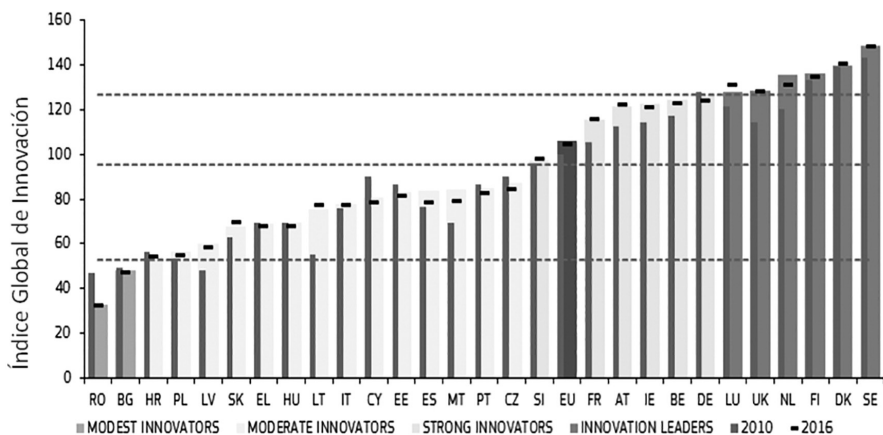
La cuestión radica en cuáles son las políticas públicas más adecuadas para sacar el mayor partido del binomio ciencia-tecnología o, si se prefiere, del binomio I+D

teológica que epistemológica, está felizmente superada y poca gente cuestiona ya las bondades de las aplicaciones de la ciencia, pero también de la creatividad, incluso teórica, de la tecnología.

La cuestión, pues, no radica ahí, sino en cuáles son las políticas públicas más adecuadas para sacar el mayor partido del binomio ciencia-tecnología o, si se prefiere, del binomio I+D, porque la ciencia, es decir el conocimiento científico, es siempre público, pero sus aplicaciones son casi siempre privadas y generalmente, además, de carácter lucrativo.

Los indicadores de la innovación que, cuando corresponden a una transferencia de conocimiento científico (no toda la innovación tiene su base en la investigación científica) valoran finalmente su éxito, se suelen medir con la inversión y con las patentes. Los datos que sitúan la posición española no son tan buenos como los que corresponden a la generación de la ciencia: el número de patentes en universidades públicas y privadas es exiguo aunque creciente (del orden de 600 patentes al año en el caso de las universidades y 150 en el del CSIC), pero el de ingresos por licencias y royalties asociados no crece correlativamente, lo que refleja sin duda, entre otros factores, el efecto de la crisis económica y de los esfuerzos de las empresas por mantenerse. La UE, que como se ve en la gráfica siguiente, hace una clasificación en términos de innovación de los países más industrializados como *Innovation leaders*, *Strong innovators*, *Moderate innovators* y *Modest innovators*, encuentra que prácticamente los trece de la UE son *Moderate innovators*, incluyendo a España, aunque el seguimiento de la califica-

ción en los últimos años permite constatar que para estos países en general los resultados han empeorado desde 2008-2009 hasta 2014-15, siendo el caso de España notable en esa mala dinámica [2].



Fuente: European Innovation Scoreboard 2018

GAP ENTRE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN

A esta separación, identificada muchas veces como el *gap* entre la generación del conocimiento y su utilización, se refería Boltzman en la constatación a que hemos aludido anteriormente. Los que tenemos una cierta edad conocemos cómo hace varias décadas muchos de los investigadores científicos consideraban una auténtica prostitución dirigir su actividad a aplicaciones y objetivos distintos de los puramente orientados a la generación de conocimiento *per se*.

Hoy sin embargo no es así, o quedan pocos investigadores que mantengan esa posición, sin que eso quiera decir que no consideren la generación de conocimiento como una motivación de primer orden y un hilo conductor im-

portante en su tarea. Se puede decir que hoy se trabaja con una visión más cercana a la aplicación y al desarrollo. En ese sentido conocemos cómo algunas empresas se acercan a los CPI para escuchar a los investigadores sobre la innovación potencial que supone su trabajo, porque los investigadores, antaño en su torre de marfil, han «bajado al ruedo». El *gap* o la trinchera que separa la empresa del mundo de los investigadores ha sido franqueada en muchos casos por estos y, sin llegar a desaparecer, ese *gap* se ha reducido en las últimas décadas, quizá con un mayor avance del estamento académico que del empresarial. O dicho de otra forma, en la aproximación de ambos mundos los investigadores han dado más pasos que las empresas.

Los investigadores de los CPI son ahora conscientes en su mayoría de que la investigación es motor de la innovación y de que una investigación de calidad es la mejor garantía de beneficio para la innovación tecnológica. Ese motor puede y debe propulsar el potencial de la I+D+i en la dirección marcada por las prioridades que identifican los desafíos y demandas de la sociedad.

En este sentido, la I+D+i de los CPI debe asegurar la generación de conocimiento y mantener una focalización preferente sobre los actuales desafíos y demandas de la sociedad (energía, envejecimiento, salud, agroalimentación, medio ambiente, etc.). La atención de la I-D-i a la demanda de la sociedad no significa la focalización en investigación «orientada a productos». Cualquiera de las demandas sociales requiere trabajar a lo largo de las premisas I-D-i, para conseguir resultados en línea con la amplitud y alcance de los desafíos. La deseable competitividad depen-

de de la innovación y esta no es posible sin buena investigación, aunque la investigación sola no garantice éxito en la innovación.

Por su parte, y en general, las empresas ven muy claro lo que necesitan de la I+D para hacer innovación. Ven el marco económico en que les interesan los resultados (pueden estar equivocados por el cortoplacismo) y ven el marco temporal (no suelen estar equivocados porque eso depende de las oportunidades de mercado y en su valoración son los más expertos). A veces la discusión nace del hecho de que los investigadores son reacios a aceptar compromisos derivados de los dos factores anteriores y muchas veces, con razón, pueden valorar más atinadamente la dificultad de asumir los objetivos que les plantean las empresas en esos marcos, al margen de considerar que su compromiso no está remunerado en términos de curriculum vitae y/o de retorno económico.

Las universidades españolas han mantenido los últimos años un ritmo de creación medio de 110 EBT/año, de las que el 54% corresponden al área de Ingenierías y Arquitectura y el 19% al área de Salud

INSTRUMENTOS PARA DINAMIZAR LA TRANSFERENCIA

La transferencia tecnológica es una de las claves que fortalecen el sistema competitivo de las economías basadas en el conocimiento y la innovación a nivel mundial. Sobre ella descansa gran parte de la incorporación de tecnología en las empresas y, como hemos dicho anteriormente, existe un esfuerzo generalizado y una cada vez mayor im-

plicación de los organismos académicos, tecnológicos y empresariales en facilitarla.

En los últimos años hemos sido testigos de una variante en la que se crean nuevos modelos de negocio y empresariales bajo la base del desarrollo de una transferencia tecnológica más directa, utilizando nuevas metodologías de emprendimiento.

Además de implantar y reforzar un clima de entendimiento entre la empresa y el mundo académico que respete los intereses mutuos y vea oportunidades y no solo amenazas o debilidades, es preciso adoptar nuevos instrumentos de colaboración que faciliten la interpenetración de ambos mundos.

Desde la parte académica del sistema y más concretamente desde el mundo de los CPI, se siguen identificando y planteando con mayor o menor intensidad cuestiones en las que conviene avanzar para mejorar esa interpenetración, algunas de las cuales son las siguientes:

- ¿Cómo se concibe la función de transferencia por parte de los científicos y por parte de las empresas?
- ¿Cómo se piensa que debe entenderse, además de la transferencia tecnológica, la cultural, la social, la transferencia de las ideas y nuevos conceptos?
- ¿Está suficientemente asimilada por los investigadores científicos, la necesidad de ese retorno a la sociedad desde su posición?
- ¿Es la transferencia valorada convenientemente para el desarrollo de la carrera académica?
- ¿Cuáles son los mayores impedimentos para una adecuada valoración de la función de transferencia?

Las herramientas para progresar son variadas y seguramente necesitan de una puesta al día continua, lo que no significa ni mucho menos que debamos abandonar las de carácter más tradicional, como son las patentes, las licencias de explotación, el secreto industrial, las tesis industriales, las EBT y las *spin-off*, los contratos de desarrollo y los centros especiales para potenciar transferencia e innovación, la implantación gradual de normas de calidad, las compras públicas innovadoras con intervención de los CPI, etc. Pero hay otras de reciente o de naciente aparición que merece la pena integrar en ese arsenal:

Hemos sido testigos de una variante en la que se crean nuevos modelos de negocio y empresariales, utilizando nuevas metodologías de emprendimiento

- El sexenio de transferencia, heredero del sexenio tecnológico (que hace poco ha sido remodelado con ese matiz y que se venía manejando como Área 0 de la CNEAI —Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora— desde hace algunos años).
- Colaboratorios y convenios de instalación de la I+D de la empresa en entornos CPI o en el seno de CPI determinados.
- Compromiso de las instituciones en la valoración curricular de la D+i.
- Programas de financiación para investigación básica, por convocatorias que valoran la D+i (tipo Institutos Carnot de Francia).

- Programas de inmersión en el estado del arte, en distintos ámbitos, por parte de la empresa.
- Doctores en empresas como interlocutores-facilitadores-colaboradores.
- Parques científicos y tecnológicos.
- Viveros de empresas en entornos vinculados a la Academia.

Muchos de estos nuevos instrumentos son conocidos, otros son más recientes, y la consideración de todos ellos o un *mix* entre algunos son, sin duda, piezas del arsenal en el que basar el funcionamiento y el éxito de esa potencialidad del conocimiento científico para contribuir al desarrollo y en definitiva a la mejora de la competitividad de productos y servicios.

En lo que sigue trataremos alguno de esos elementos del mencionado arsenal.

EL PAPEL DE LOS CENTROS TECNOLÓGICOS

En España y en línea con iniciativas tecnológicas semejantes de otros países, incluida la muy especial que representa la red de los Fraunhofer-Gesellschaft (organización de investigación alemana que comprende 58 institutos distribuidos por toda Alemania, cada uno con una especialización en un campo diferente de las ciencias aplicadas [3]), la figura señera de los centros especiales para potenciar transferencia e innovación viene representada por los Centros Tecnológicos (CT), de los que los más importantes se agrupan en la Federación Española de Centros Tecnológicos (FEDIT).

La FEDIT se constituyó en 1996 para dotar de voz única a ese conjunto de centros y trabajar coordinada-

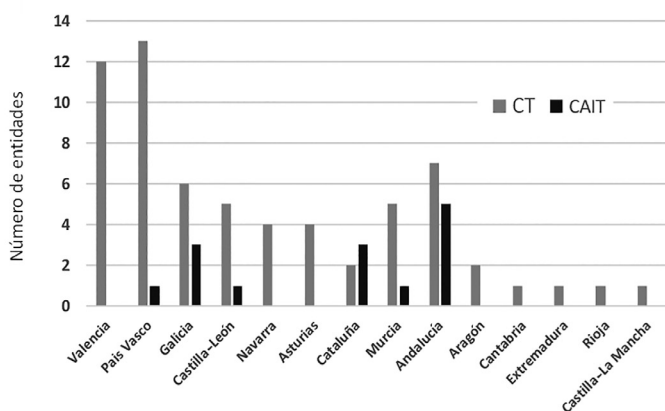
mente en el impulso y fomento de la innovación, el desarrollo tecnológico y la investigación privada, con el objetivo de incrementar la competitividad de las empresas a través del fortalecimiento de esos centros [4].

El BOE de 19 de diciembre de 2008 [5] define como centros tecnológicos de ámbito estatal a aquellas entidades privadas sin ánimo de lucro, legalmente constituidas y ubicadas en España, que gocen de personalidad jurídica propia y sean creadas con el objeto, declarado en sus estatutos, de contribuir al beneficio general de la sociedad y a la mejora de la competitividad de las empresas mediante la generación y explotación de conocimiento tecnológico, realizando actividades de I+D+i y desarrollando su aplicación. Define también el real decreto la figura de los Centros de Apoyo a la Innovación Tecnológica (CAIT) como entes de ámbito estatal creados con el objeto, declarado en sus estatutos, de facilitar la aplicación del conocimiento generado en los organismos de investigación, incluidos los centros tecnológicos, mediante su intermediación entre estos y las empresas, proporcionando servicios de apoyo a la innovación. Ambos tipos de entes, CT y CAIT, tienen estructura jurídica de institutos, asociaciones científicas, fundaciones o incluso cooperativas y hay que subrayar que el mencionado decreto atribuye a los CT funciones de generación y explotación de conocimiento (aunque con el poco preciso matiz de «tecnológico»), mientras que a los CAIT le atribuye el papel de «aplicar» el conocimiento (sin matices) generado en organismos de investigación (CPI, por ejemplo), inclu-

yendo en esa clasificación a los centros tecnológicos. El alcance de estas definiciones contribuye a alimentar alguna ambigüedad que a mi juicio no allana el terreno ni facilita una colaboración sinérgica entre distintos actores del escenario de la I+D+i.

FEDIT agrupa a una treintena de centros tecnológicos que reúnen cerca de 4.000 investigadores y tecnólogos (no necesaria ni únicamente doctores y/o licenciados) con 20.000 empresas-clientes que generan un movimiento de 270 millones de euros al año, entre contratos con la industria, subvenciones directas o indirectas de sus correspondientes comunidades autónomas y proyectos consorciados, algunos de ellos de convocatorias de la UE. Sin embargo, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU) tiene registrados 64 CT y 14 CAIT, lo que da una cierta idea de los que son más o menos activos. Su distribución geográfica se correlaciona con la actividad industrial en cada comunidad autónoma de las catorce que tienen al menos un CT y seis tienen al menos un CAIT, según se puede ver en la gráfica [6], que corresponde a distintos «Sectores Productivos»: Aeronáutico-Espacial, Agroalimentación, Piedra, Energía, Automoción, Construcción, Cerámica, Máquina-Herramienta, Materiales y Producción, Industrial, Medio Ambiente, Metalmecánica, Mueble y Madera, Químico-Farmacia (plástico), Salud y calidad de vida, Telecomunicaciones, Informática y Electrónica, Textil, Calzado, Piel y Cuero, Transporte y logística y Otros.

CT y CAIT en España.



Fuente: Ministerio (MCIU) [6].

Es indiscutible la labor positiva que desarrollan los CT y los CAIT, pero de los ámbitos de actuación que contempla la definición del ministerio y de la práctica de otros agentes de I+D+i se sigue uno de los problemas que no están bien resuelto en el ecosistema de generación del conocimiento y su transferencia en nuestro país: la deficiente y por ello muy mejorable coordinación y colaboración efectiva y sinérgica de todos los agentes. En efecto, sin más que analizar la definición que establece el real decreto, parece claro que los CAIT son intermediarios entre generadores de conocimiento y empresas, entendiendo por aquellos a los CPI y a los CT (como les reconoce el RD), algo que es objeto de discusión sobre capacidades y hasta de estériles discusiones con mayor o menor trascendencia en algunas ocasiones, invocando la «invasión de competencias» y olvidando el corolario que,

aplicado a este tema, se podría extraer del principio de Ockham («La explicación más simple y suficiente es la más probable, más no necesariamente la verdadera»): lo más fácil es que actúe el más preparado para abordar un problema de manera directa y efectiva o los más adecuados actuando de forma colaborativa.

PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS (PCT)

En los años sesenta y setenta del pasado siglo, tomó cuerpo el concepto de investigación cooperativa que en el fondo se inspiraba en la conveniencia de explotar las sinergias, el ahorro de costes y el acceso «mancomunado», directamente o de forma contractual, a especialistas e infraestructuras esenciales de instituciones o grupos generadores de conocimiento y de su aplicación. Al amparo de ese concepto se desarrollaron en España las asociaciones de investigación [7], específicamente definidas por la titulación que corresponde a las ramas industriales respectivas. Eran organismos independientes, establecidos por un grupo de empresas de una misma rama industrial para estudiar los problemas científicos y técnicos comunes. La CAICYT (Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica) apoyó y financió estos organismos, que en 1961 fueron regulados por un decreto de la Presidencia del Gobierno y proliferaron con distintas orientaciones: Industrias del Caucho, Empresas Confeccionistas, Industrias de Conservas Vegetales, Mejora de la Alfalfa, Industrias de la Madera, Construcción Naval, Seguros, Textil Algodonera, Industria Papelera, Industria Eléctrica, Mejora del Cultivo

de la Remolacha, Pesqueras, Metalúrgica del Noroeste, etc.

Quizá los antecedentes internacionales de la figura de los Parques Científicos y Tecnológicos se puedan situar en Silicon Valley y el MIT, pero también posiblemente podríamos citar esas asociaciones

de investigación como un antecedente nacional, tanto de los CT de los que hemos hablado, como de los PCT, por cuanto sin tener en cuenta las posibles especializaciones, la explotación de la cooperación, de la complementariedad y del acceso a medios especializados de toda clase, son conceptos que subyacen en ambos tipos de organizaciones.

Hay muchas definiciones que corresponden al concepto de PCT, aunque en todas se pueden identificar algunos elementos comunes. Importante es reconocer que en la concepción de un PCT intervienen al menos tres organizaciones en distintas proporciones, alguna de las cuales pudiendo incluso ser nula o testimonial en algunos casos (lo que dejaría únicamente dos organizaciones): Los CPI (universidades y OPI), las grandes y medianas empresas y las pymes. En función de esas distintas proporciones podremos hablar de Parques Científicos (PC), Parques Tecnológicos (PT) o PCT en los que el adjetivo científico corresponde a una implicación importante de los CPI (y sus *spin-offs*), el adjetivo tecnológico a la presencia mayoritaria o única de las empresas

La transferencia tecnológica es una de las claves que fortalecen el sistema competitivo de las economías basadas en el conocimiento y la innovación a nivel mundial

y pymes (seguramente con alguna vinculación a los CPI) y en todos los casos una financiación pública directa o indirecta, más o menos importante. Por supuesto, en esta asociación de organizaciones están presentes medios y servicios comunes que representan un importante valor añadido para las actividades empresariales y/o de I+D.

Por ello los Parques Científicos, más vinculados a la Academia que los Tecnológicos (y por tanto a los CPI), se centran en aproximaciones y enfoques científicos en general, aunque no de forma exclusiva, y muchas veces se vinculan a —o cuentan con— la figura de incubadoras, mientras que los Parques Tecnológicos se centran fundamentalmente en especialidades y capacidades técnicas orientadas, si bien muchas veces no eluden aproximaciones científicas además de tener una importante componente de carácter inmobiliario. Como hemos apuntado anteriormente que ocurría con los Centros Tecnológicos, a veces y desgraciadamente los PC y los PT no suelen compartir planteamientos o abordajes conjuntos buscando complementariedad, eficiencia, conocimiento y capacidad científica y técnica, lo que sin duda contribuiría de forma más efectiva a la resolución de muchos de los problemas que estos Parques Científicos o Tecnológicos abordan por encomienda de empresas e industrias. Ello se debe posiblemente a algún tipo de prejuicio, por afán de trazar barreras temáticas absurdamente protectoras, o incluso por alguna mala experiencia.

Los PCT tienen naturaleza jurídica y casi siempre estructura física diferenciada, con edificios propios y, como se ha apuntado, suelen estar subvencionados o mantenidos por un gobierno regional o por algunas universidades. En

ellos encuentran cabida y acomodo temporal proyectos emprendedores de base tecnológica, biotecnológica, farmacológica o de ciencia de materiales que, sobre todo en los PC, acceden con un bajo coste o gratuitamente al equipamiento que necesitan para desarrollarse, así como otros servicios comunes de asesoría legal y participación en eventos sectoriales bajo el paraguas del parque o de la comunicación corporativa [8]. Los Parques Científicos mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior, entidades de las que en muchas ocasiones dependen, y están diseñados para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio parque, por lo que juegan además un papel de incubadoras, como lo hacen también los Parques Tecnológicos.

De acuerdo con la APTE (Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España, ubicada en el Parque Tecnológico de Andalucía) [9], la historia de los parques científicos y tecnológicos españoles se puede dividir en tres etapas. En la primera, de 1985 a 1992, se crean en España ocho parques tecnológicos promovidos por las comunidades autónomas. La inversión en esos ocho proyectos superó los 300 millones de euros y en su desarrollo no participaron las universidades ni las pymes españolas que en ese momento no manifestaron interés por el desarrollo tecnológico. Por otro lado, el énfasis se puso en los proyectos de urbanización y bastante menos en la construcción de edificios, aunque el interés por la creación de edificios

hizo aumentar la presencia de las empresas. Se trataba de un nuevo tipo de emplazamiento empresarial donde el cuidado de la imagen era fundamental, así como la elección del emplazamiento. El lugar también se elegía estratégicamente, buscando la cercanía a un aeropuerto y el acceso a comunicaciones.

A partir de 1993 aparecen nuevas iniciativas ligadas a otros promotores más allá del modelo estrictamente autonómico, con un mayor interés de la universidad. Ejemplos pioneros fueron la Comunidad Gallega, la del País Vasco y la Balear. Se identifica también el interés de las iniciativas que le dan al concepto de Parque Tecnológico un matiz más científico, a partir de ese interés de la universidad (y del CSIC, por ejemplo en la Comunidad Autónoma de Madrid). Prueba de ello, es que, en 2017, 23 universidades están desarrollando parques científicos y tecnológicos.

Finalmente, a partir de 1998 se produce un gran crecimiento económico debido al desarrollo de la Sociedad de la Información y nace el modelo de Parque exclusivamente Científico, promovido por las universidades y en buena medida por las comunidades autónomas, a veces con criterios más bien políticos y planteamientos poco sólidos que no siempre han permitido un desarrollo coherente con los fines, e incluso han dado lugar a la existencia de problemas de cariz económico que han dado al traste con algunos de ellos.

La APTE contaba en 2017 con 64 miembros distribuidos por toda la geografía española, aunque los más importantes se concentran obviamente en los principales focos de innovación de nuestro país, como son Madrid y

Cataluña. Reporta la Asociación más de 8.013 empresas e instituciones instaladas en los parques científicos, cifra que crece a un ritmo de casi el 20% anual. De ellas, el 22% son *start-ups* relacionadas con la informática o las telecomunicaciones, el 19% se dedican al área de ingeniería o consultoría, mientras que el 6,5% hace lo propio en el área de medicina y salud. Por detrás aparecen otros sectores como la agroalimentación o la biotecnología (3,2%), la energía y medio ambiente (3,3%) o la aeronáutica y automoción (2%). En conjunto y siempre según los datos de APTE, las empresas instaladas dan empleo a más de 169.337 personas, de las que el 20% se dedican a tareas de I+D. No en vano, el 50% de estos profesionales cuenta con titulación universitaria e incluso muchos de ellos son doctores en sus respectivas áreas de especialización. Por otro lado, la facturación de las empresas de los parques, cifrada en 27.043 millones de euros, ha experimentado un crecimiento algo mayor del 9% anual.

En Barcelona encontramos importantes parques científicos como el Parc Científic de Barcelona, el Parc de Recerca UAB, el Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona (PRBB) o el Parc de la Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona Tech. En Madrid, a su vez, sobresalen el Parque Científico de Madrid (gestionado por la Universidad Complutense, el CSIC y la Universidad Autónoma), el Parque Científico Universidad Carlos III de Madrid-Leganés Tecnológico o la iniciativa Móstoles Tecnológico. En otras comunidades autónomas, cabe reseñar, el Parque Balear de Innovación Tecnológica (ParcBit) o el Centro de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Cantabria

(CDTUC), junto al Parc Científic, Tecnològic i Empresarial de la Universitat Jaume I de Castelló, los tres parques del País Vasco (Álava, Guipúzcoa y Vizcaya), el Parc Científic de la Universitat de València o el Parque Científico Tecnológico de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Entre los parques orientados de forma vertical (solo a un sector de innovación) podríamos resaltar el papel que juegan Aerópolis (Parque Tecnológico Aeroespacial de Andalucía) o TechnoPark. Este último es un centro de I+D situado en el circuito de Motorland, en Alcañiz, centrado en el mundo de la automoción.

EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Se llaman Empresas de Base Tecnológica (EBT) a las que se crean y centran su actividad en las aplicaciones de resultados de la investigación científica o tecnológica para la generación de nuevos productos, procesos o servicios. Aunque esta definición puede acoger también las iniciativas *gemadas* desde una empresa que quiera diferenciar una nueva actividad, las EBT se refieren mayoritariamente a iniciativas *ex novo* relacionadas con los organismos-fuente donde precisamente se desarrolla el conocimiento científico y tecnológico y la formación. Esto último aporta el valor de contar las más de las veces con una oportunidad para dar empleo cualificado a parte de los recursos humanos que han participado en el origen y desarrollo de ese conocimiento.

Los CPI y otras organizaciones vienen dedicando una importante atención a estas estructuras como auténticos motores en la transferencia de conocimiento y como me-

canismos que facilita y favorece la inserción de jóvenes formados, en un mercado laboral especializado.

Por otro lado, y al margen de la transferencia directa de conocimientos, resultados y tecnologías a empresas constituidas que los puedan aplicar a la mejora de sus productos y procesos, desde hace algún tiempo las estructuras empresariales que aparecen como potenciales explotadores del conocimiento son las llamadas «*spin-off*» y «*start-up*», que pueden considerarse EBT, aunque más aquellas que estas últimas, que no necesariamente se centran en aplicar resultados de la I+D. Esto es particularmente importante cuando el tejido empresarial existente no parece el más adecuado (cualitativa y cuantitativamente) para absorber las nuevas aportaciones que la I+D de frontera es capaz de suministrarle. Surge entonces la iniciativa de personas que están cercanas al origen de esas aportaciones y son capaces de vislumbrar una vía empresarial que extraiga rendimiento y explote ese conocimiento, e incluso que represente un destino atractivo para el capital humano formado en esas instituciones. Dependiendo de su entorno de nacimiento hablaremos de *spin-offs* y de *start-ups*.

La creación de una *spin-off* [10], se produce en el seno de una organización —empresa, CPI, CTI, CAIT, etc.—, aunque el término se suele aplicar a empresas nacidas en CPI y CTI y obviamente su área de trabajo está fuertemente vinculada a la especialización de esa institución o de alguno de sus departamentos. Las *start-up* nacen de ideas de negocio innovadoras, sin estar vinculadas o nacer

en el seno de ninguna institución, y pretenden explotar un nicho de mercado específico, de potencial importante.

En este escenario cercano al mercado y al desarrollo de la innovación desde la aplicación del conocimiento, se puede identificar también un formato o estructura de apoyo, más a las *start-up* que a las *spin-off*, aunque no exclusiva de aquellas, que son las iniciativas o *aceleradoras de empresas*. Una *aceleradora de empresas* es una compañía que se dedica a impulsar otras empresas, fundamentalmente de tipo EBT, que desean salir o están comenzando a salir al mercado. En ese sentido tanto las *spin-off* como las *start-up* serían objetivo para estas compañías, aunque su cercanía al mercado y la ausencia de vinculación obligatoria a la fuente original del conocimiento hacen que estas últimas sean más proclives a establecer una relación con la *aceleradora de empresas*. Esta ofrece a las *start-ups* posibilidades de mentorización, financiación —o acceso a ella—, formación complementaria y tutorización, aunque su modelo de negocio busca el retorno de dinero invertido en cada una de las *start-ups* a través de la compra de acciones de estas [11].

Estos tres tipos de organizaciones, surgidas en los últimos años, persiguen el mismo fin, que se resume en apoyar a las nuevas EBT en su definición y crecimiento, pudiendo asociarse cada formato a una fase o una etapa de su desarrollo. Así, en un modelo más o menos utópico podíamos identificar cómo la investigación de un departamento o laboratorio de un CPI llega a unos resultados y conclusiones que, una vez protegidos (patente, registro, secreto industrial...), permiten visualizar una posible ex-

plotación de mercado, en ausencia de una empresa que no pueda o quiera incorporarlos por la vía tradicional de licenciar esos resultados. El primer paso sería definir una *spin-off* apoyada por el propio CPI (incluso con su participación financiera y/o facilitando acceso a medios, de forma temporal), para después tomar forma de *start-up* y utilizar, llegado el caso, las capacidades de una aceleradora de empresas.

Desde la experiencia del CSIC y en términos generales podemos hacer algunas recomendaciones u observaciones a esa hipotética ruta.

- En la medida en que exista una instalación inicial de la nueva iniciativa empresarial en el mismo CPI, se debe procurar la desvinculación física de la EBT o del organismo madre lo más pronto posible y en todo caso, aunque sea por poco tiempo, definir contractualmente la vinculación existente.
- Incorporar una gerencia profesional con el objetivo de organizar la «empresa» y atender a su finalidad, que obviamente sería salir al mercado.
- Salir al mercado con un producto/servicio lo más pronto posible, aunque el producto/servicio no esté definitivamente a punto. Introducirse en el mercado con contribuciones parciales e incluso distantes del objetivo final permite «engrasar» la maquinaria y desarrollar experiencia.

En esa desvinculación física las figuras de incubadora y vivero de empresa contribuyen sin duda a completar el escenario de las ayudas y apoyos posibles para facilitar la transferencia de resultados a través de la creación de una EBT. Las incubadoras acogen una idea de negocio en su

fase inicial y, sobre su base, crean y elaboran un proyecto propio, mientras que los viveros y aceleradoras ayudan a desarrollar proyectos que se encuentran en fases más avanzadas. El cuadro siguiente resume algunas características fundamentales de estas figuras:

	Incubadoras	Viveros	Mentalidad de crecimiento
Start-up / Apoyo	Idea en su fase inicial	Proyecto en fase más avanzada	Proyecto en fase más avanzada
Objetivo	Elaborar proyecto propio y concreto	Ayudar a desarrollar el proyecto	Ayudar a desarrollar el proyecto
Naturaleza habitual	Privada	Público o privado	Privado
Ventajas económicas para la start-up	Posible apoyo financiero	Habitualmente no	Posible apoyo financiero previo a rondas de financiación
Otras ventajas para la start-up	Mentoring, networking, asesoramiento financiero y legal, espacios, servicios de infraestructura	Tutelaje, espacios, coworking, formación, networking, gastos corrientes de instalación	Mentoring orientado a transformar rápidamente en un negocio consolidado
Beneficio principal para la iniciativa de apoyo	Cumplimiento de finalidades de transferencia	Cobro de tarifas	Compensación para la Aceleradora (participación)

Fuente: Elaboración propia.

Las universidades españolas han mantenido los últimos años un ritmo de creación medio de 110 EBT/año (2012 a 2016), de las que el 54% corresponden al área de Ingeniería

rías y Arquitectura y el 19% al área de Salud. Estas empresas han facilitado la incorporación de 173 PDI al año, en cifra promedio correspondiente a los mismos cinco años [12]. Por su parte, el CSIC mantiene los últimos años una «cartera» de un centenar de EBT que corresponde a un flujo de entrada-salida anual del orden de una decena de empresas.

ALGUNOS EJEMPLOS DE ÉXITO EN CPI

En algunos casos ejemplarizando la capacidad y el valor añadido que resulta de la íntima colaboración entre departamentos, institutos y centros de la universidad y el mayor de los OPI (conviene recordar que aproximadamente la mitad de los 120 institutos de investigación del CSIC son mixtos, con distintas universidades), se presentan a continuación algunos ejemplos de éxito de empresas de base tecnológica, tipo *spin-off* y otras estructuras creadas desde ese OPI (en muchos casos con la universidad).

a) Biopolis S.L.: biotecnología a medida del cliente.

Biopolis surgió como una *spin-off* del Consejo Superior de Investigaciones Científicas desde el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia (centro propio CSIC), teniendo por socios al propio CSIC junto a Central Lechera Asturiana, la compañía francesa Naturex y el capital riesgo Talde. No se creó a partir de unas investigaciones previas que hubieran generado una patente. Nació de la necesidad de transferir el conocimiento generado en los laboratorios en el desarrollo de *starters* de fermentación para el mercado farmacéutico y alimentario. El inicio, a finales

del siglo pasado, contó con tres personas y un pequeño laboratorio de 40 m². Desde entonces, Biopolis decidió seguir una vía distinta a la de muchas compañías biotecnológicas creadas en España trabajando por un lado con una filosofía que ve en cada cliente un activo a cultivar y conservar y, por otro, aplicando de forma pionera las nuevas tecnologías ómicas¹ al mundo de la alimentación [13].

Hace dos años, la multinacional americana Archer Daniels Midland Co. (ADM), una de las cinco empresas agroalimentarias más grandes del mundo, decidió adquirir Biopolis. La operación consistió en la compra de todo el accionariado industrial, unida a la permanencia del CSIC como socio de Biopolis. Actualmente Biopolis es un 90% ADM y un 10% CSIC [14]. Esta combinación de talento industrial y talento científico es poco frecuente, pero los hechos demuestran que es muy efectiva. En la actualidad, Biopolis cuenta con una cartera de 150 clientes provenientes del mundo de la alimentación humana y animal, del sector de la química industrial y, en menor medida, de la industria farmacéutica, de forma que el 65% de su facturación se origina fuera de España. Adicionalmente cabe reseñar que hoy Biopolis cuenta con una plantilla de 70 profesionales con distintas formaciones, desde biólogos, farmacéuticos o químicos a ingenieros químicos e industriales, pasando por bioinformáticos, abogados o comerciales. El modelo de transferencia creado se basa en la rigurosidad, la cercanía al cliente y la obsesión por la puesta en el mercado de los desarrollos. Es un ejemplo de

1 Los «bioinvestigadores» llaman así a las tecnologías de genómica, proteómica, metabolómica, etc.

que la mal invocada dicotomía entre ciencia básica y ciencia aplicada, no existe, y que desde la ciencia bien hecha siempre surgen aplicaciones industriales.

En resumen, se trata de una *spin-off* que se ha concebido y desarrollado en un OPI, para devenir una *start-up* y ser vendida después a una de las grandes multinacionales del sector, sin perder la participación que el OPI tiene en ella desde su creación.

b) Marsi Bionics S.L.

Marsi Bionics se crea en 2013 como *spin-off* del Centro de Automática y Robótica (CAR), centro mixto entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). El principal objetivo de esta EBT es transferir a la sociedad, a través del mercado, los resultados de la investigación en exoesqueletos de asistencia a la marcha de niños con enfermedades neurológicas. El exoesqueleto ATLAS desarrollado por el equipo del CAR supone un doble hito internacional, al constituirse como el primer exoesqueleto portable pediátrico y ser el primero indicado en patologías de la infancia que causan la pérdida total de marcha: lesión medular (paraplejía y tetraplejía) y atrofia muscular espinal de tipo II. La *spin-off* ha recibido el Sello de Excelencia de la Comisión Europea y el Sello de Pyme Innovadora del Ministerio de Economía y Competitividad, la consideración de Empresa de Sector Estratégico del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y varios otros premios por su labor tecnológica y social, entre los que destacan el Premio CEPYME 2015 al Mejor Proyecto

Emprendedor y el premio FENIN al emprendimiento en tecnología sanitaria.

La búsqueda de capital ha llevado a Marsi Bionics a estar hoy constituida por cuatro accionistas, entre ellos una empresa financiadora tipo “Business Angel” y una gran industria que aporta su capacidad tecnológica, Escribano Mechanical and Engineering, esta última jugando además el papel de socio industrial para llevar a cabo la producción de los exoesqueletos a gran escala. Al cierre de 2018 la empresa contaba con una plantilla de 17 empleados [15].



Marsi Bionics S.L. investiga en exoesqueletos de asistencia a la marcha de niños con enfermedades neurológicas.

En resumen, una *spin-off* que nace en un centro mixto CSIC-Universidad, con indiscutible éxito en un sector social importante y que se vincula a un socio que aporta capital y a uno que le da la dimensión y la gestión industrial.

c) Anafocus.

Anafocus se crea en Sevilla en 2004. Originariamente pretendía explotar el conocimiento que existía en el IMSE-CNM (Instituto de Microelectrónica de Sevilla, Centro Nacional de Microelectrónica), centro mixto del CSIC y la Universidad de Sevilla, sobre diseño de circuitos integrados de señal mixta para aplicaciones de visión. Inicialmente la empresa se creó con un capital mínimo de 3.000 euros, aportados a partes iguales por seis de los siete socios iniciales; estos socios eran personal de la universidad y/o del CSIC de diversas categorías laborales, desde catedráticos a becarios.

La primera fase consistió en diseñar un plan de negocio y obtener la financiación que se necesitaba para implementar ese plan. Dada la falta de experiencia de los socios, el borrador inicial del plan fue presentado a un concurso de nuevas empresas. La novedad de las ideas aportadas y su elevado carácter tecnológico hicieron que ese plan seminal ganase el concurso. Se reformuló entonces un nuevo plan de negocio y se consiguió que Bullnet Capital, una empresa de capital semilla, adquiriese a comienzos de 2005 el 51% de la compañía por un total de seis millones de euros. Inicialmente la compañía se alojó en las instalaciones del IMSE-CSIC, para trasladarse ese mismo año 2005 al Pabellón de Italia, en el Parque Tecnológico de

Cartuja, donde fue ocupando un espacio progresivamente creciente, conforme aumentó el número de empleados hasta llegar al centenar con titulación superior (un tercio de ellos con el grado de doctor), generando una cartera de clientes en todo el mundo, desde Europa hasta Japón. Sus productos estelares han sido los convertidores analógico-digital y digital-analógico y, sobre todo, sus sistemas integrados programables de visión.

En 2014 se decidió aceptar una de las ofertas de compra recibidas ese año, vendiendo la empresa a E2v (English Electric Valve, antes una compañía de Marconi y hoy de Teledyne), para convertirla en departamento de I+D de ese *holding*, [16]. Desde entonces opera en sus instalaciones de Sevilla con notable éxito.

En resumen, se trata de la *spin-off* de un centro, que puso en juego las competencias CSIC-Universidad y que, atrayendo al final la atención de un potente grupo internacional, no dudó en absorber la empresa cuando creó una cartera de productos de impacto internacional y llegó a un volumen del centenar de trabajadores de alta especialización.

d) Nuevas tecnologías de recuperación, purificación y licuefacción de helio adaptadas a hospitales y centros de investigación.

A pesar de ser el segundo elemento más abundante del universo, el helio (He) en la Tierra se obtiene del subsuelo. De hecho, se trata de un gas fósil, producto de la desintegración natural de minerales derivados del uranio. Este hecho convierte al helio en un material estratégico,

limitado y muy caro, que puede alcanzar, en fase líquida, precios de hasta 50 euros/litro. Por tanto, es fundamental recuperarlo, purificarlo y volverlo a licuar, porque su uso es imprescindible en multitud de equipos médicos y de investigación, como resonancias magnéticas, magnetoencefalógrafos, refrigeradores de dilución y, en general, en todos los equipos utilizados en física de bajas temperaturas. Hasta hace una década la única tecnología existente para producir helio líquido era muy compleja, voluminosa, cara y difícil de mantener operativa.

Un equipo de investigadores y técnicos, del ICMA (Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón), centro mixto del CSIC y la Universidad de Zaragoza, desarrolló una novedosa tecnología de purificación y licuefacción de helio que, con el tamaño y consumo de un electrodoméstico, es adaptable a todo tipo de equipamiento médico y científico, y a distintos entornos, desde hospitales hasta empresas y pequeños centros de investigación. La tecnología se protegió mediante una cartera de seis familias de patentes.

Por otro lado, la empresa americana GWR Instruments (EE.UU.) fomentó hace varias décadas el nacimiento, establecimiento y expansión de la compañía Quantum Design International (EE.UU.), en el área de squid, gravímetros y licuefactores de He. Hace unos veinte años el ICMA estableció relaciones científicas con GWR a raíz del interés de esta empresa por un artículo que publicó el centro, que dio lugar a que se planteara la fabricación de unos prototipos de licuefactores de He con potencial de fabricación industrial. De ello surgió la idea en el ICMA de hacer un *spin-off* entre la industria y los dos centros públicos (CSIC y Universidad

de Zaragoza). Sin embargo, avanzado el estudio de mercado, Quantum Design, ya vinculada a GWR, ofreció la puesta en valor de los resultados a través de la compra/licencia de las patentes y el establecimiento de royalties para el CSIC y la universidad, con la ventaja de la inmediatez, estructura de distribución/comercialización y la contratación de proyectos de desarrollos posteriores. Por ello, la explotación comercial fue licenciada, en exclusiva, a la empresa Quantum Design International. Desde que se inició la comercialización en octubre de 2012, bajo la denominación Advanced Technology Liquefiers (ATL) [17], se han instalado ya más de 144 plantas en todo el mundo.

Este es un ejemplo de transferencia que seguramente no habría llegado a esos resultados siguiendo la vía EBT, pero que consigue resultados en línea con la misión de transferir, utilizando otro instrumento del arsenal al que hemos hecho referencia y poniendo en práctica la idea que debe sobrevolar toda iniciativa de EBT desde el sector académico: ser consciente de que el mercado, la gestión, la comercialización, etc., son aspectos fundamentales de la empresa, y el sector académico no es en absoluto experto en ello, por lo que conviene adoptar soluciones mixtas o cuando menos imaginativas que provean de una buena capacidad de esos aspectos.

e) Mecwins S.A.

Mecwins [18] es una *spin-off* creada en 2008 desde el Instituto de Micro y Nanotecnología (IMN-CNM, centro propio del CSIC), especializada en el desarrollo de herramientas nanotecnológicas innovadoras para el análisis,

diagnóstico y pronóstico de enfermedades. La base tecnológica corresponde a una cartera de patentes relacionadas con sensores optonomecánicos, desarrollados en el grupo de Bionomecánica del centro. La empresa es pionera en la comercialización de este tipo de sensores basados en el diagnóstico molecular y la interacción de la bioquímica con la nanomecánica. Su objetivo actual se centra en el desarrollo de inmunoensayos ultrasensibles para la detección de biomarcadores proteicos en sangre. Los campos de aplicación clave se encuentran en oncología, enfermedades cardiovasculares y enfermedades infecciosas.

La compañía comenzó su andadura gracias al capital semilla de Masela Inversiones. En 2009 firmó un acuerdo de desarrollo tecnológico con la empresa Progenika S.A. (hoy parte del grupo Grifols), que le proporcionó el impulso inicial para comenzar el desarrollo de sus productos en la incubadora de empresas tecnológicas del Parque Científico de Madrid. Con una base científica sólida, transferida de manera eficiente a la compañía desde el CSIC, en algo más de un año se produjo el lanzamiento comercial de la plataforma SCALA para la lectura óptica de sensores nanomecánicos, y menos de un año más tarde se realizó la primera venta internacional de la plataforma para investigación. En 2014 la empresa cerró una segunda ronda de financiación por cuatro millones de euros con el fondo CRB-Biotech, lo que permitió que la compañía alcanzase los diez empleados en plantilla, algunos de ellos jóvenes investigadores del CSIC, y pasase a ubicarse en instalaciones propias. En el año 2018, Grifols suscribió dos millones de euros en la ampliación de capital de

Mecwins a través de Progenika Biopharma, alcanzando con ello el 25% del capital [19].

La inversión de Grifols y CRB tiene por objetivo permitir a Mecwins realizar estudios clínicos que demuestren la capacidad diagnóstica de esta tecnología, que muestra una sensibilidad un millón de veces superior que la utilizada en la práctica clínica habitual. La mayor capacidad facilitaría a los profesionales de la salud la detección temprana en una gota de sangre de biomarcadores de enfermedades como el VIH, la alerta sobre la reaparición temprana de un cáncer de próstata después de una cirugía o la isquemia de miocardio, entre otras. Este diagnóstico temprano permitiría el tratamiento en estadios muy iniciales de esas enfermedades. Debido a los largos periodos de desarrollo para aplicaciones en diagnóstico, la empresa no ha alcanzado su velocidad de crucero todavía. Sus productos estrella han de pasar aún por la aprobación europea y de la FDA (Food and Drug Administration) antes de ser comercializados.

Mecwin reúne en su historia varios elementos de los que hemos hablado: vinculación rápida a un capital y a un tutelaje empresarial utilizando su instalación en incubadora y comercialización de un producto (¡vender producto lo más pronto posible!), sin descuidar la investigación en el desarrollo de avances innovadores, contando con la financiación exterior necesaria.

f) Oncovision.

El avance de la ciencia fundamental, es decir, la ciencia en la frontera del conocimiento científico, precisa

del desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas experimentales que permitan observar más allá de lo conocido hasta el momento. Así, por ejemplo, en laboratorios internacionales como el CERN (Ginebra, Suiza) o Fermilab (Chicago, EEUU) el desarrollo en las últimas décadas de nuevos aceleradores y detectores ha permitido descubrir partículas elementales como el *quark top* (Fermilab, 1995) y el bosón de Higgs (CERN, 2012). A su vez, el desarrollo de esas nuevas tecnologías tiene un impacto social e industrial significativo, cerrando el ciclo inversión-extensión del conocimiento-retorno económico.

En el Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M), centro mixto CSIC-Universidad Politécnica de Valencia, un grupo de físicos experimentales de partículas y nucleares, utilizando las técnicas de detección de rayos gamma que ellos mismos desarrollaron en el CERN, Fermilab y otros laboratorios internacionales, pusieron a punto una serie de aplicaciones específicas en el diagnóstico por imagen médica, adaptando esas técnicas. El resultado permitió optimizar la tecnología de detección de rayos gamma mediante cristales de centelleo para mejorar la imagen de la Tomografía por Emisión de Positrones (PET) y ello dio origen a unas patentes del CSIC que constituyeron la aportación inicial a la creación de la *spin-off* Oncovision, en los primeros años de la presente década.

A finales del año 2016 la empresa fue adquirida por la multinacional alemana BRUKER, líder mundial en

la comercialización de equipamiento para investigación química y biomédica. Más de diez investigadores e ingenieros españoles que se formaron en el I3M trabajan ahora para BRUKER en su nueva sede de Valencia, con lo que se ha contribuido a la generación de empleo de calidad en España. Hoy Oncovision [20] cuenta con una línea de productos clínicos que incluye una gamma cámara intraoperatoria, única en el mercado, una gamma sonda utilizada ampliamente en cirugía radioguiada y el revolucionario Mammi PET, un equipo para el diagnóstico del cáncer de mama, capaz de visualizar lesiones de menos de 2 mm, que puede cuantificar con precisión la actividad tumoral. Numerosos centros de investigación en todo el mundo han incorporado esos equipos para la realización de estudios oncológicos y neurológicos con animales pequeños de experimentación (ratas y ratones). Todo ello reporta notables *royalties* al CSIC.

En este caso, como en el de Anafocus, la excelencia, competitividad y capacidad demostrada a nivel internacional han atraído el interés de multinacionales que, al adquirir estas empresas, no solo completan el ciclo investigación-transferencia-comercialización, sino que permiten emplear personal muy cualificado formado en los CPI y aseguran a estos organismos un contacto importante para continuar una línea de investigación de probado interés industrial. ■

Emilio Lora-Tamayo es catedrático, expresidente del CSIC, exrector de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo y actualmente rector de la Universidad Camilo José Cela.

- [1] Véase transcripción en Revista REDES14, vol7, nov 1999 «Ciencia, la frontera sin fin.», Vannever Bush. Ver <https://www.oei.es/historico/ctsiima/VANNEVAR-BUSH.pdf>
- [2] European Innovation Scoreboard 201 https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en
- [3] <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer.html>
- [4] <https://fedit.com/>
- [5] Real Decreto 2093/2008
- [6] Ministerio y elaboración propia <http://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=967227bba0d-90210VgnVCM1000001034e20aRCRD>
- [7] «Un clima para la ciencia», M. Lora-Tamayo, 1969, Ed. Gredos S.A.
- [8] <https://www.ticbeat.com/innovacion/parques-cientificos-que-son-y-cuales-hay-en-espana/>; «Los parques Científicos y Tecnológicos en España: retos y oportunidades» Julio Cesar Ondategui, Madri+d, CAM
- [9] <https://www.apte.org>
- [10] Ángela Bernardo <https://blogthinkbig.com/startup-programs>
- [11] <https://noticias.infocif.es/noticia/incubadoras-aceleradoras-y-viveros-de-empresas-diferencias>
- [12] «La investigación y transferencia de conocimiento en las universidades españolas», informe CRUE, 2016
- [13] <http://biopolis.es/>
- [14] <https://www.uv.es/master-id-biotecnologia-biomedicina/es/novedades-1285955365476/Novetat.html?id=1286000589187>
- [15] <http://www.marsibionics.com/>
- [16] https://es.wikipedia.org/wiki/Teledyne_Anafocus
- [17] <https://www.qdusa.com/products/helium-liquefiers.html>
- [18] <http://mecwins.com>
- [19] <https://www.grifols.com/es/view-news/-/new/grifols-invests-in-ultrahigh-sensitive-disease-diagnostic-and-prognostic-technology>
- [20] <http://www.oncovision.com/es/oncovision/>