



15 de febrero de 2023

I01-23

Emprendimiento en *Deep Tech* en España: Análisis de un problema complejo en clave estratégica

Resumen y actualización del documento



“Deep-Tech Entrepreneurship in Spain” publicado por el MIT en el marco de la *Fellowship Rafael del Pino-MIT on Deep Tech Entrepreneurship*

cuyos autores son:

Oihana Basilio Ruiz de Apodaca, Rafael del Pino-MIT Fellow (2020-2022)

Fiona Murray, William Porter Professor of Entrepreneurship & Associate Dean for Innovation + Inclusion, MIT Sloan School of Management

Lars Frølund, Lecturer, MIT Sloan School of Management

Introducción institucional

La innovación y el progreso tecnológico constituyen factores cruciales para resolver los problemas que nos afectan y para cimentar la transformación de nuestras economías y mejorar su competitividad en el medio y largo plazo. Las crisis recientes provocadas por la pandemia y el conflicto bélico en Europa han vuelto a ponernos a prueba y han exigido el diseño de medidas innovadoras para amortiguar su impacto.

La tecnología ha constituido un instrumento clave en este esfuerzo compartido. En los próximos años, la intensidad tecnológica seguirá aumentando y la competencia por el talento y el conocimiento se agudizará en una nueva fase de progreso tecnológico.

A fin de afrontar con éxito los retos extremadamente complejos y de carácter multidimensional que enfrentamos, será necesario activar a una multiplicidad de actores, será necesario un nuevo liderazgo.

Con el objetivo de aportar ideas y argumentos sólidos para impulsar a España en la senda del crecimiento a través de la ciencia, la innovación, el progreso tecnológico y la actividad empresarial, la Fundación Rafael del Pino y la MIT Sloan acordaron poner en marcha las Rafael del Pino-MIT Innovation Initiative Fellowships on Deep tech Entrepreneurship, cuya primera fellow ha sido la profesora **Oihana Basilio Ruiz de Apodaca**.

El resultado de su investigación, codirigida por los profesores **Fiona Murray** y **Lars Frølund**, que se resume en este documento, analiza las fortalezas y debilidades del ecosistema emprendedor español en Deep Tech y formula una serie de recomendaciones con el objetivo de crear una masa crítica que permita consolidar en España un sistema eficaz para el fomento del emprendimiento en tecnologías profundas.

La publicación de este informe resulta oportuna, pues ve la luz en tiempos de disrupción, en un momento apasionante desde el punto de vista económico y tecnológico, y pertinente, pues nos ayuda a conocer mejor los activos de los que dispone España en el ámbito de las tecnologías profundas, pero también a identificar los principales obstáculos que enfrentan nuestros científicos, empresarios y administradores públicos para situar a España en una posición de liderazgo en este campo.

Vicente J. Montes Gan
Director
Fundación Rafael del Pino



David Capodilupo
Assistant Dean for Global Programs
MIT Sloan School of Management



Resumen Ejecutivo del contenido de la investigación

El presente documento traduce y resume los resultados del análisis de las fortalezas y debilidades del ecosistema español de *Deep Tech*, realizado por Basilio, Murray y Frolund (2022) en el marco de la Fellowship Rafael del Pino-MIT. El documento base fue publicado en inglés por el MIT en el mes de diciembre de 2022 y es accesible a través del vínculo <https://reap.mit.edu/resources/>. Dicho análisis aplica al caso español la metodología del modelo *iEcosystems* del MIT, que enfatiza cinco insumos críticos (capital humano, financiación, infraestructura, demanda y cultura/incentivos) que impulsan la capacidad de innovación (I-Cap) y de emprendimiento (E-Cap) del sistema.

La evaluación de estos insumos, tanto de sus fortalezas como debilidades, sirve de base para establecer una serie de recomendaciones clave diseñadas desde una perspectiva sistémica que permitan fortalecer el ecosistema de *Deep Tech* en España.

El enfoque del MIT también pone de relieve el papel de la co-creación y colaboración entre los principales grupos de interés (emprendedores, capital riesgo, universidades, empresas y gobierno) como guía para la implementación de las recomendaciones. Dichas recomendaciones tienen como objetivo crear la masa crítica necesaria para fomentar el emprendimiento en *Deep Tech* en España, como factor clave de la competitividad del país en el futuro.

Las recomendaciones se articulan entorno a los siguientes cinco ejes y las propuestas estratégicas se describen en mayor detalle en los siguientes apartados de este documento y en el paper de referencia:

1. Una estrategia española explícita de *Deep Tech* (liderada y desarrollada por el Gobierno).
2. Una asociación española de clientes industriales de *Deep Tech* (liderada por las empresas).
3. Un club nacional de inversores en *Deep Tech* (liderado por el capital riesgo).
4. Una escuela oficial de emprendimiento e innovación en *Deep Tech* (liderada por Universidades y Organismos Públicos de Investigación (OPIs)).
5. Una cumbre de emprendimiento en *Deep Tech* (liderada por emprendedores).

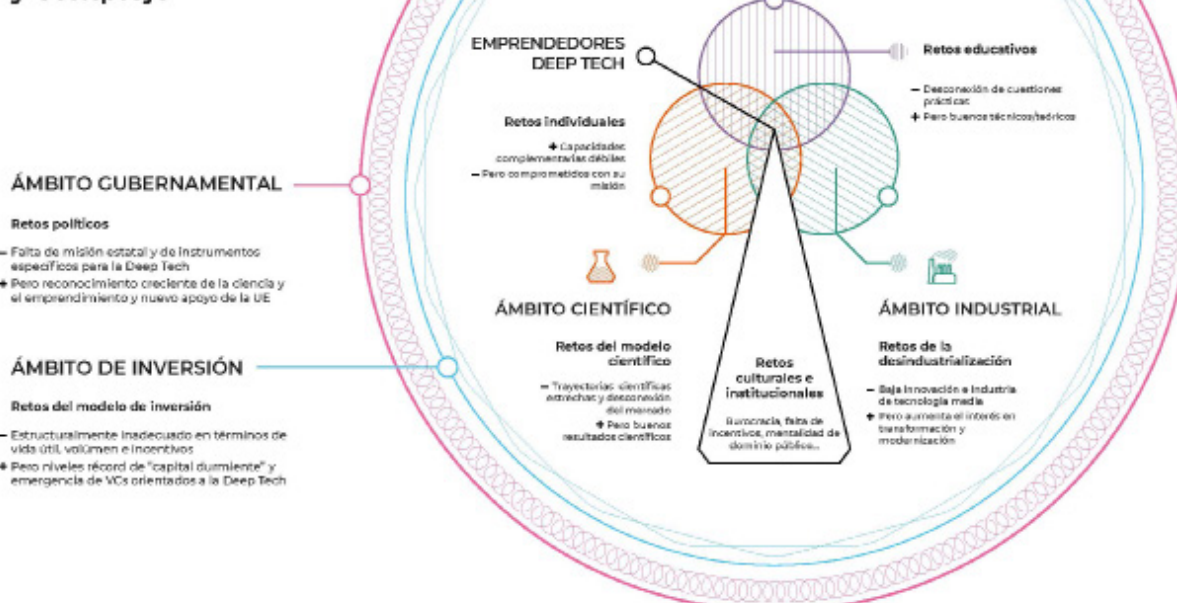
1. Fortalezas y debilidades: un problema sistémico y complejo

El informe “*Deep-tech entrepreneurship in Spain*” (Basilio, Murray, Frolund 2022) analiza las fortalezas y debilidades actuales del ecosistema de *Deep Tech* en España en relación con su capacidad de innovación (I-Cap) y de emprendimiento (E-Cap). En este documento se resumen y sintetizan las principales conclusiones de la investigación realizada¹, que ha basado su análisis en el modelo *iEcosystems* del MIT (descrito brevemente en el Apéndice 1).

La Figura 1 resume las claves del problema sistémico y complejo analizado, clasificando las debilidades y fortalezas detectadas en diferentes ámbitos de actuación, que se relacionan a su vez con los cinco actores o *stakeholders* del ecosistema de innovación y emprendimiento señalados por el modelo *iEcosystems* (Budden y Murray, 2019): 1) las universidades, *Ámbito académico* y *Ámbito científico*, distinguiendo entre las áreas educativa y de investigación; 2) las empresas, *Ámbito industrial*; 3) el Gobierno y la Administración Pública, *Ámbito Gubernamental*; 4) el capital riesgo, *Ámbito de la inversión*; y 5) los emprendedores, *Emprendedores Deep Tech*. Las iniciativas empresariales de *Deep Tech* pueden surgir de diferentes combinaciones de estas esferas, pero tiene especial relevancia la conexión entre el mundo académico e investigador y el mundo empresarial e industrial.

Figura 1

EMPRENDIMIENTO DEEP TECH EN ESPAÑA: Un problema sistémico y complejo



Fuente: Elaboración propia.

1. Basilio, O., F. Murray and L. Frolund (2023). What is “Deep Tech” and what are Deep Tech Ventures?, Working Paper: MIT Global Programs y Basilio, O., F. Murray and L. Frolund (2022). Deep Tech entrepreneurship in Spain: Understanding a complex problem, Working Paper: MIT Global Programs.

En cuanto a las **fortalezas** destacables del ecosistema español, el análisis muestra que España cuenta con un buen sustrato de capital humano para el desarrollo de *Deep Tech*. Es líder en número de doctorados (European Commission, 2021) y es reconocida por la calidad de sus técnicos e ingenieros, con una sólida formación teórica, así como por la alta calidad de sus resultados científicos y de investigación, mostrando un buen desempeño a nivel europeo en este ámbito. En este sentido, España ocupó el tercer lugar en términos de participación y el primero en liderazgo de proyectos del programa Horizonte 2020 de la UE (García, 2021).

Además, España es considerada líder en áreas como el establecimiento de infraestructuras tecnológicas de la información y la comunicación (TIC), la movilidad inteligente, la conectividad móvil o las plataformas de pago (García, 2021). Cada año, la Cátedra Ciencia y Sociedad de la Fundación Rafael del Pino, dirigida por el profesor Javier García, identifica diez tecnologías en las que España dispone de la ciencia, la experiencia, el conocimiento y las empresas para liderar en la frontera de la innovación. El Informe INTEC (García, 2020, 2021 y 2022) analiza la disponibilidad de conocimiento especializado en diez áreas científicas relacionadas con prometedoras tecnologías transformadoras, en las que sería estratégico para el país posicionarse internacionalmente. En el año 2021, las áreas seleccionadas fueron: telemedicina, hidrógeno, fotónica, neurociencias, matemáticas para el procesamiento de datos, test rápidos, supercomputación, agricultura de precisión, realidad aumentada, y nanomedicina (García, 2021). En 2022, lo fueron las siguientes: captura y valorización del CO2, tecnologías para la detección de bacterias resistentes, movilidad inteligente, elementos críticos, matemáticas para un mundo sostenible, Metaverso, fertilizantes inteligentes, materiales teragnósticos, el mundo de los robots y el turismo de las cosas. Por último, aunque no pueda considerarse una fortaleza en sí misma, lo cierto es que, desde la pandemia de COVID-19, la sociedad española ha tomado progresivamente conciencia de la relevancia de la ciencia y de la innovación (Guimón, 2021). Del mismo modo, hay que destacar que, en los próximos años España recibirá una ayuda importante de fondos *Next-Generation*, que serán destinados, parcialmente, a la innovación (Ibid).

Sin embargo, las **debilidades** del ecosistema de innovación español son preponderantes, y muchos expertos consideran que el país está “estancado en la mediocridad” (Guimón, 2021) y “vive al margen de la revolución tecnológica”, con una fuerte y preocupante propensión a incorporar tecnología externa (García, 2021). Paradójicamente, algunas fortalezas existentes son en realidad un reto para el país, ya que incluso los buenos resultados científicos se traducen en poco valor comercial efectivo o en una reducida aplicación práctica. En consecuencia, España cuenta con pocos ejemplos de transferencia de tecnología (OECD, 2021) y presenta signos de debilidad en lo referente a los datos de facturación de las *startups* de carácter científico (*The Collider*, 2019).

Como explica el modelo *iEcosystems* del MIT, las debilidades y/o barreras a la I-Cap y E-Cap y sus interacciones repercuten en los resultados emprendedores de España, los cuales se caracterizan por: a) **bajo nivel tecnológico** de las iniciativas y baja transferencia de tecnología (p.e. alto número de patentes sin aplicación en el mercado), b) **reducido valor/impacto** de las iniciativas emprendedoras, y c) **poca escalabilidad** de las iniciativas, con escasos vínculos con la industria y una mínima escala de inversión (GEM Spain, 2021).

En este informe, se clasifican las debilidades y paradojas que afectan a los cinco actores del ecosistema de innovación (Figura 1) en las cinco categorías de insumos o motores que, según el modelo iEcosystems, deben optimizarse para la I-Cap y E-Cap, en concreto: a) capital humano, b) financiación, c) infraestructuras, d) demanda y, e) incentivos y cultura. El **Apéndice 2** ilustra las principales debilidades que afectan a los distintos insumos con citas seleccionadas de las entrevistas realizadas en el estudio.

a) Capital humano: Oferta insuficiente de perfiles “adecuados” para el emprendimiento en Deep Tech, y concentrada en algunas regiones

España tiene un alto nivel de producción científica y la población con educación terciaria y doctorado está por encima de la media europea, pero, al mismo tiempo, dispone de una oferta insuficiente de personas “adecuadas” para el desarrollo de la actividad emprendedora en el ámbito *Deep Tech*. En este sentido, ser “adecuado” para emprender en *Deep Tech* significa no sólo: 1) tener conocimientos científico-tecnológicos específicos de frontera, sino también: 2) estar, a) comprometido con la transformación de ese conocimiento en soluciones a problemas prácticos y a retos sociales o del mercado, b) familiarizado con el lenguaje de empresas e inversores, y c) formado en la práctica de la innovación y el emprendimiento. España registra buenos resultados en el primer requisito, es decir, los conocimientos específicos. Aún así, es importante recordar que el número de estudiantes matriculados en carreras STEM (en inglés, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), los cuales son una fuente clave de capital humano para la *Deep Tech*, está disminuyendo considerablemente (Cavero y Ruiz, 2017)

Además, a esto se une el problema de la fuga de talento del país, con una cifra preocupante de 12.000 investigadores españoles establecidos en el extranjero (García, 2021).

Sin embargo, en lo que respecta al segundo requisito, es decir, las competencias complementarias relacionadas con la I-Cap y E-Cap, encontramos debilidades importantes en el ámbito de la educación y de la investigación en España, especialmente: a) enfoque educativo eminentemente teórico, que forma a buenos técnicos y pensadores (p.e. ingenieros y científicos) a expensas de un enfoque práctico y conectado con los problemas prácticos sociales y del mercado, y b) falta de experiencia en innovación y emprendimiento (I&E) de profesores² e investigadores, lo que resulta en: c) baja participación e involucración estudiantil en iniciativas emprendedoras y de creación de valor o en acciones orientadas a la resolución de problemas y a la generación de impacto, como la *Deep Tech*.

Esta baja disponibilidad de capital humano adecuado para la innovación y el emprendimiento en *Deep Tech* es una debilidad especialmente preocupante, ya que este tipo de emprendimiento requiere de la participación de científicos y/o técnicos con conocimientos muy avanzados. La escasez de incentivos adecuados es una de las principales razones que explican la baja participación de científicos e investigadores en la industria en España como, por ejemplo, el tipo de resultados por los que se evalúa, se paga y se promociona a los científicos. La siguiente cita de uno de los expertos entrevistados ilustra esta falta de incentivos adecuados y sus preocupantes consecuencias en términos de oportunidades perdidas: “Hay que cambiar el modelo científico estatal. La

² Sólo el 18% de los profesores universitarios con doctorado participan en actividades de transferencia de tecnología (CRUE, 2019).

ciencia básica funciona fenomenal, pero deberíamos cambiar la manera en la que valoramos y pagamos a nuestros científicos. No va de papers... grandes empresas tecnológicas estaban mirando a España, pero no han venido porque el científico estatal aquí publica...y les importa más el paper, no la creación de valor” (#G)³.

Además de los problemas de desconexión con el mercado y con cuestiones “prácticas” en el sistema educativo y de investigación, otras debilidades importantes que afectan a esta paradoja son: 1) la escasa movilidad en España entre el mundo académico y el corporativo, o desde el ámbito universitario y de investigación a la industria; 2) la escasa visibilidad de trayectorias científicas alternativas y de modelos de conducta emprendedora de referencia para el mundo científico; y 3) una mentalidad predominante de “dominio público” de las universidades, orientada a una filosofía de “ciencia abierta”, que a menudo choca con visiones alternativas del conocimiento, más orientadas a la búsqueda de ventajas competitivas y a la consecución de resultados de explotación privados. Por último, España muestra un alto nivel de concentración geográfica del capital humano “adecuado” para el emprendimiento en Deep Tech en algunas regiones y universidades. El 67,3% de los estudiantes universitarios se concentra en cuatro regiones (Fundación CYD, 2020), concretamente en Madrid (21,8%), Andalucía (18,2%), Cataluña (16,2%) y la Comunidad Valenciana (11,1%), y esto también se ve reflejado en los resultados del ranking universitario en términos de generación de transferencia de tecnología, por número de spinoffs, de patentes por profesor, y de ingresos por licencias (Ranking CYD 2021). Esta situación no tiene por qué ser una debilidad del sistema, pero, sin duda, es una característica a tomar en consideración a la hora de formular recomendaciones y proponer mecanismos de acción.

b) Financiación: Baja disponibilidad de fondos para el emprendimiento en Deep Tech e instrumentos de apoyo inadecuados

España parece tener actualmente suficientes fondos disponibles, ya que las entidades de capital riesgo (*venture capital*, VC) han alcanzado cifras récord de inversión (ASCRI, 2020) y la financiación pública ha aumentado con la entrada de los fondos *Next Generation EU*. Sin embargo, estos fondos aún no se han canalizado lo suficientemente hacia iniciativas de impacto en Deep Tech, por lo que los fondos disponibles para este tipo de emprendimiento, con necesidades intensivas de capital (Basilio, Murray y Frolund, 2023; Hafied, 2022), aún siguen siendo demasiado limitados. De las 22 empresas de capital riesgo inversoras en proyectos Deep Tech identificadas con sede en España (véase el Apéndice 3), solo 5 invierten exclusivamente en Deep Tech en el país, mientras que el resto invierte también en el exterior o no están especializados (Hello Tomorrow, 2022).

Esta paradoja (i.e. niveles record de liquidez disponible pero insuficiente financiación dirigida al Deep Tech) se ve afectada por algunas debilidades importantes, entre otras: a) la falta de “comprensión” entre los inversores privados del concepto de Deep Tech y de sus necesidades específicas y las fricciones del modelo de inversión actual (Porticanso et al., 2021), que se intensifican para el caso de España, en términos de “vida útil” o permanencia de las inversiones, del reducido volumen de los tickets y de la aversión al riesgo de muchos inversores; b) la falta de adecuación de la financiación pública y de los instrumentos existentes a las necesidades de este tipo de emprendimiento (ver Apéndice 2); c) la insuficiente masa

3. La referencia al entrevistado aparece entre paréntesis (# número, para emprendedores y # letra, para expertos representando a otros stakeholders). El perfil de los entrevistados está recogido en el Apéndice 1.

crítica de iniciativas de coinversión público-privada; y d) la falta de instrumentos específicamente diseñados para canalizar eficientemente los fondos públicos hacia la *Deep Tech* y que, a su vez, permitan la ejecución efectiva de los presupuestos disponibles. En particular, este último problema ha sido puesto de manifiesto por altos cargos del sistema público, que enfrentan importantes retos a la hora de canalizar los presupuestos de apoyo a proyectos de *Deep Tech*. La baja ejecución de los presupuestos públicos de I+D (51,3% en el año 2019) se atribuye, no sólo a los problemas de capacidad administrativa del sector público, sino también al diseño fallido de instrumentos de política (Guimón, 2021).

c) Demanda del mercado: Débil demanda interna, privada y pública, para las Deep Tech

Como se ha mencionado en relación con la aportación del capital humano a la I-Cap y E-Cap, la fuga de cerebros en España es un problema importante, ya que el país invierte grandes cantidades de dinero público en la formación y educación de ingenieros y científicos de alta calidad que se marchan a trabajar a otros países (García, 2021). Además de la inestabilidad de la carrera investigadora y de la disminución del gasto en I+D durante la crisis de 2008 (Guimón, 2021), también se ha producido una fuga de cerebros a medida que se ha reducido el peso del sector industrial en la economía española.

Este proceso de desindustrialización también se materializa en una debilidad de la demanda del mercado interno para las *startups* de *Deep Tech*, lo que dificulta su acceso a los primeros clientes y proveedores dentro del país. Algunas debilidades señaladas del sector industrial y empresarial, que afectan a la demanda de *Deep Tech* en España, son: el bajo nivel de inversión en I+D; el menor desarrollo o avance de sectores de alta tecnología; la miopía de la industria para visualizar y adelantarse al futuro y a las transformaciones venideras (#A); la infravaloración del rol de la ciencia y los bajos niveles de colaboración con las instituciones científicas (#G); y el mayor peso de compras de I+D realizado con otras empresas y con el extranjero (*The Collider*, 2019). A la débil demanda privada se suma que el sector público también ha sido tradicionalmente ineficiente a la hora de impulsar la demanda de mercado mediante políticas directas de “*demand-pull*” y otras políticas destinadas a conectar el ámbito de la investigación con el industrial (Guimón, 2021).

d) Infraestructura: Desarticulación de los instrumentos y políticas de apoyo al emprendimiento en Deep Tech y existencia de debilidades específicas que afectan a las instituciones de apoyo.

La definición difusa del concepto de *Deep Tech* (Basilio et al., 2023; Hafied, 2022) y sus implicaciones para el ecosistema de apoyo no son el único reto que deben afrontar las iniciativas emprendedoras en España. Los desequilibrios estructurales del sistema español de ciencia e innovación, con una alta diversidad de modelos regionales y una alta complejidad de la normativa administrativa (OECD, 2021), distorsionan los sistemas de apoyo a la *Deep Tech* y al emprendimiento en dicha área, y reducen la transparencia en cuanto a las alternativas de apoyo existentes.

España es un país descentralizado, en el que el poder político se ejerce desde el Estado y las Comunidades Autónomas (CCAA), a las que se otorga una base constitucional para la elaboración de políticas públicas de innovación (artículo 148.17 de la Constitución). Esta articulación territorial provoca una gran diversidad

En cuanto a las principales infraestructuras de investigación en España y la disponibilidad de equipos técnicos especializados, es importante tener en cuenta que la mayoría de los organismos existentes son de carácter público. Sin embargo, como consecuencia de la desarticulación y complejidad del ecosistema, las particularidades de las diferentes instituciones de apoyo son muchas, y la intensidad de las barreras y debilidades que las afectan también son heterogéneas⁴. El Recuadro 1 describe las principales debilidades que afectan a las infraestructuras clave para el Deep Tech en España.

Recuadro 1: Principales debilidades específicas que afectan a infraestructuras clave para el Deep Tech en España

Las **Universidades**, principales actores en la ejecución de la I+D (OECD, 2021), dependen de las políticas y financiación regional en las áreas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Las universidades españolas son criticadas por ser altamente burocráticas y endogámicas, por su escasa porosidad en términos de transferencia de conocimientos y de colaboración con otros actores (OECD, 2021) y por su sistema de financiación que no se basa suficientemente en criterios de rendimiento (Hafied, 2022). Además, la gobernanza universitaria no está abierta a la intervención de agentes externos puesto que los consejos sociales, que deberían encargarse de catalizar la participación universitaria en la sociedad, están particularmente limitados (OECD, 2021). Dado que las universidades están dotadas de gran autonomía formal, las diferencias entre organizaciones añaden complejidad institucional a la ya de por sí elevada diversidad de situaciones a nivel regional y nacional. Por ejemplo, en relación con el marco normativo para la creación de empresas de base tecnológica (EBT), distintas instituciones aplican diferentes interpretaciones de la norma (CRUE, 2017; Trenado y Huergo, 2007) y, en lo que se refiere a las OTRI, existen enormes diferencias entre instituciones en términos de tamaño, profesionalización, madurez y proactividad. Por tanto, la heterogeneidad en lo que respecta a normas y procedimientos internos de las 80 organizaciones del sistema universitario (Ministerio de Universidades, 2021) añade más complejidad institucional a la propia del sistema nacional de innovación (CRUE, 2017).

Los **Organismos Públicos de Investigación** (OPI) también son bastante heterogéneos, ya que algunos están vinculados al gobierno central, mientras que otros lo están a las administraciones regionales. Los OPI vinculados al gobierno central son más burocráticos y están sujetos a normas estrictas, mientras que otros de más reciente creación tienen mayor flexibilidad y autonomía y suelen constituirse como fundaciones (OECD, 2021). Además, los OPI no universitarios de creación más reciente (p.e. CERCA, BERC o IMDEA) suelen establecer sus propios procedimientos para crear nuevas spin-offs y tienen mayor flexibilidad que los centros adscritos a las universidades (Ibid).

Los **Centros Tecnológicos** (CT)⁵ son igualmente heterogéneos en cuanto a tamaño y actividad debido a las importantes diferencias entre las Comunidades Autónomas en las que tienen su sede. De hecho, algunas regiones, entre ellas Madrid, carecen actualmente de CT. Además, no existe un proceso formal de coordinación de la inversión pública en los CT, lo que dificulta la alineación de su actividad con las prioridades nacionales (OECD, 2021).

Los **Parques Científicos y Tecnológicos** (PCT) también son muy diversos (p.e. en cuanto a la tipología de las empresas que incuban y aceleran, así como en términos de tamaño), suelen mantener vínculos estrechos con las universidades públicas y los centros de investigación de la región (OECD, 2021), y ofrecen apoyo específico poco homogéneo para las Deep Tech⁶.

4. Véase el Apéndice 4 para la descripción de las infraestructuras clave que impactan a la I-Cap y E-Cap en Deep Tech en España.

5. Según COTEC, el 30% de la actividad innovadora de las empresas en España proviene de CT, organizaciones privadas de investigación sin ánimo de lucro que disponen de los recursos materiales y humanos propios necesarios para llevar a cabo actividades dirigidas tanto a generar conocimiento tecnológico como a facilitar su explotación, ya sea por parte de empresas existentes o mediante la generación de nuevas iniciativas empresariales. Su éxito se mide por la mejora competitiva de las empresas y su contribución al desarrollo económico de su entorno (Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología, FEDIT).

6. Por ejemplo, el Parque Científico de Madrid, ubicado en el campus de la UAM, próximo a otras infraestructuras y centros de investigación del CSIC, ha creado recientemente iniciativas específicas de aceleración para el apoyo a la Deep Tech como, por ejemplo, CaTaPull Madrid.

En el ámbito académico/científico, la mayoría de las barreras que afectan a la transferencia de tecnología universidad-industria (UITT, por sus siglas en inglés) han sido analizadas en la literatura (Siegel et al., 2003), incluyendo las barreras organizativas propias de cada institución de origen (p.e. burocracia, recursos dedicados a transferencia, capacidades de las OTRI, agresividad en el ejercicio de los derechos de propiedad intelectual) y otras barreras de carácter más general.

Junto a las debilidades destacadas, propias de cada institución, es importante resaltar que la OCDE (2021) subraya que *“el sector público español no cuenta con ningún organismo ejecutor diseñado explícitamente para proporcionar infraestructuras de I+D y servicios de apoyo a las empresas”*. Por otra parte, y como ya se ha dicho, múltiples análisis indican que España necesita mejorar sus mecanismos de intermediación del conocimiento (Ibid.) y, en particular, las capacidades de las OTRI de universidades y centros públicos de investigación, ya que, generalmente, carecen de los recursos financieros y del capital humano necesarios para realizar de manera eficaz y eficiente su labor. Según los expertos, *“la profesionalización de estos servicios de intermediación persiste como uno de los mayores desafíos para la transferencia entre investigación y empresa en España”* (OECD, 2021: 51) y, por tanto, para el fomento del emprendimiento en Deep-tech.

e) Cultura e incentivos: Cultura altamente conservadora y existencia de choques culturales que dificultan la colaboración y la co-creación y desincentivan el comportamiento emprendedor en el ámbito académico y científico

Aunque la cultura parece estar cambiando en España, ésta aún no favorece suficientemente la innovación y el emprendimiento en Deep Tech. Por el contrario, los entrevistados señalan que la cultura del país es altamente conservadora, que todavía existe un gran temor a probar cosas nuevas, una elevada aversión al riesgo y miedo al fracaso, y un excesivo énfasis en el esfuerzo y éxito individual frente al colaborativo (véase Apéndice 2). Este problema cultural se ve reforzado por los desincentivos provocados por las diferentes barreras institucionales y organizativas presentes en las distintas esferas de actuación.

Especialmente importantes son los desincentivos creados por el vigente modelo científico y académico, en el que existe un sesgo hacia las publicaciones científicas y se penalizan (por no valorarse) las “desviaciones” de la carrera científica tradicional hacia el emprendimiento, que incluso, en ocasiones, se percibe como *“pasarse al lado oscuro”*. En este sentido, se combina la cultura de “funcionario público” de muchos investigadores y su filosofía de “ciencia abierta”, con una visión en ocasiones negativa o peyorativa hacia las actitudes empresariales, considerando ésta como una concepción que amenaza el valor público de la ciencia al entender el conocimiento como privativo u orientado a lograr ventajas competitivas (Siegel et al. 2003; Bradley et al, 2013). Para el emprendimiento en Deep Tech, la “desconexión” entre la ciencia y su aplicación práctica o de mercado para resolver problemas sociales representa una debilidad. Además, la falta de espacios compartidos por los diferentes stakeholders dificulta el entendimiento mutuo, ya que cada actor habla un “idioma diferente”, generando choques culturales entre las distintas esferas de actuación, que bloquean las negociaciones, la colaboración y la co-creación (p.e., negociaciones demasiado agresivas de los derechos de propiedad intelectual por parte de los OPI, percepciones poco realistas por parte de los científicos sobre los retos de la explotación de la tecnología, o dificultades para combinar los conocimientos tecnológicos y científicos con los de negocio).

Finalmente, las rigideces y debilidades geográficas e institucionales del marco normativo se combinan con barreras legales que también tienden a limitar la efectividad de las políticas de innovación en España (OECD, 2021). Por ejemplo, en cuanto a la legislación que afecta al capital humano, la *“Ley de Incompatibilidades del Personal al Servicio de la Administración Pública”* de 1984 limita la participación de investigadores públicos en empresas que exploten el conocimiento derivado de sus investigaciones y, aunque la *“Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de 2011”* establece algunas excepciones, las restricciones impuestas por la ley de incompatibilidades impactan negativamente en la creación de *spin-offs* (Hafied, 2022). Asimismo, algunos de los instrumentos existentes de promoción de la contratación de personal de I+D (p.e. programas Ramón y Cajal y Juan de la Cierva) no permiten la participación de investigadores financiados con fondos públicos en empresas (Ibid). Este tipo de barreras perjudican la I-Cap y E-Cap en el ámbito *Deep Tech* del país, puesto que limitan la movilidad del capital humano entre la esfera científica y empresarial.

2. Políticas e iniciativas actuales que afectan a la I-Cap y E-Cap en Deep Tech

2.1. Políticas del gobierno central

La alta complejidad de la infraestructura de apoyo, la desarticulación y la gobernanza multinivel de las políticas públicas de innovación existentes y la baja transparencia sobre las iniciativas disponibles, vinculadas a la fragmentación de la información, han supuesto importantes obstáculos para el análisis de la situación actual de los instrumentos de política que afectan a los diferentes insumos para la I-Cap y E-Cap en *Deep Tech* en España.

Si bien la **Tabla 1** completa la información proporcionada por la OCDE sobre los instrumentos disponibles para promover la transferencia de tecnología en España (OECD, 2021), la relación incluida no pretende ser exhaustiva (p.e. no se han incluido los instrumentos dirigidos a la promoción de la I+D y a la producción científica, si bien están íntimamente relacionados con insumos clave para el emprendimiento en *Deep Tech*).

Tabla 1: Instrumentos de política a nivel del gobierno central que afectan a la I-Cap y E-Cap en Deep Tech

Enfoque	Objetivo general	Instrumentos de política a nivel del gobierno central	Institución	Año	I-Cap/E-Cap
Promoción de la transferencia de conocimiento y la colaboración (OECD, 2021)	Ayudas y préstamos para proyectos de I+D en colaboración	Retos – proyectos de I+D+i en colaboración	AEI	2014	Financiación/ Capital Humano
		Proyectos estratégicos CIEN	CDTI	2014	
		Proyectos I+D Transferencia Cervera	CDTI	2019	
		Misiones de ciencia e innovación	CDTI	2020	
		Financiación de proyectos en áreas estratégicas	AEI	2021	
		Financiación para proyectos de prueba de concepto	AEI	2021	
		Proyectos de desarrollo de tecnología sanitaria	ISCIII	N/A	
	Apoyo a la movilidad y a la participación de doctores y postdoctorados en la industria	Becas Torres Quevedo*	AEI	2001	Capital humano
		Doctorados industriales*	AEI	2014	
		Doctorados industriales en ciencias de la salud y tecnología	ISCIII	2014	
	Recompensas económicas para los investigadores públicos que participen en actividades de transferencia de conocimientos	Sexenio de transferencia de conocimientos	ANECA	2018 (piloto)	Cultura e incentivos
	Apoyo a las plataformas y redes de colaboración	Plataformas tecnológicas y de innovación	AEI	2005	Infraestructura.
		Redes para soluciones de salud cooperativas orientadas a la investigación	ISCIII	2013	
	Apoyo a los intermediarios en infraestructuras clave	Programa de agrupaciones empresariales innovadoras	MINCOTUR	2017	
		Programa Cervera para centros tecnológicos	CDTI	2019	
		Plataforma de Innovación en Tecnologías Médicas y Sanitarias	ISCIII	N/A	
Promoción del emprendimiento	Promoción de la co inversión público-privada para escalar las operaciones	Infraestructuras científicas y técnicas singulares	MICINN	N/A	
		Programa NEOTEC*	CDTI	2002	
		Programa INNVIERTE*	CDTI	2012	
	Estrategia España Nación Emprendedora	Fond-ICO Next Tech	ICO	2022	Financiación
		Programa de co inversión Innvierte	CDTI	2019	
Promoción de la demanda del mercado de I+D	Promoción de la demanda pública	50 medidas, entre ellas las siguientes: Ley de Empresas Emergentes, Estrategia Marca-Pais, España Nación Emprendedora, Oficina Nacional de Emprendimiento	Gobierno de España	2021	Infraestructura/ Cultura e incentivos
		Innocompra (renombrada a FID)	MINCINN	2020	
		Innodemanda	MINCINN	2020	
	Promoción de grandes proyectos empresariales de I+D	Contratación pública de innovación	CDTI	2019	Demanda
		Programa de Misiones de Ciencia e Innovación	CDTI	2020	

Fuente: Elaboración propia. Parcialmente basado en OECD (2021).

Algunos instrumentos de financiación pública han sido valorados positivamente por los entrevistados (resaltados con asterisco en la Tabla 1), especialmente los programas Neotec e Innvierte proporcionados por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). El programa [Neotec](#) está dirigido exclusivamente a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica (EBT) apoyadas en I+D y que adoptan un modelo de negocio

basado en el desarrollo de tecnologías propias. Desde el año 2015, su formato se basa en subvenciones⁷. El programa [Innvierte](#) apoya inversiones de capital riesgo en EBT o empresas innovadoras, con la intención de mejorar los resultados de la transferencia de tecnología y facilitar la capacidad de las EBT españolas para escalar en sus operaciones.

La pandemia de COVID-19 y sus consecuencias han generado una progresiva concienciación sobre la importancia de la ciencia y la innovación para resolver los retos de la sociedad en España (García, 2021). Reconociendo el desafío al que se enfrenta el país y su papel a la hora de mitigar fallos de mercado (p.e. escasa inversión privada en I+D), fallos sistémicos (p.e. escasa colaboración) y fallos de valor público (p.e. retos sociales) (Guimón, 2021), el gobierno español está actualmente inmerso en una serie de profundas reformas y cambios normativos. En este contexto, España recibirá hasta 140.000 millones de euros para reformas e inversiones procedentes de los fondos “Next Generation EU”, que ofrecen una oportunidad única para un cambio de paradigma hacia la innovación impulsada por la misión y el emprendimiento basado en la *Deep Tech*. En los últimos meses se han reforzado financieramente los principales instrumentos de financiación pública, gracias a los fondos Next Generation⁸ de la UE. El **Recuadro 2** muestra un resumen de las principales reformas e iniciativas adoptadas en España con importantes repercusiones en el emprendimiento de la *Deep Tech*.

Sin embargo, es importante resaltar que el diseño del actual marco normativo y de los instrumentos de política no se ha orientado todavía adecuadamente a las necesidades especiales de los emprendedores en *Deep Tech*, y que España carece hoy en día de una estrategia específica para el apoyo de este tipo de iniciativas empresariales.

Recuadro 2: Principales reformas e iniciativas adoptadas en España que afectan a la Deep Tech

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). Compuesto por 10 palancas y 30 componentes, esta iniciativa articula las inversiones y los proyectos de reforma y apoya la distribución de los fondos “Next Generation EU” para estimular la recuperación. Los componentes que inciden en la política de innovación son principalmente el esfuerzo de digitalización, la modernización del aparato industrial (Palanca 5), la promoción de la ciencia (Palanca 6, que incluye el Componente 17 de apoyo a los sectores intensivos en I+D, la transferencia de tecnología y el desarrollo de iniciativas públicas de I+D), y la formación y el capital humano, específicamente para mejorar las competencias digitales. Para implementar el PRTR, España recibirá hasta 140.000 millones de euros (2021-2026) para reformas e inversiones, la mitad de ellos como transferencias no reembolsables (Gobierno de España, 2021).

Especialmente relevante para la *Deep Tech*, el Componente 17 se dirige a la “Reforma institucional y el fortalecimiento de las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación”, que incluye la reforma de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (C17. R1), promoviendo una nueva carrera científica similar a la “tenure track” pero con mejores conexiones con el sector privado (financiada con 294,02 millones de euros – C17. I4) y la transferencia de tecnología, para que sea más valorada a nivel individual e institucional (financiada con 402,2 millones de euros – C17. I5). Este componente también tiene como objetivo mejorar la coordinación entre los diferentes niveles de gobierno y establece la reforma C17. R3 para la reorganización de

7. Entre la fecha de su creación en 2002 y 2014 se basó en inversiones reembolsables, condicionadas a la generación de flujos de caja.

8. “El Ministerio de Ciencia e Innovación asignó a 125 proyectos NEOTEC 2021 un importe total de 36,4 millones de euros, un 46% más que el año anterior” - (Noticia publicada el 27/01/2022 por el Ministerio de Ciencia e Innovación). “El Ministerio de Ciencia e Innovación compromete 120 millones de euros para el programa Innvierte de Transferencia Tecnológica” - (Noticia publicada el 15/12/2021 por el Ministerio de Ciencia e Innovación).

los OPI y la racionalización de su estructura y funcionamiento (Gobierno de España, 2021). También establece 5 medidas para mejorar el funcionamiento de las OTRI, incluida la formación de capital humano, y define objetivos horizontales, como la mejora de la transferencia de conocimientos y las inversiones en áreas clave en las fases iniciales (lejos aún del mercado).

Estrategia España Nación Emprendedora⁹: Tomando como prioridad el emprendimiento innovador, esta estrategia pretende atraer inversiones y establece un nuevo marco con cuatro objetivos: 1) acelerar la madurez de la inversión, 2) atraer y retener el talento, 3) promover la escalabilidad de las empresas, y 4) lograr un sector público emprendedor, que cuente con un marco normativo adecuado y que fomente las inversiones de capital riesgo. Existen 50 medidas de apoyo al talento y al emprendimiento innovador, entre ellas a) la creación de la **Oficina Nacional de Emprendimiento** para coordinar los servicios disponibles, b) la adopción de una “Ley de Startups” para facilitar los trámites para la creación de empresas innovadoras, y c) la implementación de una “**Marca España Nación Emprendedora**”. Además, la **Ley de Startups**¹⁰ establece una definición legal de las mismas, asigna un régimen fiscal basado en incentivos, reduce los trámites burocráticos e introduce otros incentivos para empleados e inversores. Sin embargo, como señala Hafied (2022), la ley no se dirige explícitamente a la Deep Tech, aunque algunas medidas pueden afectarla de forma marginal. Por ejemplo, la definición de empresa emergente prevé una ampliación de la exención fiscal en dos años para las empresas de los sectores de la biotecnología, energía e industria, conocidos por su intensidad tecnológica y que pueden asimilarse a la Deep Tech. La ley también prevé la creación de normativa especialmente adaptada para los experimentos científicos, así como la creación de un foro de empresas emergentes que fomentará la colaboración entre las administraciones públicas, las universidades, los CT, los organismos de investigación y las empresas emergentes (Ibid).

Reforma de la “Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación”: La reforma se centra en paliar la precariedad de la carrera investigadora, reducir la excesiva burocracia asociada a la obtención de becas de investigación e implantar un sistema de patrocinio de empresas emergentes por parte de las administraciones públicas.

Reforma de la “Ley Orgánica del Sistema Universitario” (LOSU): Esta reforma tiene por objeto promover la transferencia de conocimientos y la colaboración entre la ciencia, el mundo académico y la industria y reformar el gobierno de las universidades, así como sus modalidades de financiación y las normas inherentes a la transferencia de tecnología.

La Estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI) fue establecida para el período 2021-2027 por el Ministerio de Ciencia e Innovación y completada en 2021 por el plan para el período 2021-2023 (Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, PEICTI).

Como resultado de esta evolución del contexto y del desarrollo de nuevas iniciativas, especialmente el PRTR, se han creado nuevos instrumentos y fondos de financiación para abordar algunas de las debilidades mencionadas en nuestro análisis. En el Recuadro 3 se detallan algunos de estos nuevos instrumentos especialmente relevantes para el emprendimiento en *Deep Tech*.

9. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2021/110221-sanchez_ene.aspx

10. Aprobada definitivamente por el Congreso el 1 de diciembre de 2022, y la primera en Europa para el apoyo específico al ecosistema emprendedor: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2022/011222-congreso-aprobacion-ley-startups.aspx>

Recuadro 3: Descripción de nuevos instrumentos relevantes para la Deep Tech

La “Financiación de proyectos de prueba de concepto” es proporcionada por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y se dirige a la financiación de actividades de desarrollo, valorización, protección, transferencia y explotación, y en particular al avance de las etapas de desarrollo de la tecnología en fase precompetitiva.

El “Fond-ICO Next Tech”, que cuenta con 4.000 millones de euros para el escalado de empresas emergentes basadas en tecnologías digitales disruptivas, invertirá no sólo en empresas sino también en fondos de capital riesgo, promoviendo así la colaboración público-privada y la coinversión.

El nuevo programa Coinversión Innvierte consiste en que el CDTI coinvierta con diferentes fondos de capital riesgo especializados (Beable Capital, Bullnet Gestión y Clave Mayor) en la capitalización de las EBT innovadoras ubicadas en España.

El Programa Misiones de Ciencia e Innovación ha sido dotado por el CDTI con 95 millones de euros para grandes proyectos empresariales de I+D. Estos proyectos, liderados por las empresas, deben contar con una participación muy significativa de los OPI y deben responder a importantes retos estratégicos para el país (p.e., en 2021 se especificaron ocho retos y misiones, que incluyen, por ejemplo, la energía segura y limpia, la movilidad sostenible, la mejora del sector agroalimentario y el apoyo a la revolución industrial española hacia el siglo XXI).

Compra Pública de Innovación, impulsada por el CDTI, promueve la contratación pública de forma previa a la fase de comercialización con el objetivo de validar los prototipos tecnológicos desarrollados, que satisfagan las necesidades públicas de la sociedad, dentro de la Administración Pública española.

La aparición de estos nuevos tipos de instrumentos de política ilustra el cambio de enfoque de las políticas de CTI de España, que han pasado de entender la innovación como un proceso lineal a entenderla como un proceso sistémico que, entre otras cosas, debe orientarse a la resolución de los retos sociales (Guimón, 2021). La Tabla 1 muestra el aumento en la disponibilidad de instrumentos de política dirigidos a áreas importantes que apoyarán el emprendimiento en *Deep Tech*, **aunque parece necesario subrayar que aún no se ha diseñado ni previsto una estrategia de emprendimiento en *Deep Tech* específica.**

Aún es demasiado pronto para conocer la eficacia de estos nuevos instrumentos de política, por lo que habrá que valorarlos y evaluarlos en los próximos años. De hecho, dado que la evaluación de las políticas ha sido una asignatura pendiente en España de manera persistente, al igual que el desfase en la ejecución efectiva de los presupuestos de las políticas de innovación (Guimón, 2021), estas importantes debilidades deben corregirse si se pretende que el cambio y la transformación ocurran de manera efectiva.

2.2. Otras iniciativas

Partiendo del entendimiento de que los agentes intermediarios son catalizadores importantes del proceso de conversión del conocimiento en crecimiento económico (Braunerhjelm et al. 2010), en España, algunas **iniciativas público-privadas** están creando importantes modelos de conducta como agentes intermediarios y creadores de empresas exitosas de *Deep Tech*. Este es el caso de Tecnalia Ventures, una empresa propiedad de Tecnalia que tiene como objetivo crear impacto y valor con las tecnologías desarrolladas en el centro de

investigación, y [The Collider](#)¹¹, una iniciativa público-privada puesta en marcha por la Fundación Mobile World Capital Barcelona, con el apoyo del gobierno central y de las autoridades locales. *The Collider* tiene como objetivo enlazar el talento científico y empresarial para crear *startups* de *Deep Tech* (OCDE 2021) en los ámbitos de la salud digital, la industria 4.0, la eficiencia energética y la sostenibilidad y la agricultura. Además de estas *Deep Tech Venture Builders*, existen otras iniciativas importantes en el país que, si bien no específicamente orientadas a la *Deep Tech*, tienen como objetivo la creación y apoyo de ecosistemas de innovación y emprendimiento (p.e. [South Summit](#)).

En España, estas iniciativas relevantes están concentradas geográficamente y, de hecho, la mayoría de las agrupaciones de empresas innovadoras de *Deep Tech* se encuentran en Madrid y en antiguas áreas industriales, particularmente en el País Vasco, Barcelona y Valencia, aglomerando universidades clave (p.e. Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Universitat Politècnica de Catalunya, o Universitat Politècnica de Valencia), CTs, OPIs, spin-offs y otras empresas locales.

Esta concentración de iniciativas atrae también la inversión de capital privado y capital riesgo a estas regiones (ASCRI, 2021), por lo que, en 2020, Madrid concentró el 59,6% del total de las inversiones de capital privado (6.275,2 millones de euros), seguida de Cataluña (10,3%), Baleares (7,6%) y País Vasco (5,7%). En el caso concreto de la inversión en *Deep Tech*, Barcelona es el principal centro de España¹², y numerosas compañías de capital riesgo (p.e. Origen Ventures, Ysios y Alma Mundi) se localizan en dicha ciudad (Hafied, 2022). Además de *The Collider*, Barcelona cuenta también con otras iniciativas dedicadas específicamente al *Deep Tech*, como el *Deep Tech Node* puesto en marcha por la agencia de desarrollo local (i.e. [Barcelona Activa](#)) y por varias de las universidades de la ciudad, cuyo objetivo es fomentar la creación de spin-offs facilitando su acceso al mercado (p.e. mediante mentorización, presentaciones de proyectos a inversores, la organización del foro de inversión *Seed Deep Tech Barcelona*, ayudas a la contratación). Por otro lado, Valencia es el tercer gran centro de inversión de CR en España¹³ y también alberga varios fondos de *Deep Tech*, como GoHub y Clave Mayor¹⁴ (Hafied, 2022), y participa en el proyecto [Inndromeda](#), una alianza que reúne a varios actores públicos y privados para apoyar la *Deep Tech* (Ortega, 2022).

En resumen, la **Tabla 2** ofrece una visión general de las deficiencias del sistema de emprendimiento en *Deep Tech* en España, así como de los objetivos que deberían perseguirse para optimizar cada insumo clave para el fomento del I-Cap y E-Cap, tal y como presenta el modelo iEcosystem (Budden y Murray, 2019). Además, la Tabla 2 apunta algunas de las iniciativas existentes¹⁵ que, si bien no en todos los casos están explícitamente orientadas a la *Deep Tech*, abordan al menos algún aspecto de las debilidades descritas o persiguen de manera parcial el objetivo planteado (p.e. los doctorados industriales no se enfocan necesariamente hacia la *Deep*

11. El programa ofrece apoyo a proyectos innovadores en su reclutamiento, validación de mercado o incluso valoración de la propiedad intelectual. En 2020, se apoyaron 40 proyectos piloto con 10 empresas asociadas, y desde su creación en 2016, ha contribuido a la creación de 14 spin-offs (OECD, 2021).

12. 4.600 millones de euros invertidos localmente entre 2015 y 2021 (Ascri/Dealroom 2021).

13. 506 millones de euros invertidos entre 2015 y 2021 (Ascri/Dealroom 2021).

14. Recientemente, estas firmas obtuvieron un mandato de coinversión bajo el programa INNVIERTE.

15. Por las mismas razones que en la Tabla 7, no pretendemos que sea una relación exhaustiva, debido a la poca transparencia de la información existente.

Tech o el emprendimiento, pero sí que aumentan las experiencias prácticas y del mundo empresarial de los investigadores y mejoran su familiaridad con el lenguaje empresarial).

Tabla 2: Resumen de debilidades del ecosistema que afectan a la I-Cap y E-Cap en Deep Tech y de iniciativas existentes relacionadas

DEBILIDAD	OBJETIVO GENERAL	INICIATIVAS DESTINADAS A ABORDAR ALGÚN ASPECTO DE LA DEBILIDAD
 CAPITAL HUMANO: Oferta insuficiente de perfiles "adecuados" para el emprendimiento en Deep Tech, y concentrada en algunas regiones	Disponer de capital humano con preparación científica y tecnológica específica en las fronteras del conocimiento, y que además estén: a) dedicados a transformar estos conocimientos en soluciones a problemas prácticos y a retos sociales o del mercado, b) familiarizados con el lenguaje de empresas e inversiones, y c) formados en la práctica de la innovación y el emprendimiento.	Los Instrumentos públicos: tienen como objetivo apoyar la movilidad y participación en la industria de los doctores y postdoctorados (por ejemplo, Torres Quevedo, Doctorados Industriales), los proyectos de I+D en colaboración (transferencia de I+D de Cervena, Misiones de Ciencia e Innovación, Retos), la creación de spin-offs de base científica o tecnológica (por ejemplo, Neotec, Inniverte), y la promoción de grandes proyectos empresariales de I+D que incluyan la participación de los DPI (programa Misiones de Ciencia e Innovación). Reforma de la Ley Orgánica del Sistema Universitario (LOSU). Otras iniciativas: Tecnalia Ventures, The Collider, Wayna...
 FINANCIACIÓN: Baja disponibilidad de fondos para el emprendimiento en Deep Tech e instrumentos de apoyo inadecuados	Aumentar la disponibilidad y los importes de los fondos públicos, privados y de conversión orientados específicamente a la Deep Tech y desarrollar instrumentos adecuados para la financiación de estas empresas.	Los Instrumentos públicos: tienen como objetivo el apoyo a la creación de spin-offs de base científica o tecnológica (por ejemplo, Neotec, Inniverte), de proyectos de I+D en colaboración por medio de subvenciones y préstamos (por ejemplo, transferencia de I+D de Cervena, Misiones de Ciencia e Innovación, Retos), la financiación de proyectos de prueba de concepto, la financiación de proyectos en áreas estratégicas y el fomento de la conversión público-privada en las empresas en crecimiento (Programa Conversión Iniverte, Fond-ICQ Next Tech). Iniciativas privadas: Sociedades de capital riesgo orientadas a la Deep Tech (Be@ble, Bullnet, GCHub, Yissal...); The Collider, Seed Deep Tech Barcelona, Le Caixa Impulse/Validate, Wayna...
 DEMANDA DEL MERCADO: Débil demanda interna, privada y pública, para las Deep Tech	Reforzar la demanda del mercado público y privado de los resultados científicos y tecnológicos derivados de I+D y de los conocimientos de vanguardia.	Los Instrumentos públicos: tienen como objetivo la promoción de la demanda pública (compra pública de innovación, Innocampa, Innodemanda) y la promoción de grandes proyectos empresariales de I+D que incorporen la participación de los DPI (Misiones de Ciencia e Innovación). Otras iniciativas: Tecnalia Ventures, The Collider...
 INFRAESTRUCTURA: Desarticulación de los instrumentos y políticas de apoyo al emprendimiento en Deep Tech y existencia de debilidades específicas que afectan a las instituciones de apoyo.	Aumentar la articulación, coordinación y colaboración entre las instituciones, reducir la complejidad de la infraestructura, aumentando la transparencia sobre los instrumentos y las políticas existentes, y disminuir las barreras específicas que afectan a las principales instituciones de apoyo.	Los Instrumentos públicos: tienen como objetivo el apoyo a las plataformas y redes de colaboración (Plataformas tecnológicas y de innovación) y a los intermediarios en infraestructuras clave (Programa de agrupaciones de empresas innovadoras, Programa Cervena para centros tecnológicos, infraestructuras científicas y técnicas singulares), PRTA (Componente 17), Estrategia España Nación Emprendedora (Oficina Nacional del Emprendedor).
 CULTURA E INCENTIVOS: Cultura altamente conservadora y existencia de choques culturales que dificultan la colaboración y la co-creación y desincentivan el comportamiento emprendedor en el ámbito académico y científico.	Aumentar el espíritu emprendedor de los científicos e investigadores y proveer los incentivos necesarios para conseguir dicho objetivo, reduciendo las barreras de comunicación existentes entre los diversos actores para promover la colaboración.	Los Instrumentos públicos: recompensan económicamente a los investigadores públicos que realicen actividades de transferencia de conocimientos (sexenios de transferencia de conocimientos) Estrategia España Nación Emprendedora (Ley de Empresas Emergentes), Reforma de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación. Otras iniciativas: Tecnalia Ventures, The Collider, FIK Research...

Fuente: Elaboración propia.

3. Próximos pasos para fomentar el emprendimiento en *Deep Tech*

Como afirman Budden y Murray (2018), articular todas las intervenciones políticas interrelacionadas necesarias para impulsar la *Deep Tech* supone todo un reto, ya que problemas complejos requieren soluciones generalmente complejas y “no existe una única solución eficaz o una política ‘mágica’”. Las intervenciones efectivas deben basarse en un profundo conocimiento del fenómeno de la innovación y de las capacidades específicas de cada región, en este caso, con relación, en especial, a la innovación en el ámbito *Deep Tech*.

En este sentido, el informe *Deep-Tech Entrepreneurship in Spain* (Basilio et al, 2022) presenta una visión holística sobre un problema complejo. Sin embargo, resolver adecuadamente cada una de las debilidades detectadas y alcanzar los objetivos perseguidos en relación con cada insumo clave, requeriría realizar un análisis específico y profundo de cada una de esas debilidades que, a su vez, no están exentas de complejidad. El análisis en profundidad de cada espacio de problemas o debilidades serviría para definir de manera adecuada y estructurar con precisión los problemas concretos a resolver (Perez-Breva, 2021).

Por otro lado, cualquier intervención efectiva requiere en este contexto de un elevado grado de colaboración y co-creación entre los diferentes actores del ecosistema e incluso de la dilución de las fronteras entre ellos o de la apertura de sus respectivos ámbitos de actuación (Montes, 2020), tanto en los diversos niveles gubernamentales como de las distintas escalas y responsabilidades departamentales. Por ello, si bien el papel del Estado es clave y está ampliamente justificado, en este análisis proponemos una intervención *multistakeholder* que involucre a todos los actores clave, no solo como líderes de algunas de las acciones propuestas, sino como partes activas y partícipes en la generación, diseño e implementación del resto de iniciativas.

3.1. El papel del Estado

Diferentes análisis se han centrado en el papel del gobierno y de otras instituciones públicas en la promoción del emprendimiento en *Deep Tech* y en la corrección de distintas debilidades desde ese ámbito de actuación (p.e. OCDE 2021, Hafied, 2022). La intervención gubernamental en este espacio se justifica de manera ampliamente aceptada por la existencia de fallos de mercado, fallos sistémicos y fallos de valor público (Guimón, 2021; Mazzucato, 2015). Además, el papel predominante de este actor y de las políticas públicas en la promoción del emprendimiento y de la innovación se ha evidenciado no sólo en España (Guimón, 2021), sino también en muchos otros países (el Apéndice 5 muestra un resumen de algunas iniciativas públicas de referencia para el apoyo al emprendimiento en *Deep Tech* a nivel internacional). En este sentido, es imprescindible para España aprender de otras experiencias a nivel internacional¹⁶ y extraer las lecciones aprendidas en la elaboración de políticas.

¹⁶ Como una selección de iniciativas relevantes, Hafied (2022) detalla los principales planes y medidas en relación con la *Deep Tech* llevados a cabo en Francia (mediante el Plan de *Deep Tech* encomendado a BpiFrance, con instrumentos específicos como la subvención Semilla Tecnológica Francesa-French Tech Seed o el Programa Francés de Emergencia Tecnológica-French Tech Emergence Program), el Reino Unido (por medio de varios planes sectoriales para apoyar tecnologías disruptivas, como la Estrategia Espacial Nacional-National Space Strategy, y la creación de un Fondo de Innovación Disruptiva-Breakthrough Innovation Fund que coinvertirá en tecnologías disruptivas junto con inversores privados), Alemania (a través del Fondo *Deep Tech Future*-Deep Tech Future Fund y agencias federales como Sprin-D), Israel (mediante de diferentes iniciativas estrechamente vinculadas y especializadas en las industrias de ciberseguridad y armamento), y EE. UU. (con políticas públicas de largo plazo enfocadas en sectores emergentes e intervención en tecnologías con fuertes fallos de mercado, y contando con la industria de CR más potente del mundo, como resultado de la reforma de la Ley ERISA de 1979, incrementando la asignación de los fondos de pensiones a las empresas de capital riesgo).

En el informe *Deep-Tech Entrepreneurship in Spain* (Basilio et al, 2022) se señalan las políticas e iniciativas nuevas y más relevantes desarrolladas en España, que abordan algunas de las debilidades que afectan a los cinco motores de la I-Cap y E-Cap, que responden a algunas de las recomendaciones realizadas por diferentes expertos y por la UE, y que aprovechan las oportunidades ofrecidas por los nuevos fondos europeos disponibles. De hecho, en este sentido, el gobierno español es cada vez más consciente de su papel, no solo como promotor de I+D, subsanando los potenciales fallos del mercado, sino también en la promoción de la colaboración, la transferencia de tecnología y la co-creación, y de su actuación como agente favorecedor de la resolución de retos sociales (Guimón, 2021) y del emprendimiento impulsado por grandes misiones.

Sin embargo, el análisis revela que se necesitan acciones adicionales. En concreto, es importante para el país **desarrollar una visión y estrategia específicas orientadas a la Deep Tech**. Dicha visión y estrategia debería tener un enfoque inclusivo a nivel nacional, que deje atrás la fragmentación actual a nivel de gobernanza, puesto que de ello dependen la competitividad y el futuro de todo el país.

En esta línea, algunas instituciones han elaborado recomendaciones de política centradas en la esfera de acción del Gobierno, siendo particularmente relevantes las propuestas realizadas por la OCDE (2021) para la mejora de la transferencia y la colaboración tecnológica y las del grupo de trabajo del Real Instituto Elcano (Hafied, 2022), elaboradas específicamente para la *Deep Tech*. Ambas propuestas definen importantes áreas prioritarias, vías de actuación y medidas específicas a adoptar (ver Apéndice 6 para un resumen de las principales recomendaciones de estos trabajos), con las que nos alineamos en gran medida¹⁷.

Por lo que se refiere a este análisis, y con relación a la actuación de este agente principal para el ecosistema de emprendimiento e innovación *Deep Tech*, creemos que el Gobierno de España debería:

- **Reforzar las buenas prácticas implementadas:** Intensificar la colaboración público-privada, la co-creación y la transferencia de conocimientos reforzando los programas que han sido valorados positivamente por los diversos actores (p.e. Neotec, Innvierte). En cualquier caso, y de cara a la evolución de los próximos años y a la aplicación del PRTR y de otros instrumentos de nueva creación, parece necesaria una reevaluación más orientada y profunda de cada uno de los distintos instrumentos existentes, para poder así desentrañar los problemas de “diseño” especialmente relevantes para el apoyo específico al emprendimiento en *Deep Tech*.
- **Detener algunos procesos en marcha:** Una de las dedicaciones principales del gobierno debería ser detener el proceso de desindustrialización que está registrando España. Además, debe corregir los “fallos gubernamentales” que han ocupado un lugar preeminente en las políticas de CTI. Concretamente, esto significa: a) reducir la excesiva carga burocrática y mejorar la operatividad de los instrumentos de política, ejecutando eficazmente los presupuestos disponibles, b) mejorar la gobernanza multinivel, reduciendo la complejidad y la opacidad de la infraestructura y reforzando la cooperación¹⁸, y c) mejorar la evaluación de los instrumentos de política (Guimón, 2021).

¹⁷. Consideramos que es necesario emitir un mensaje claro y unificado por parte de los distintos agentes de la sociedad civil, que aúne y refuerce las recomendaciones clave realizadas por los distintos expertos e instituciones. Por ello, en este informe nos referimos a dichos estudios para reforzar algunas de sus recomendaciones.

¹⁸. El “Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (CONCYTEC)” fue creado para remediar las dificultades de coordinación, pero no parece ser muy eficaz y se reúne con poca frecuencia (Hafied, 2022).

- **Favorecer la adaptación de algunas de las nuevas acciones implementadas a la realidad Deep Tech:** Es demasiado pronto para conocer el impacto de los instrumentos de política recientemente desarrollados e introducidos, pero, si se quiere promover el emprendimiento en *Deep Tech*, algunas de estas iniciativas deberían adaptarse a sus necesidades específicas. Por ejemplo, sería interesante analizar la “Estrategia España Nación Emprendedora” para considerar explícitamente las especificidades y necesidades del emprendimiento en *Deep Tech*. Del mismo modo, otros instrumentos de política deben reconsiderar y adaptar cuidadosamente los requisitos e indicadores utilizados para la evaluación y verificar su idoneidad en el contexto real de las empresas de *Deep Tech*.
- **Impulsar la cocreación de nuevas propuestas de acción:** La resolución de estos complejos problemas requiere un enfoque integrador que escuche las diferentes voces y partes interesadas, incluidos los emprendedores de *Deep Tech*, para co-crear junto con ellos los cambios necesarios. La situación actual brinda una oportunidad única para “ampliar la perspectiva” y crear nuevos tipos de esquemas de colaboración público-privada que rompan los límites entre las instituciones tradicionales, creen espacios e incentivos compartidos y abran las fronteras que las separan. En otras palabras, es necesario evolucionar hacia un nuevo paradigma que extienda a toda la sociedad la idea de un pacto multipartidista sobre ciencia, innovación y emprendimiento de impacto en *Deep Tech* (Montes, 2020).

3.2. Una perspectiva multi-stakeholder

El Gobierno es sólo uno de los cinco actores clave del ecosistema de innovación. A fin de conformar un ecosistema equilibrado se requieren acciones e intervenciones adicionales y complementarias por parte del resto de actores. En España existen diversas iniciativas e instituciones clave que facilitan importantes avances para la I-Cap y E-Cap en *Deep Tech*. En el informe se analiza el papel de empresas de capital riesgo especializadas, que están revisando el modelo de inversión en *Deep Tech*, y de otros *Deep Tech Venture Builders* (p.e. *The Collider* o *Tecnalia Ventures*) que desempeñan un papel fundamental como catalizadores del proceso de creación de startups. Sin embargo, **la masa crítica de estas iniciativas de apoyo por parte de otros actores clave del ecosistema en España es aún insuficiente** y es imprescindible seguir avanzando en el desarrollo del ecosistema de *Deep Tech* desde una perspectiva multisectorial.

Por ello, ofrecemos un conjunto de recomendaciones dirigidas a cada uno de los cinco actores clave del ecosistema, todas ellas alineadas con una **misión unificada: hacer de España una nación emprendedora, que sea competitiva a nivel internacional en el ámbito Deep Tech, mediante la consolidación de soluciones de impacto que transformen el mundo (para bien)**. Aunque la implementación operativa de estas acciones requiere de la participación de todos los actores, sugerimos que sea un determinado stakeholder quien lidere cada iniciativa, como representante y principal poseedor de conocimientos y experiencia especializados en el ámbito (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de recomendaciones

Recomendación	Actor principal
Pre-requisito: Elaborar una definición clara de emprendimiento en <i>Deep Tech</i> acordada y aplicada por todos los actores	Gobierno
1. Desarrollar una estrategia explícita de <i>Deep Tech</i>	Gobierno
2. Crear una asociación de clientes industriales de <i>Deep Tech</i>	Empresas
3. Constituir un club nacional de inversores de <i>Deep Tech</i>	Capital riesgo
4. Articular la formación específica en emprendimiento e innovación en <i>Deep Tech</i>	Universidad
5. Organizar una cumbre nacional de emprendimiento en el ámbito de <i>Deep Tech</i>	Empresarios

Pre-requisito: Elaborar una definición clara de *Deep Tech* y emprendimiento *Deep Tech*

Como requisito previo para orientar todas las acciones, políticas e instrumentos desarrollados en las recomendaciones posteriores, es necesario que España elabore una definición clara del emprendimiento en *Deep Tech*. Esta definición reconocerá la naturaleza especial de estas empresas y permitirá un mejor ajuste entre sus necesidades y las ayudas públicas específicas dirigidas a las mismas. Esta definición debe cumplir una serie de requisitos (Basilio et al. 2023): a) seguir unos **criterios de definición inmutables o criterios orgánicos** (Hafied, 2022), que pongan el énfasis en el elevado nivel de incertidumbre de dichas actividades y en fallos de mercado y fallos sistémicos asociados (Guimón, 2021), y b) **hacer referencia explícita al enfoque cualitativo que caracteriza a estas empresas**, es decir, un enfoque orientado por la misión y la resolución de problemas de interés general, estrechamente vinculados a la existencia y resolución de fallos de valor público (Mazzucato, 2015), y que consideren un “espacio de opciones amplio” (De la Tour et al., 2021), que vaya más allá de un producto o solución específica (Perez-Breva, 2017; Basilio et al., 2023). **Las negociaciones para el establecimiento de esta definición se sugiere que sean lideradas por** el Ministerio de Ciencia e Innovación, en colaboración estrecha con ENISA y siguiendo las líneas establecidas por la Comisión Europea en la nueva Agenda Europea de Innovación.

Recomendación 1. Desarrollar una estrategia específica para *Deep Tech* en España

Aunque la innovación y el emprendimiento en *Deep Tech* se ven afectados por diversas políticas, estrategias e instrumentos, consideramos necesario que España desarrolle una estrategia unificada y explícita de *Deep Tech*, que priorice este ámbito tan importante para la competitividad del país. Esta estrategia podría adoptar diferentes formas, pero debería contemplar las principales debilidades de la situación actual. El Recuadro 4 define algunos aspectos particulares que la estrategia española de *Deep Tech* debería tener en cuenta.

Recuadro 4: Recomendaciones para el diseño de la estrategia española de Deep Tech

Implantar regímenes de ayudas públicas orientados a las necesidades específicas de las empresas emergentes de Deep Tech. Estos planes deberían comunicarse con transparencia y proporcionar recursos y convocatorias de forma estable.

Desarrollar capacidades adicionales para la supervisión y evaluación de la aplicación práctica de la estrategia, de las políticas y reformas clave (Recuadros 2 y 3) y de los resultados obtenidos en términos de impacto y valor creado. Esto debería lograrse mediante: (a) el desarrollo de una **nueva batería de medidas e indicadores** más adecuados para la evaluación de las startups de Deep Tech y de su impacto, que no estén meramente basadas en declaraciones presupuestarias o incluso de nivel de ejecución, (b) crear un **comité de evaluación de las políticas** responsable de analizar la implementación de éstas, y (c) desarrollar **mecanismos de corrección** de los fallos e ineficiencias de las políticas.

Crear una mesa redonda permanente público-privada en el ámbito del Deep Tech, que incluya las voces de los principales stakeholders y de los distintos niveles de gobernanza (nacional, regional y local). Además de identificar tecnologías estratégicas¹⁹, esta mesa redonda permanente (o Consejo) debería encargarse de: a) supervisar la operatividad e implementación efectiva de la estrategia de Deep Tech, b) escuchar las necesidades de los grupos de interés clave, c) realizar un análisis comparativo de otras estrategias internacionales de Deep Tech, d) asesorar al Gobierno central sobre este tema, y e) hacer que el Gobierno rinda cuentas de la aplicación de la estrategia.

Conformar un “catálogo” de instrumentos e iniciativas de apoyo para la Deep Tech disponibles en España, a todos los niveles de gobernanza e institucionales (públicos y privados), ofreciendo una base de datos única para los emprendedores, con información transparente (p.e. sobre institución de apoyo, requisitos previos, financiación y calendario, etc.).

Constituir un programa nacional de creación de empresas de Deep Tech (o un Deep Tech Venture Builder nacional) siguiendo el ejemplo de iniciativas de éxito a nivel nacional (p.e. The Collider y Tecnalía Ventures) y a nivel internacional (p.e. MIT ProtoVentures y Flagship Pioneering, en Massachusetts, EEUU).

Se deberían analizar las debilidades de la normativa y legislación españolas que afectan especialmente al emprendimiento en Deep Tech y aumentar las facilidades para **“hacer negocios”** en España.

Por medio de esta estrategia explícita y de los regímenes e indicadores de apoyo específicos, el gobierno español debería **contribuir a consolidar un modelo de innovación empresarial que tenga como objetivo la creación de empleo, la resolución de problemas y la generación de impacto, evitando modelos de emprendimiento más especulativos** (Perez-Breva, 2017). Además, la estrategia debería enfocarse en cambiar los problemas predominantes en la actualidad en el ecosistema emprendedor español (i.e. **bajo nivel tecnológico**, bajo valor/ impacto y baja escalabilidad de las iniciativas) que hacen vislumbrar los riesgos de que el país se quede atrás en términos de competitividad.

La definición de esta estrategia y de las políticas públicas para cumplir sus objetivos deberían ser **lideradas por** el Gobierno central a través del Ministerio de Ciencia e Innovación. Aunque liderados por dicho Ministerio, otros organismos gubernamentales deberían participar estrechamente en la definición de la estrategia, incluidos los organismos estatales dependientes del Ministerio (CDTI, AEI), pero también los dependientes del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Economía (ENISA) y, lo que es muy importante, los gobiernos

19. La recomendación de seleccionar tecnologías estratégicas a las que prestar una mayor atención en la definición de acciones de apoyo de la política de innovación de cada país ha sido propuesta tradicionalmente por diversidad de autores, incluyendo el ámbito de Deep Tech (Hafied, 2022). Por ello, y para el caso de España, desde 2019, la Fundación Rafael del Pino ha reunido cada año a un grupo de expertos científicos que han tenido como objetivo seleccionar 10 tecnologías de vanguardia para el futuro en las que España tiene una ventaja comparativa en términos científicos, y que ha dado lugar al Informe INTEC, coordinado por el profesor Javier García, Catedrático Rafael del Pino, <https://frdelpino.es/ciencia-y-sociedad/> y a la publicación del libro “España a ciencia cierta” (Gestión 2000, 2021);

regionales. Además, el resto de *stakeholders* (corporaciones, capital riesgo, emprendedores y académicos) también deberían participar en la definición de la estrategia y en su supervisión, a través de la mesa redonda permanente público-privada en *Deep Tech*.

Recomendación 2. Crear una asociación de clientes industriales de *Deep Tech*

Dado que la *Deep Tech* tiene un alto componente industrial, muchos de los estudios e iniciativas referenciados han destacado la importancia de fortalecer la industria española. De hecho, la Palanca 5 del PRTR se dirige a la “modernización y digitalización del tejido industrial y de las PYMES, la recuperación del turismo y el impulso de España Nación Emprendedora”, mientras que el Componente 12 se centra en la Política Industrial de España 2030 (Gobierno de España, 2021). Este refuerzo de la industria debería lograrse mediante: (1) el aumento de los incentivos para la inversión en I+D local de la industria, (2) la reducción de los desincentivos actuales a la colaboración (p.e. reformando la normativa contable y los impuestos, reduciendo la burocracia, y facilitando las negociaciones de los derechos de propiedad intelectual con las instituciones de Ciencia y Tecnología públicas) y (3) la creación de una estrategia industrial española que esté alineada con la estrategia de *Deep Tech* recomendada (p.e. dirigiendo mecanismos específicos de apoyo y promoción a aquellas industrias que hagan uso de tecnologías de vanguardia que puedan dar a España ventajas comparativas). Estas políticas deberían aprender de experiencias de desarrollo industrial exitosas del pasado (p.e. Corea del Sur, Taiwán, Singapur), basadas en teorías centradas en la existencia de vínculos e interconexiones “hacia adelante” y “hacia atrás” entre distintas tecnologías e industrias y en sus efectos multiplicadores.

Además del refuerzo general del tejido industrial en España, recomendamos que se ponga un énfasis específico adicional en el papel de la industria nacional como demandante de *Deep Tech*. Para ello, recomendamos la creación de una asociación industrial intersectorial de clientes *Deep Tech*, que reúna a los representantes de PYMES y empresas industriales que se beneficiarían potencialmente de las innovaciones de *Deep Tech* originadas y desarrolladas en España.

Esta asociación debería tener como objetivo promover la innovación de *Deep Tech* en diferentes industrias, por medio de diversas acciones, incluyendo: (1) Apoyar conjuntamente la I+D en áreas estratégicas específicas relevantes para los miembros de la asociación; (2) Colaborar con los OPI identificando problemas específicos que requieran soluciones innovadoras de *Deep Tech*; (3) Apoyar a los investigadores y a las empresas emergentes de *Deep Tech* en el “valle de la muerte”, proporcionando instalaciones para pruebas de concepto, escalado y avances en el Nivel de Madurez Tecnológica (TRL, por sus siglas en inglés); (4) Demandar los resultados de estos esfuerzos en condiciones de mercado favorables establecidas con una mentalidad *win-win*, que podría ser favorecida por financiación y apoyo público; (5) Favorecer una revalorización y reconocimiento general del sector industrial como actor clave para la competitividad del país (p.e. mediante la organización de debates públicos acerca de las principales oportunidades y desafíos que enfrenta la industria); y (6) Mantener una comunicación constante con los principales *stakeholders*, entre los que destacan los intermediarios de *Deep Tech*, los Centros Tecnológicos, los OPI y las universidades.

Esta iniciativa debería ser **liderada** por el ámbito empresarial, promovida por la CEOE (Confederación Española de Organizaciones Empresariales) en colaboración con CEPYME (Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa) y otras asociaciones empresariales sectoriales.

Recomendación 3. Crear un club nacional de inversores de *Deep Tech*

Todavía hay muy pocas compañías de capital riesgo especializadas en *Deep Tech* en España, lo cual ofrece una oportunidad única para abogar por la inversión en este ámbito. Para ello, el informe recomienda crear un Club Nacional de Inversores en *Deep Tech*, liderado por los inversores de capital riesgo con experiencia especializada en el sector, que tenga como objetivo:

1. Abogar a favor de la inversión en *Deep Tech* y reducir el “miedo” entre los inversores no especializados (p.e. compartiendo experiencias, conocimientos y prácticas, casos de éxito, criterios de selección de *startups* aplicados, indicadores de progreso adecuados, etc.).
2. Discutir las debilidades del modelo de inversión actual para proporcionar apoyo a la *Deep Tech* y crear libros blancos de inversión especializados, de utilidad para el gobierno y para otros grupos de interés y, en especial, para la “mesa redonda permanente público-privada de *Deep Tech*” (Recuadro 4).
3. Crear instrumentos e iniciativas de coinversión adicionales, que aumenten la cantidad de financiación para los proyectos de *Deep Tech* y que canalicen de forma eficiente los fondos disponibles hacia iniciativas de impacto. Por ejemplo, estos actores podrían reforzar las nuevas iniciativas de coinversión público-privada (p.e. programa Innvierte) o crear “fondos de fondos” dirigidos a proyectos específicos de *Deep Tech* con alto potencial e interés estratégico para el país. **Estas acciones podrían ser lideradas por SPAINCAP²⁰** y por los principales inversores de capital riesgo especializados en *Deep Tech* en España (p.e. Bullnet, Beable, GoHub, Clave Mayor, etc.).

Recomendación 4. Crear una escuela oficial de E&I en *Deep Tech*

La cuarta recomendación se dirige a la creación de programas de formación en emprendimiento e innovación (E&I) en *Deep Tech*, que aborden los retos a los que se enfrenta el actual modelo educativo. En particular, recomendamos que se cree una escuela de emprendimiento e innovación en *Deep Tech* (DTEIS, por sus siglas en inglés), a nivel de educación superior. La DTEIS debería tener como objetivo resolver la principal debilidad que afecta al capital humano, y que resulta en la falta de suficiente capital humano “apto” para el emprendimiento en *Deep Tech*. En particular, la DTEIS debería tener como objetivo lo siguiente: (1) formar a científicos e ingenieros que se hallen en las fronteras del conocimiento con las capacidades complementarias necesarias para emprender en *Deep Tech* (p.e. mediante experiencias prácticas enfocadas en la resolución de problemas reales, mediante experiencias únicas que creen un punto de inflexión en su trayectoria, mediante prácticas en *startups* de *Deep Tech*, mediante oportunidades para interactuar y colaborar con empresas e inversores, y mediante el acceso a instalaciones punteras con los recursos necesarios para la creación de

20. SPAINCAP es la asociación que agrupa a las empresas de capital riesgo y capital privado en España, así como a sus inversores, incluidas las aseguradoras y los fondos de pensiones. <https://spaincap.org/en/>

prototipos y la introducción de conocimientos científicos en el mercado, etc.). (2) Formar a los profesores universitarios de materias STEM, tanto en la práctica del emprendimiento y la innovación como en la enseñanza de estas capacidades clave a sus alumnos (p.e. dándoles acceso a experiencias desarrolladas por instituciones educativas punteras con objetivos similares). (3) Formar al personal que trabaja en las OTRI españolas en E&I y en los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la transferencia de tecnología en el ámbito *Deep Tech*. Además, esta escuela oficial podría encargarse de acreditar a los profesionales de las OTRI, tal y como la OCDE (2021) recomienda que se haga.

Además, recomendamos que este tipo de programas cuidadosamente diseñados y orientados a la práctica se beneficien de la colaboración con instituciones académicas de prestigio en materia de emprendimiento, que tengan amplia experiencia en el fomento del *Deep Tech* y en la transferencia de conocimientos, así como de las lecciones aprendidas en otras iniciativas de éxito (p.e. [Catalyst](#), [Proto Ventures](#), o [iTeams](#), todas iniciadas en el MIT).

Se propone que esta acción sea liderada por las Universidades y los OPI, con la participación de las OTRI, los Consejos Sociales, la ANECA y los gobiernos regionales. La DTEIS oficial debería ser co-creada con otros grupos de interés, como instituciones educativas, fundaciones, centros tecnológicos y organismos gubernamentales (por ejemplo, EOI, AEI).

Recomendación 5. Crear una cumbre nacional de emprendimiento en *Deep Tech*

La literatura ha descrito las diversas razones por las que los académicos emprendedores desarrollan iniciativas empresariales, incluyendo la maximización del beneficio, el desarrollo de la tecnología, el afán de servicio público y el objetivo de aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas locales y regionales y a la creación de impacto, además de otros objetivos más personales, como el enriquecimiento profesional, la creación de empleo, la mejora de las habilidades y capacidades, la influencia de otros colegas o el acceso a las subvenciones gubernamentales (Bradley et al., 2013). Sin embargo, el análisis de las diferentes trayectorias seguidas por los emprendedores en *Deep Tech* ha mostrado la relevancia de las instituciones de apoyo en la creación de “incidentes críticos” o de experiencias que generan “un antes y un después” o un punto de inflexión en la trayectoria de los investigadores (p.e., eventos de *Deep Tech* o espacios de co-creación y colaboración), en las que se descubre el emprendimiento como un camino alternativo a la trayectoria científica tradicional y en los que emerge un terreno común para el entendimiento y colaboración con otros actores.

Por esta razón, es necesario un esfuerzo conjunto para aumentar el número de este tipo de “incidentes críticos” o experiencias transformadoras, así como para aumentar la visibilidad del emprendimiento en *Deep Tech* y de sus necesidades específicas, de manera que cambie la cultura emprendedora del país y la conciencia general sobre las oportunidades que ofrece este fenómeno estratégico. Para ello, el informe recomienda que se organice una cumbre nacional de emprendimiento en *Deep Tech* (organizada en una región diferente cada año) y que tenga como objetivos los siguientes:

1. Reunir a todos los *stakeholders* clave, de manera que compartan su visión y generen debate sobre diferentes temas relevantes que les atañen (p.e. el modelo científico, empresarial y de innovación que el país necesita apoyar, la necesidad de reevaluar el tejido industrial, los nuevos modelos de inversión más adecuados para el *Deep Tech* y los desafíos específicos de estas empresas en España), de manera que se reduzca la brecha existente entre sus “diferentes lenguajes” y se favorezca una mejor colaboración.
2. Compartir iniciativas de éxito (p.e. iniciativas de apoyo, emprendimientos, experiencias, inversiones) y trayectorias científicas “alternativas”, que permitan la aparición de nuevos modelos de referencia, que reduzcan la percepción del riesgo y el miedo a probar cosas nuevas, y que permitan atraer actores adicionales al ecosistema y crear una masa crítica suficiente para generar el cambio del modelo actual de emprendimiento.
3. Crear retos específicos de *Deep Tech* que respondan a necesidades sociales relevantes, y que movilicen los beneficios de la inteligencia y acción conjunta, la participación colectiva (*crowdsourcing*) y la innovación abierta.

Se propone que esta iniciativa sea liderada por los emprendedores en *Deep Tech*, reuniendo a los diferentes actores y agentes involucrados, incluyendo asociaciones, incubadoras y aceleradoras de empresas, fundaciones y centros tecnológicos, etc.

A modo de resumen, la Tabla 4 ofrece una visión general de las acciones recomendadas, vinculadas a: a) el actor que se considera que debería tomar el liderazgo en cada una de ellas, y b) los principales retos que afectan a los cinco insumos clave para la I-Cap y E-Cap en el ecosistema *Deep Tech* de España, y al que cada iniciativa afectaría en especial²¹.

21. En la Tabla 4 todas las intersecciones entre iniciativas, retos y actores se hallan marcadas por un círculo de mayor o menor tamaño, puesto que planteamos la importancia de la involucración de todos los agentes o *stakeholders* (ya sea en mayor medida, como líderes, o en menor medida, como contribuyentes) en la búsqueda de soluciones a todos los retos planteados y en las iniciativas recomendadas, así como la necesaria coherencia y alineación entre las distintas medidas y retos. El mayor tamaño del círculo representa una mayor involucración o impacto de cada agente/medida en la resolución de los retos.

Tabla 4. Visión general de las iniciativas recomendadas para abordar los principales retos a los que se enfrenta el ecosistema español de E&I en el ámbito de la *Deep Tech*

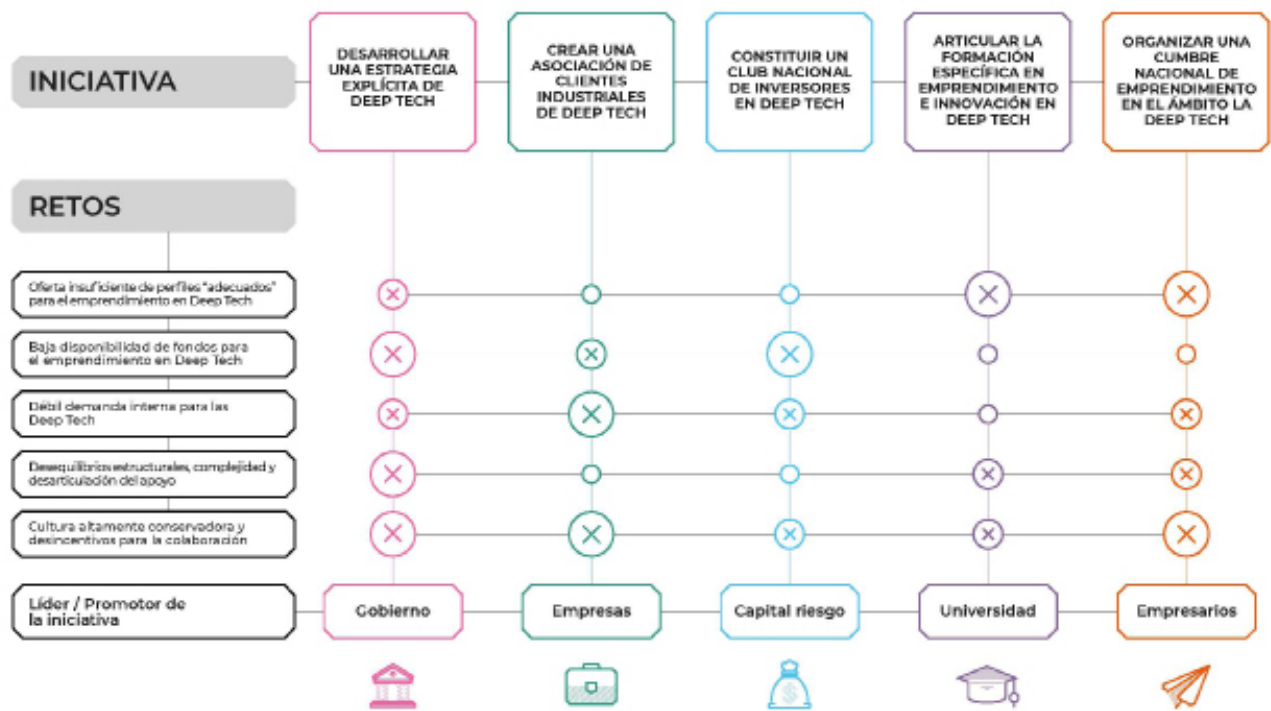


Tabla 5. Visión general de las iniciativas recomendadas para abordar los principales retos a los que se enfrenta el ecosistema español de E&I en el ámbito de la *Deep Tech*



4. Conclusiones

El objetivo del informe que se resume en este documento es analizar en profundidad y comprender el ecosistema español de emprendimiento en *Deep Tech*, debido a su alto potencial de impacto y creación de valor. En otras palabras, el documento analiza las principales debilidades detectadas en el escenario español de innovación y emprendimiento en *Deep Tech* desde un punto de vista sistémico, partiendo de la comprensión de las especificidades de este problema complejo.

En primer lugar, el análisis muestra que, en España, es importante promover una estrategia específicamente orientada al emprendimiento en *Deep Tech* y reducir la ambigüedad de las definiciones aplicadas para delimitar este concepto. Una mayor claridad y transparencia darán lugar al establecimiento de reglas y demarcaciones precisas que reduzcan la complejidad de la gobernanza y faciliten la comprensión pública de este fenómeno y de sus necesidades específicas.

Además, la aplicación del modelo iEcosystem, el análisis de I-Cap y E-Cap, el análisis de las entrevistas realizadas y la revisión de la literatura, han permitido destacar algunas debilidades importantes que afectan específicamente al emprendimiento en *Deep Tech*.

No existen “soluciones mágicas” o políticas singulares para este complejo problema, y parece claro que resulta necesario articular un conjunto de intervenciones políticas que involucren a muchos agentes diferentes: participación multi-nivel de diferentes instituciones gubernamentales, ámbito científico/académico, agentes económicos (empresas, emprendedores e inversores de capital riesgo) y la sociedad.

En el informe también se describen algunas de las interesantes iniciativas que existen en España de apoyo al emprendimiento en *Deep Tech*. Sin embargo, la masa crítica de estas iniciativas sigue siendo insuficiente, y se necesita una mayor participación de los principales stakeholders en ellas.

Por ello, y a partir del análisis de los retos a los que se enfrenta España, en la presente fase de revolución tecnológica, se proponen un conjunto de acciones que requieren un compromiso a múltiples niveles y que son clave para iniciar y lograr un cambio cultural. Este cambio permitirá que más investigadores pasen del mundo académico al emprendedor en *Deep Tech* y que un mayor número de personas del mundo de la industria y de los negocios se involucren en la ciencia y la tecnología y en el emprendimiento de alto impacto orientado a la resolución de problemas y relevantes retos sociales.

Referencias

Apéndice 1: Resumen del marco teórico y metodológico del análisis

Marco teórico

La comprensión del fenómeno del emprendimiento y de los comportamientos emprendedores requiere de un análisis que parta de un modelo teórico comprensivo, que incluya el contexto social, cultural, político y económico (GEM Spain, 2021). Este contexto crea las condiciones específicas de país y para el emprendedor, e incluye tanto los requisitos básicos para el emprendimiento (p.e., educación, infraestructura, instituciones), como las características que promueven la eficiencia (p.e., financiación tecnológica, señales de demanda) y otros requisitos relacionados con la innovación y el emprendimiento, y con el conocimiento de las políticas públicas y de las normas sociales y culturales, que interactúan entre sí y afectan a otros factores individuales (p.e. motivación).

En este estudio se ha aplicado el modelo del MIT para políticas del ecosistema de innovación” o modelo “iEcosystem” (en inglés, **MIT framework for innovation ecosystem policy**), elaborado por Budden y Murray (2018) junto con colegas del Programa Regional de Aceleración del Emprendimiento (REAP, por sus siglas en inglés), para evaluar y clasificar las debilidades y fortalezas del ecosistema español de *Deep Tech* (véase a este respecto el informe completo para una descripción detallada del modelo y la revisión de la literatura que lo sustenta).

Resumiendo, el modelo iEcosystem ofrece un marco de análisis integral pero simple del sistema, que se descompone en cuatro elementos que permiten la creación y el crecimiento de las EI: 1) las instituciones fundadoras, 2) dos capacidades críticas: la capacidad de innovación (**I-Cap**²²) y de emprendimiento (**E-Cap**²³), 3) las ventajas comparativas de la economía de una región y, 4) el impacto generado. Entre estos cuatro elementos, el modelo enfatiza la importancia fundamental para un país de la combinación y los vínculos generados entre la I-Cap y la E-Cap. Para optimizar estas capacidades, el modelo define cinco categorías de insumos o motores del sistema: i.e. el capital humano, la financiación, las infraestructuras, la demanda, y la cultura e incentivos (Figura 1), y señala que, dentro de cada dimensión, pueden utilizarse diversas palancas políticas para mejorar el acceso a los recursos necesarios.

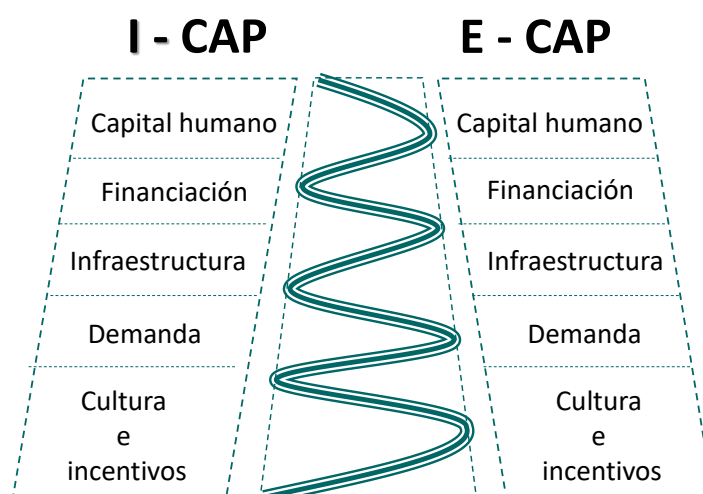
La utilidad del modelo para analizar las debilidades y fortalezas del sistema de emprendimiento en *Deep Tech* español se justifica por tres motivos:

22. La capacidad de un lugar para desarrollar ideas nuevas para el mundo o para el país y para transferir la ciencia y la investigación en impacto, transformándolas en soluciones que resuelvan problemas reales.

23. Las capacidades y condiciones generales necesarias para la creación de nuevas empresas.

1. el modelo fue diseñado específicamente para evaluar las condiciones que apoyan la puesta en marcha y crecimiento de empresas innovadoras (EI) y, por tanto, proporciona una herramienta para impulsar no solo la reflexión sino también la acción y ha sido aplicado con éxito en diferentes casos (p.e., Person, Cohen, Miller y Murray, 2019) y en lugares tan diversos como Estados Unidos, Japón, Singapur, Finlandia, Israel, Inglaterra o Marruecos (Budden y Murray, 2018);
2. el modelo identifica los insumos críticos necesarios para aumentar la capacidad de innovación (**I-Cap**) y la capacidad emprendedora (**E-Cap**) del sistema, definiendo las cinco áreas específicas clave para el análisis y desarrollo de acciones y políticas:
3. el modelo proporciona una perspectiva holística para el análisis y subraya la necesidad de colaboración entre los agentes del ecosistema.

Figura 1: Motores de I-Cap y E-Cap



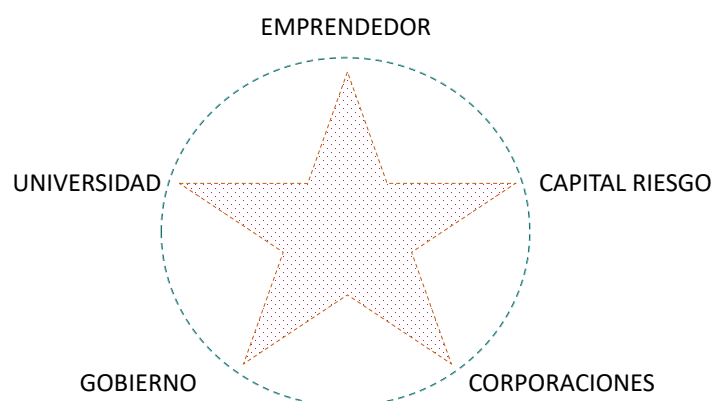
Fuente: Budden y Murray, 2018

No obstante, al aplicar el *modelo iEcosystem* y sus componentes como parámetros conceptuales y analíticos del estudio, se ha tenido en cuenta que la promoción del emprendimiento *Deep Tech* requiere un tipo muy especial de I-Cap. En concreto, una I-Cap de alta intensidad en I+D y capaz de enfrentar retos específicos y adicionales, como tiempos más prolongados de comercialización y una mayor intensidad de capital. Asimismo, las empresas de *Deep Tech* también requieren un tipo especial de E-Cap y se limitan a una clase particular de emprendedores, que estén orientados a la resolución de grandes retos, que tengan profundas interconexiones con el ecosistema y una fuerte apreciación de la tecnología compleja.

Además, la transformación del conocimiento en crecimiento económico puede darse fuera de su fuente de creación (p.e. universidades), por parte de agentes económicos que no son necesariamente los inventores. Estos agentes (p.e., los emprendedores y otros intermediarios, como *Deep Tech venture builders*) deben actuar como catalizadores del proceso (Braunerhjelm et al. 2010) y, por tanto, desempeñan un papel crucial en el desarrollo tecnológico y en el emprendimiento innovador.

El *modelo iEcosystem del MIT* reconoce que la innovación depende de la participación de los grupos de interés clave del sistema (Budden y Murray, 2019)²⁴: empresas, capital riesgo, emprendedores, academia y gobierno (Figura 2). Además, el modelo pone de relieve que cada uno de los *stakeholders* es necesario en el ecosistema de innovación, pero no es suficiente por sí mismo. Por el contrario, es necesaria la cohesión y la acción colectiva entre ellos, y “*su compromiso debe ser algo más que una simple expresión de su presencia en el ecosistema*”, consistiendo en una participación real en las actividades de creación de ecosistemas de innovación (Ibid). En consecuencia, este informe aplica un enfoque *multistakeholder* no sólo en el proceso de recogida y análisis de datos, sino también en la propuesta de acciones a desarrollar.

Figura 2: Los cinco actores del ecosistema de innovación en el modelo MIT



Fuente: Budden y Murray, 2019

Además, en el caso del ecosistema de *Deep Tech*, otros actores también desempeñan un papel importante, como es el caso de los proveedores de servicios especializados (p.e., abogados, consultores), fundaciones, aceleradoras y *sandboxes*, la sociedad civil etc., que son a menudo patrocinados o co-creados por uno o varios de los cinco *stakeholders* clave, y que también han sido analizados.

Marco metodológico

El análisis se ha basado en una combinación de datos cuantitativos y cualitativos, ya que esta mezcla de tipologías proporciona una imagen más completa del problema en su complejidad. La metodología aplicada ha consistido en a) investigación abierta, basada en la revisión de la literatura y de informes específicos-país²⁵, b) análisis de datos y documentos solicitados a instituciones de referencia, c) 11 entrevistas con emprendedores españoles en *Deep Tech* provenientes de diferentes industrias y con diferentes trayectorias empresariales, y d)

²⁴. El “modelo de grupos de interés del MIT para crear y acelerar ecosistemas de innovación” permite comprender las funciones sistémicas desempeñadas por los cinco *stakeholders* clave para la creación de ecosistemas de innovación.

²⁵. Se ha revisado la literatura académica sobre educación en emprendimiento (Basilio y Gabaldon, 2021) y transferencia tecnológica (Jarchow y Röhm, 2019; Siegel, Waldman y Link, 2003), documentos públicos y publicaciones relacionadas con *Deep Tech* (De la Tour et al. 2017; Hafied, 2022), informes específicos por países (OECD, 2021; GEM Spain, 2021), políticas y datos estadísticos (European Commission, 2021).

8 entrevistas con expertos españoles representantes de los restantes *stakeholders* (i.e. universidades, capital riesgo, gobierno y empresas, así como otras instituciones de apoyo y actores “mixtos” como *Deep Tech venture builders* del ámbito público-privado).

Los resultados se han clasificado en base a los cinco componentes o motores del modelo *iEcosistema* del MIT. En este sentido, es importante destacar que, en la interpretación de las entrevistas, hemos dado especial importancia a las perspectivas que tienen los emprendedores sobre el ecosistema actual y a sus percepciones sobre los obstáculos y estímulos encontrados, de manera que las recomendaciones propuestas puedan orientarse hacia sus necesidades reales y no sólo a “*lo que imaginamos que necesita un emprendedor de Deep Tech*” (Budden y Murray, 2019).

Finalmente, el análisis e interpretación de los resultados han sido revisados y triangulados por expertos en innovación profundamente familiarizados con el sistema español de *Deep Tech*²⁶ y con las iniciativas europeas pertinentes, los cuales han contribuido con importantes aportaciones y comentarios adicionales, específicamente en lo que respecta a referencias de políticas nacionales e internacionales.

A continuación, la Tabla 1 incluye el detalle de los perfiles de los 19 entrevistados, manteniendo su anonimato.

26. En este sentido, los autores agradecen expresamente las aportaciones realizadas por el asesor del Gabinete de la Ministra de Ciencia e Innovación, José Guimón de Ros, y por Fajçal Hafied, antiguo adjunto al jefe de la oficina encargada de desarrollar las políticas de innovación en Francia (incluido el “Plan Deep Tech” francés iniciado en 2018 y al que se refiere este informe), en la Direction Générale du Trésor (French Treasury) al servicio del Ministro de Economía francés.

Tabla 1: Perfil de los entrevistados

Emprendedores:

#	Sexo	Perfil (Trayectoria)	PhD	Conocimientos específicos	Startup de tecnología/industria	Origen y características de la startup
1	M	De estudiante a emprendedor	No	Aeroespacial + Naval	Drones/productos de consumo	Concurso de emprendimiento universitario
2	F	De investigador a director de investigación a emprendedor	Si	Genética	Biotecnología/Salud	Spin-off "tradicional"
3	M	De estudiante a industria a investigación a emprendedor	Si	Aeroespacial	Nanotecnología e industria 4.0/Aeroespacial	No spin-off, pero originada en el entorno universitario y contando con su colaboración
4	F	De investigador a industria a investigador a multiempresario	Si	IA e informática	IA/Sector agroalimentario IA/Productos de consumo	Emprendedor múltiple
5	F	De estudiante a emprendedor	No	Aeronáutica	Venta de alas rígidas /automoción y medio ambiente	Proyecto final de carrera/ Seleccionada por Hellotomorrow
6	F	De investigador a emprendedor	Si	Química orgánica	Biotecnología/Salud	Spin-off "tradicional"
7	M	De investigador al mundo académico y de directivo a emprendedor	Si	Telecomunicaciones	Kinect/Salud	Perfil combinado como profesor y emprendedor
8	M	De la industria a emprendedor a investigador	No	Ingeniería industrial	Nanotecnología	Apoyo inversor de VC especializado
9	M	De industria a emprendedor	No	Ciencias Políticas y Sociología	IA/SaaS para la eficiencia energética	Seleccionada por The Collider
10	M	De investigador a emprendedor a investigador	Si	Telecomunicaciones y física aplicada	Fotónica/Sensores	Apoyo inversor de VC especializado + CSIC
11	M	De la industria a investigador a emprendedor	No	Electricidad y electrónica	Dispositivos médicos/Salud	Seleccionada por Tecnalia Ventures

Expertos representando al resto de stakeholders

#	Sexo	Perfil	Organización
A	M	Profesor y experto de la UE	Universidad pública española
B	M	Profesor y experto en innovación	Universidad de E.E.U.U.
C	F	Experiencia en OTRIs y PhD relacionado con Universidades emprendedoras	Universidad pública española
D	F	Inversor corporativo especializado en <i>Deep Tech</i>	Capital riesgo corporativo
E	M	Director de programa de transferencia de referencia (<i>Deep Tech Venture Builder</i> asociada a Institución de Investigación)	Institución de investigación española
F	M	Inversor especializado en <i>Deep Tech</i>	Capital riesgo especializado en <i>Deep Tech</i>
G	M	Director de programa de transferencia de referencia (<i>Deep Tech Venture Builder</i>)	<i>Deep Tech Venture Builder</i>
H	M	Director de Agencia Nacional de Innovación	Agencia Nacional de Innovación

Apéndice 2: Citas seleccionadas de las entrevistas, que ilustran las principales debilidades del ecosistema de emprendimiento en *Deep Tech* de España

Principales debilidades del motor de capital humano²⁷

Debilidades	Citas relevantes de las entrevistas
Ámbito académico	
Poca atención a la aplicación práctica de la educación ofrecida	"Allí (trabajando en la industria), me di cuenta de la distancia que hay entre el mundo académico y la aplicación de una tecnología para resolver un problema real. Durante la carrera se aprenden muchas cosas, pero hay que saber aplicarlas a algo concreto. Acabas los estudios y obtienes tu título sin haber interactuado de manera práctica con tecnologías avanzadas" (#4).
Escasez de formación en I&E	"En España no nos preparan para esto (el emprendimiento). Durante la carrera de Ingeniería, nos preparan para 'sota, caballo y rey', nos forman para que acabemos en las cuatro empresas típicas que tienen acceso directo a los alumnos... nos preparan para ser 'el ingeniero', no parte de la empresa" (#5).
Poco compromiso con el espíritu empresarial	"Tenemos una cultura muy conservadora y miedo a probar cosas nuevas. Creo que esto también está relacionado con los altos riesgos asociados al fracaso en términos de costes personales y sociales, porque en España no tenemos una masa empresarial suficiente ni un ecosistema que pueda reabsorber a los emprendedores que fracasan en su aventura" (#1).
Ámbito científico	
Poca atención a la aplicabilidad práctica de los resultados científicos	"El problema de las universidades y de los laboratorios de investigación suele ser que se convierten en un depósito de patentes, de 'patentes curriculares' que se producen para el desarrollo profesional de los investigadores, sin intención de posterior explotación" (#A).
Falta de conocimiento de I&E	"Hay un reto en cuanto a las personas y su formación, ya que muchos investigadores no tienen mucha idea sobre emprendimiento, y hay un problema de sensibilidad y ego, y a menudo no se entiende lo que significa el emprendimiento tecnológico... investigadores reconocidos piensan que están bien preparados para crear una empresa" (#E).
Poco compromiso con la iniciativa empresarial y la transferencia de conocimientos	"Los fundadores científicos de la startup nunca dejaron realmente la investigación y sólo se involucraron con la empresa mientras intentaban acceder a un puesto científico (...) el compromiso con la empresa nunca fue una prioridad para ellos... la investigación científica pública sí lo fue, y no la necesidad de enfrentarse a situaciones estresantes, proporcionar resultados, explicar a los inversores..." (#8).
Movilidad entre ámbitos	
Baja movilidad de los académicos	"No hay facilidades para implicarse (como investigador) parcialmente en un proyecto (emprendedor), por ejemplo, mediante contratos conjuntos en una institución de investigación y una empresa. Estos formatos no existen" (#10).
Capital humano de apoyo a la transferencia de tecnología	
Falta de profesionalización de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI).	"En muchas universidades no hay OTRI o las que existen son inmaduras...les falta experiencia sobre lo que es ser emprendedor, sobre lo específico de la innovación y de la transferencia de los resultados de investigación (...) Es necesaria la profesionalización de las OTRI y de los profesionales que trabajan en ellas" (#2).

Principales debilidades del motor de la financiación

Debilidades	Citas relevantes de las entrevistas
Inversión privada	
Las fricciones generales del modelo de inversión se intensificaron	"En el extranjero habríamos podido acceder a más inversiones por el mismo capital" (#3). "En España, el capital riesgo actúa de forma similar a un banco" (#5).
Falta de experiencia en Deep Tech	"En otros países los inversores y los bancos tienen más conocimientos, experiencia y madurez en este campo. Un mayor número de salidas significa una mayor reinversión en el ecosistema, una mejor mentalidad y una mayor cercanía entre la investigación y el mercado" (#D).
Baja inversión de la industria	"La industria española no es consciente de la importancia de utilizar la ciencia. Sólo el 5,5% de la industria contrata la I+D de las universidades. En lugar de desarrollar a nivel local, contratan a expertos del extranjero, de la competencia" (#G).
Inversión pública	
Estructura inadecuada de algunos fondos y subvenciones	"Con la financiación pública a menudo es necesario desarrollar el proyecto por completo antes de poder recibir los fondos. En Europa adelantan el 80-100% de los fondos, pero en España los problemas se agravan cuando desarrollas el proyecto y sigues sin recibir el dinero en 2-3 años. A veces no pagan y esperan a que el proyecto se agote" (#5). "Si hablamos de dinero público, entramos en el terreno de las subvenciones públicas y estamos mal en ese aspecto. Diría cosas buenas del CDTI en general y del formato Neotec en concreto y de 'Torres Quevedo'... pero otras subvenciones están mal" (#8). "Las convocatorias de proyectos europeos suelen tener un enfoque demasiado científico a la hora de evaluar los proyectos empresariales. Al final, lo que las empresas presentan está lejos de sus capacidades, ya que intentan ser más científicas. Esto dificulta la evaluación" (#10).

27. La referencia al entrevistado aparece entre paréntesis (# número, para emprendedores y # letra, para expertos representando a otros stakeholders). El perfil de los entrevistados está recogido en el Apéndice 1.

Sin orientación de emprendimiento en Deep Tech	"El sector público invierte en proyectos, pero no en Deep Tech, incluso cuando ésta crea valor; hay dificultades para acceder a la financiación" (#5). "Los fondos para la fase inicial son muy limitados... y la atención se sigue centrando en las PYMES y las grandes compañías, no en las empresas emergentes" (#9).
La CTI pública suele actuar como interferencia para la financiación	La burocracia en la Universidad representó una barrera para los fondos privados "ya que el Decano se negó a firmar un proceso, como era lo requerido" (#9) o "debido a los retrasos en la transferencia de tecnología de la industria universitaria (UITT, por sus siglas en inglés)" (#2).
Coinversión	
Débil coinversión	"A la hora de crear un fondo, los inversores privados no entienden de Deep Tech y son difíciles de convencer. De ahí que dependamos del apoyo del dinero público (...) echamos de menos instituciones de coinversión con capacidad para apoyar fases avanzadas" (#F).

Principales debilidades del motor de las infraestructuras

Debilidades	Citas relevantes de las entrevistas
Falta de una infraestructura y estrategia empresarial específicamente orientada a la Deep Tech	Véase la Tabla anterior para la descripción de la infraestructura de financiación. "En España la infraestructura pública está invirtiendo en proyectos, pero no en proyectos de Deep Tech que crean prosperidad y en proyectos que necesitan mucha inversión, aunque no para marketing y publicidad sino para avanzar en su nivel de madurez tecnológica TRL" (#5)
Poca transparencia y alta complejidad de los servicios e instrumentos disponibles	"Incluso dentro de la universidad politécnica, donde se encontraba la Agencia Espacial Europea, no había conocimiento o información sobre los programas existentes... La agencia tenía un programa de ideas dentro del campus, pero no había publicidad al respecto... había que buscarlo de forma proactiva" (...) "Nadie te dice a dónde acudir para obtener financiación" (#5) "La universidad ofrece incentivos para TT, pero no son transparentes... incluso acceder a la OTRI no es tan simple" (#7) "Muchos emprendedores en España no saben dónde acudir para acceder a la financiación" (#1)
Desequilibrios y fragmentación regionales	"Existen diferencias importantes entre las universidades 'centrales' y las 'periféricas' y la mayoría de los programas se centran en Madrid... algunas universidades siempre aparecen en los rankings o participan en proyectos de investigación europeos... esto creará un ciclo negativo de refuerzo en el que la brecha en términos de la competitividad será mayor" (#C)
Falta de infraestructura adecuada para las OTRI	"En muchas universidades no existen oficinas de transferencia de resultados de investigación o son inmaduras (...) En nuestro caso, fuimos nosotros quienes creamos las plantillas para la transferencia de tecnología que la OTRI usa hoy en día... porque antes no existía nada." (#2)

Principales debilidades del motor de la demanda del mercado

Debilidades	Citas relevantes de las entrevistas
Tejido Industrial	
Falta de visión por parte de la industria	"Hay una falta de visión y estrategia a largo plazo en el sector industrial español; están pensando en su negocio principal ahora, en lugar de pensar en su negocio principal en un futuro cambiante. Esto es un verdadero problema" (#A).
Sector industrial débil (desindustrialización, pequeño tamaño, tecnología media-baja)	"En España no tenemos industria... las fábricas que tenemos se crearon hace mucho tiempo, y siempre hay I+D detrás de una fábrica... eso es lo que nos falta. Dejemos de hablar de ciencia e I+D y empecemos a hablar de industrialización... Como no tenemos industria, cualquier empresa derivada (<i>spin-off</i>) está sola en España" (#8).
Gobierno	
No hay una demanda pública específica de Deep Tech	"El sector público invierte en proyectos, pero no en la Deep Tech creadora de valor, que tiene dificultades para acceder a la financiación" (#5). "Cuando hablamos de creación de empresas en España, hablamos de iniciativas que suponen una mera copia de un proyecto existente" (#E).

Principales debilidades del motor de incentivos y cultura²⁸

Debilidades	Citas relevantes de las entrevistas
Cultura española	
Cultura conservadora: - Miedo a probar cosas nuevas - Alto riesgo de fracaso.	"A pesar de que este problema cultural está cambiando poco a poco, en España no se permite que las personas fracasen más de una vez y menos aún se les 'anima' a fracasar a menudo como forma de aprender" (#A). "España tiene una cultura muy conservadora, de servicio público, en la que se valora el hecho de conseguir un 'trabajo para toda la vida', y en la que hay miedo a probar cosas nuevas, lo que se relaciona con un alto riesgo de fracaso y su penalización social" (#2).
Cultura Académica/Científica	
"Mentalidad de dominio público" y cultura científica que crea actitudes que dificultan la colaboración en I+D y la transferencia de tecnología: - Percepciones negativas sobre el emprendimiento - Actitudes defensivas (con respecto a la rendición de cuentas por la investigación y las negociaciones sobre los DPI) - Cultura científica "desconectada" y "poco realista" - Resistencia a renunciar al control.	"Los investigadores quieren dinero público para investigar sus 'microorganismos', pero sin que se les exija hacer nada a cambio o rendir cuentas. Este es el único sector en el que pasa esto... es un error (...) Hemos tenido contratos de investigación con el CSIC, sin obtener resultados, ni siquiera era posible requerir resultados, y no había compromiso por parte de los investigadores. Es terrible: estamos pagando un contrato para investigar 'x' y el CSIC obliga a que los resultados sean suyos... y luego tenemos que negociar si le dan algo a la empresa (...) Pensar que el desarrollo es sólo fabricar lo que se ha descrito en un artículo científico o una patente es erróneo. Es importante pensar en la posibilidad del desarrollo de productos y comprobar si el mercado quiere lo que has creado" (#8). "Siempre tiene que haber un desarrollo conjunto. La idea de que la tecnología proviene de los centros de investigación y luego las empresas la explotan es errónea" (#3). "Todos sienten que han contribuido más de lo que en realidad lo han hecho (...) magnificamos el hecho de que habíamos logrado un TRL 6²⁸ e infravaloramos el TRL de 7 a 9. Había fases que no conocíamos. Estábamos en I+D y no nos importaba si lo que diseñábamos se podía fabricar o... y de hecho no fue posible hacerlo (...) En España, nos gusta hacer las cosas por nuestra cuenta tanto como sea posible y ponemos límites a la cooperación y co-creación, lo que implicaría asumir ciertos riesgos. Pero este tipo de mentalidad se implanta en el ecosistema universitario, porque una vez que una universidad ha desarrollado algo, no quiere ceder esa propiedad para aumentar sus posibilidades de éxito en el mundo real. Necesitamos perder el miedo a ceder el control. Si se quiere mantener la motivación de las personas que desarrollan su actividad en los diferentes sectores (por ejemplo, financiero, comercial...), es necesario diversificar el control y no guardarlo todo para uno mismo". (#11).
Pocos incentivos para que los investigadores se conviertan en emprendedores y baja visibilidad de caminos alternativos.	"Conozco casos en Alemania, Francia o Reino Unido en los que el investigador principal ha abandonado la universidad para crear la empresa emergente y ha recibido apoyo institucional e instalaciones, como, por ejemplo, una participación del 30% en la empresa. En España estos incentivos escasean" (#11). "Tenemos que meditar más profundamente sobre la forma en que ofrecemos recompensas. ¿Por qué un científico que quiere convertirse en empresario debería obtener sólo una participación del 10% de la empresa? En el modelo canadiense, piensan en los negocios a largo plazo" (#G).
Marco normativo no adaptado a la Deep Tech: por ejemplo, - Reglas de contabilidad - Régimen de incompatibilidades Excesiva regulación burocrática	"No podemos incluir nuestra I+D entre nuestros activos porque nuestros auditores están acostumbrados a evaluar zapaterías y no a la Deep Tech (...) aquí la inversión y la capitalización están mal vistas" (#8). "No existen formatos contractuales que permitan el trabajo parcial en empresas privadas y en investigación al mismo tiempo (...) principalmente por incompatibilidades incorporadas en los centros públicos de investigación" (#10). "En un año, tuvimos que pasar por tres inspecciones fiscales; una de ellas fue por la devolución del IVA, que es normal para una empresa que sólo gasta porque está en la fase de desarrollo de I+D. Para una empresa de diez empleados (...) el trabajo cotidiano ya es difícil, pero si ellos (los poderes regulatorios) lo hacen aún más difícil (...), incluso las cosas más estúpidas, como "firmar horas" para la flexibilidad (es una carga). Este tipo de cosas que continuamente necesitas realizar hacen que sea difícil ser un emprendedor" (#5). "La inflexibilidad administrativa y la burocracia son una gran barrera... A pesar de que existe un movimiento para lograr que la situación cambie, esto lleva su tiempo" (en broma lo califica como 12 sobre 10 como una barrera en la escala Likert) (#6).

28. El nivel de madurez tecnológica (TRL, por sus siglas en inglés) es un método para estimar la madurez de las tecnologías, que establece y define uniformemente nueve fases diferentes del desarrollo tecnológico: desde la investigación básica (TRL 1: principios básicos observados y TRL 2: concepto de tecnología formulado) y la investigación aplicada (TRL 3: prueba de concepto experimental, y TRL 4: tecnología validada en el laboratorio) hasta el desarrollo experimental (TRL 5: tecnología validada en entorno relevante, TRL 6: tecnología demostrada en entorno relevante, TRL 7: demostración de prototipo de sistema en entorno operativo, y TRL 8: sistema completo y calificado), y la comercialización (TRL 9: sistema real probado en entorno operativo).

Apéndice 3: Fondos de inversión dirigidos al emprendimiento en *Deep Tech* con Oficinas Centrales en España

	Nombre	Tipo	Enfoque exclusivo en DT	Tamaño del fondo actual de DT	Pre-semilla	Semilla	Serie A	Serie B+	Cuantía mínima	Cuantía máxima
1	BeAble Capital	CR	Sí	€35M	x	x	x		€100 K	€3M
2	Nina Capital	CR	No	€20M	x	x			€150K	€800K
3	Repsol Energy Ventures	CRC	No	€85M			x	x	\$5M	\$20M
4	Telefónica Ventures	CRC	No			x	x		€150K	€6M
5	Amadeus Ventures	CRC	No			x	x			
6	Axon Partners Group	CR	No			x	x			
7	Bullnet Capital	CR	Sí	€42,2M		x	x	x	€1M	€1,5M
8	Caixa Capital Risc	CRC	No	€20M		x	x	x		
9	Capital Energy Quantum	CRC	No	€20M		x	x	x		
10	Draper B1	CR	No	€11,3M		x				
11	Elewit	CRC	No		x	x	x			
12	Enagas Emprande	CRC	No			x	x			
13	Encomenda	CR	No			x			€70K	€300K
14	Gohub	CRC	Sí			x	x	x	€500K	€3M
15	Inveready	CR	No	€50M		x	x			
16	JME	CR	No	€60M		x	x			
17	Origen Ventures Fund	CR	Sí	\$10M		x				
18	Propel Venture Partners	CRC	No			x	x			
19	Sabadell Venture Capital	CRC	No	€60M		x	x	x	€200K	€1M
20	Santander Innoventures	CRC	No	\$200M		x	x	x		
21	Seaya Ventures	CR	No	€85M			x	x		
22	Ysios Capital	CR	Sí	€126,4M		x	x	x	€1M	€13M

Fuente: Elaboración propia con datos de HelloTomorrow

CR: capital riesgo, CRC: Capital riesgo corporativo

Apéndice 4: Infraestructuras clave que afectan al *Deep Tech* en España

Institución	Descripción
Universidades Públicas	83 universidades: 50 públicas y 33 privadas (Ministerio de Universidades, 2021) <u>Rol</u>: Principales actores en la ejecución de I+D y la formación de nuevos investigadores (OECD, 2021). <u>Gobernanza</u>: Dotadas de gran autonomía formal pero dependientes en gran medida de la financiación que reciben las Comunidades Autónomas. <u>Ubicación</u>: En todo el territorio, pero muy concentradas en Madrid (14), Cataluña (12) y Comunitat Valenciana (9).
Infraestructuras científicas y técnicas singulares: (ICTS)	<u>Rol</u>: Promover el acceso a las infraestructuras de investigación en las fronteras del conocimiento y a los servicios conexos, abiertos al acceso competitivo de toda la comunidad investigadora, incluidos los actores públicos y privados de I+D. Relacionadas con diferentes áreas de investigación y conocimiento (por ejemplo, salud y biotecnología, energía, ingeniería, materiales, etc.). <u>Gobernanza</u>: Gobierno central, a través del MICINN <u>Ubicación</u>: Distribuidas por todo el territorio nacional (mapa de las ICTS) y las que son consideradas estratégicas.
Organismos Públicos de Investigación (OPI)	<u>Rol</u>: Investigación básica y aplicada. Algunos están alineados con las industrias estratégicas regionales y se centran en la investigación básica, pero con una orientación hacia la creación de vínculos con la industria (OECD, 2021). <u>Gobernanza</u>: Vinculados a la administración central a nivel nacional (por ejemplo, CSIC, CNIC, CNIO) o a las administraciones autonómicas (por ejemplo, CERCA en Cataluña, BERC y CIC en el País Vasco, e IMDEA en Madrid). <u>Ubicación</u>: Distribuidos por todo el territorio nacional pero concentrados geográficamente.
Centros Tecnológicos (CT)	<u>Rol</u>: Papel importante como intermediarios entre la base de investigación y las empresas, y como desarrolladores de la investigación aplicada. Vinculados a las Comunidades Autónomas en las que se asientan, proporcionan infraestructuras especializadas relacionadas con áreas tecnológicas generales o con industrias específicas que son estratégicas para el territorio (OECD, 2021). <u>Gobernanza</u>: Administraciones regionales. <u>Ubicación</u>: Tecnalia en el País Vasco es el más importante, seguido de Eurecat en Catalunya, que promueve proyectos de I+D intensivos en tecnología en múltiples áreas (por ejemplo, biotecnología, diseños industriales, desarrollo digital, sostenibilidad).
Parques Científicos y Tecnológicos	51 PCT son miembros de la asociación APTE (APTE, 2022). <u>Rol</u>: Equipamiento técnico especializado e infraestructura adecuada para la incubación y aceleración de empresas, muchas veces con estrechos vínculos con las universidades públicas. <u>Gobernanza</u>: Iniciativas desarrolladas por los gobiernos regionales <u>Ubicación</u>: Distribuidos por todo el territorio nacional.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5: Ejemplos de planes y medidas de Deep Tech implementadas en países desarrollados

Medidas	Francia	Reino Unido	Alemania	Israel	Estados Unidos
Fondo de inversión público (o parapúblico)	Mission French Tech French Tech Seed French Tech Emergence Aide au développement Deep Tech Concours i-nov, i-lab, I-PhD Prêts à l'industrialisation Deep Tech	Breakthrough Innovation Fund	Future fund (Zukunftsfonds)	Programas NOFAR, KAMIN, MAGNETON	America's Seed Fund In-Q-Tel fund
Programas de transferencia de tecnología	Sociétés d'accélération et de transfert technologique (SATT)	Universities' Technology Transfer Office (TTOs)	Fraunhofer-Gesellschaft Fraunhofer Tech Transfer Fund	Israel Tech Transfer Organization	Bayh-Dole Act Small Business Technology Transfer
Incentivos fiscales	Jeunes entreprises innovantes Crédit d'impôt recherche (CIR) Crédit d'impôt innovation (CII)	SME R&D tax relief Patent box tax relief	Fiscal incentive to R&D	Plusvalía por venta de propiedad intelectual Exenciones fiscales para trabajadores de alta tecnología que trabajan en el extranjero	Regular Research Credit (RRC) Alternative Simplified Credit (ASC) Credit for basic research
Planes sectoriales específicos	Plan Deep Tech Stratégies d'Accélération Plan « France 2030 »	National Space Strategy National AI Strategy Joint Action Plan on Standards for the Fourth Industrial Revolution	Industry 4.0 National AI Strategy	Programas de ciberseguridad (KIDMA, MASAD)	National Nanotechnology Initiative Drug Orphan Act
Administraciones encargadas	MESRI, Laboratoires publics de recherche (CNRS, Inria, Inserm, IRSTEA, CEA, Inrae), SATT, Bpifrance, Universités publiques, Agence de l'innovation de Défense	Innovate UK Specialized research institutes (Babraham Institute, Daresbury lab, British Department of Health), J-Hub	Fraunhofer-Gesellschaft Helmholtz Association Max-Planck-Gesellschaft Academics Liebniz association Public universities	Israel Innovation Authority, MAFAT, 8200 Unit, Ministry of Defense	SBIR, DARPA, Small Business Technology Transfer, NSF, Small Business Administration

Fuente: Hafied (2022).

Apéndice 6: Recomendaciones clave seleccionadas dirigidas a la acción gubernamental

Documento	Recomendaciones clave
"Transferencia de conocimiento y colaboración entre ciencia y empresa en España" elaborado por la OCDE (2021).	Dirigidas a seis áreas prioritarias para potenciar la colaboración entre la investigación pública y el mundo empresarial, que, aunque no se dirige explícitamente a la Deep Tech, incluye recomendaciones muy relevantes: 1- Establecer unas bases sistémicas firmes y condiciones favorables para la ciencia y la innovación, junto con recursos y marcos normativos estables. 2- Implementar una gobernanza efectiva de las universidades y centros públicos de I+D: misiones, autonomía y rendición de cuentas responsable al servicio de la sociedad. 3- Alinear los incentivos individuales e institucionales para promover con decisión y eficacia la transferencia y la colaboración. 4- Activar y coordinar a los agentes intermediarios entre los sectores público y privado, fomentando su profesionalización y actuación en una escala óptima cercana al mercado. 5- Priorizar el desarrollo empresarial de las capacidades de innovación y la interacción con la base de investigación pública. 6- Fortalecer las capacidades de inteligencia y evaluación de políticas para la mejora constante del diseño y la aplicación de las mismas.
"Una estrategia nacional de Deep Tech para España" elaborada por Hafied (2022) para el Real Instituto Elcano.	1- La creación de un Consejo Estratégico Nacional de Deep Tech compuesto por diferentes expertos independientes encargados de identificar y seleccionar diez tecnologías de vanguardia. 2- El establecimiento de una definición de empresas emergentes de Deep Tech basada en criterios orgánicos y la creación de una "etiqueta de Deep Tech" para acceder a esquemas de ayudas prioritarias. 3- El refuerzo de la movilidad de los investigadores. 4- La racionalización y profesionalización de las OTRI españolas y la creación de "empresas aceleradoras de la transferencia de tecnología". 5- La constitución de una ARPA española. 6- La reforma de la universidad española.

Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos referidos.



Emprendimiento en *Deep Tech* en España:
Análisis de un problema complejo

Rafael Calvo, 39
28010 Madrid
Spain

T (+34) 91 396 86 00
info@frdelpino.es
www.frdelpino.es

