



**INSTITUTO DE LA INGENIERIA
DE ESPAÑA**

**Grupo de Trabajo
“Foro de la Ingeniería para la Innovación Empresarial”**

**Definiciones, ideas básicas y datos asumidos por el
Foro de la Ingeniería para la Innovación Empresarial**

Versión del documento: mayo de 2019



Redactores:

Jorge Almazán
Miguel Américo
Carlos Fernández
Luis Miralles de Imperial
Juan Mulet
Ángel San Segundo

Avalado por los miembros del Grupo de Trabajo:

Jorge Almazán
Justo Álvarez Quirós
Miguel Américo Revuelta
Francisco Cal Pardo
Lucas A. Cancela
Agustín Cerdá Rubio
Carlos Fernández
Ángel Galindo Carbajo
José Manuel Garrido Moreno
Antonio Golderos
Juan Antonio González
José María Insenser
Joseba Jaureguizar
Javier Llompert
Juan Carlos López
Manuel Martín Castizo
Luis Miralles de Imperial y Hornedo
Juan Mulet
Juan Gerardo Muros Anguita
José Javier Nadal Coll
Eva Novoa
Diego Ruiz Quejido
Santiago Vives García



ÍNDICE

1. Introducción	5
2. El concepto de innovación	6
3. La innovación empresarial	6
4. Las actividades empresariales para la innovación	7
4.1. Las actividades de investigación, desarrollo experimental (I+D) e innovación en la empresa	7
a) Innovaciones tecnológicas	8
i) Investigación y desarrollo experimental (I+D)	8
ii) Otras actividades de adquisición de conocimiento	10
iii) Actividades para la preparación de la producción o provisión de servicios	11
iv) Actividades para la preparación de la comercialización	11
v) Formación	11
b) Innovaciones no tecnológicas	11
i) Preparativos para innovaciones comerciales y su implementación	11
ii) Preparativos para innovaciones organizativas y su implementación	12
4.2. I+D+i: una agrupación propia de España de las actividades de innovación tecnológica ..	12
4.3. Los procesos para la gestión sistemática de la innovación en la empresa	13
5. La Ciencia, la Tecnología y la I+D empresarial	13
5.1. La I+D empresarial	15
6. Las patentes y los derechos de propiedad intelectual (IPR)	17
7. Las políticas en materia de I+D e Innovación	18
7.1. La política científica	18
7.2. La política tecnológica	18
7.3. La política de innovación	19
7.4. Las políticas de demanda	20
a) Compra pública de tecnología innovadora (CPTi)	20
b) Compra pública precomercial: en realidad, una política de oferta	20
c) La asociación para la innovación: una solución para aunar las dos anteriores	21



8. Datos de la situación española actual	22
8.1. Datos de Innovación para 2016	22
a) Número de empresas españolas con actividades innovadoras	22
b) Gasto de las empresas españolas en innovación tecnológica	23
c) Empresas españolas con actividades innovadoras no tecnológicas	23
8.2. Datos de I+D empresarial para 2017	23
a) Gasto español en I+D por tipo de agente y clase de gasto	24
b) Origen de la financiación de la I+D para los distintos agentes	24
c) Número de personas dedicadas a I+D por tipo de agente	25
d) Empresas con actividad de I+D continua y ocasional	26
e) Los indicadores de I+D según el tamaño de las empresas	27
f) Evolución temporal de las partidas de gasto empresarial en I+D	28
8.3. Datos sobre patentes y derechos de propiedad intelectual (IPR)	30
9. A modo de conclusiones.	31
9.1.- Sobre el concepto de innovación	31
9.2.- Sobre la relación entre tecnología e innovación	32
9.3.- Sobre la transferencia de conocimiento tecnológico	32
9.4.- Sobre las políticas de innovación	32
9.5.- Sobre la situación española	33
9.6.- Sobre el papel de la Ingeniería en la innovación empresarial	33



1. Introducción

La extraordinaria capacidad del hombre para crear entes nuevos, optimizarlos y mejorar la forma de concretarlos es el fundamento de la innovación. Como se insiste a lo largo del documento, cualquier actividad humana puede ser innovada. Seguramente, ésta es la razón de los múltiples usos de esta palabra, que a lo largo de la historia no ha sido considerada siempre como una cualidad positiva.

Estos entes nuevos pueden ser materiales o simples conceptos, en todo caso son siempre novedad, que es lo que en la acepción actual está detrás de la palabra “innovación”. Tampoco esto fue siempre así, todavía el diccionario de la RAE da como segundo significado a la palabra innovar: “2. tr. desus. Volver algo a su anterior estado”, pero advierte, con la marca “desus.”, (**en** desuso), que su “última documentación es posterior a 1.500, pero no a 1.900”. Seguramente esto es debido a que esta palabra incluye en prefijo in-, que indica “negación o privación”.

Las innovaciones que tienen consecuencias económicas son seguramente las que mayor atención reciben a día de hoy, pero se puede hablar también de innovaciones deportivas, artísticas, sociales, y de cualquier otra actividad concreta. Dentro del amplio grupo de innovaciones económicas están las que desarrollan las empresas para aumentar su capacidad de generar valor añadido, y también las que desarrollan los gobiernos, muchas de sus entidades públicas y otras privadas.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha sido pionera en el estudio de las innovaciones económicas, limitando hasta 2018 su preocupación a las que desarrollaban las empresas: innovaciones empresariales. Con la publicación, en octubre de 2018, de la cuarta edición de su Manual de Oslo, ha incluido en su análisis las innovaciones económicas no empresariales, como reconoce en su Prólogo: “por primera vez, el Manual de Oslo proporciona un marco común para medir la innovación de una manera más incluyente en toda la economía, en el gobierno, en organizaciones sin fines de lucro y en los hogares.”

Hay que advertir, sin embargo, que estas nuevas innovaciones son escasamente tratadas en esta nueva edición del Manual. Como dice en su texto, “con la excepción del capítulo introductorio, esta cuarta edición del Manual de Oslo se centra en la innovación en el sector de las empresas comerciales, incluidas, en muchos casos, empresas de propiedad del gobierno”, aunque admite que “incluye definiciones generales y conceptos de innovación aplicables a los cuatro sectores económicos (empresas, gobierno, organizaciones sin fines de lucro que prestan servicios a los hogares, y hogares). Esto es necesario para desarrollar directrices futuras para medir la innovación en sectores distintos del empresarial.”

El objetivo del presente documento es presentar, como reza su título, “Definiciones, ideas básicas y datos asumidos por el Foro” de la Ingeniería para la Innovación Empresarial. Su contenido se limita pues a la innovación que desarrollan las empresas, obviando las que pueden ser desarrolladas por los gobiernos, por organizaciones sin fines de lucro que prestan servicios a los hogares, y por los hogares, como distingue la citada cuarta edición del Manual de Oslo. Por supuesto, muchos de estas definiciones y conceptos podrán ser de utilidad para analizar cualquier otro tipo de innovación, si son convenientemente particularizados, pero esta intención queda fuera de lo que aquí se pretende.



Este escrito se ha concebido como un documento abierto para que puedan añadirse otras ideas y nuevos conceptos, en la medida en que estos sean asumidos por todos los participantes en el Foro.

2. El concepto de innovación

Una definición muy concisa de una innovación, pero que reúne todas las notas que aparecen en otras muchas más complicadas, es la que dice que es “todo **cambio**, basado en **conocimiento**, capaz de crear **valor**”.

- El cambio puede ocurrir como consecuencia de cualquier clase de actividad humana (cultural, deportiva, empresarial, etc.),
- el conocimiento puede tener cualquier origen (de las Ciencias Exactas y Naturales, de las Socioeconómicas, de las Humanidades o de la experiencia personal) y, finalmente,
- el valor será el que se le atribuya desde la actividad que impulsa el cambio.

Puede decirse que la innovación tiene “al cambio como su vía, al conocimiento como su base y al valor como su meta”.

3. La innovación empresarial

La innovación empresarial será, de acuerdo a lo dicho antes, aquella que supone un cambio en la actividad de la empresa, que puede estar basado en cualquier clase de conocimiento y que genera un valor económico que es introducido y apreciado por el mercado, ya que esta sanción es la principal motivación de cualquier actividad empresarial.

Aunque tradicionalmente han sido las innovaciones tecnológicas, basadas en el conocimiento generado por las “ciencias duras”, las que han recibido mayor atención de los estudiosos de la innovación empresarial, la importancia cada vez mayor de los sectores de servicios ha hecho que se haya tenido en cuenta la generación de valor económico provocada por las innovaciones “no tecnológicas”, las basadas en Socioeconomía y en las Humanidades. Y es más, se valora la importancia que estas innovaciones han tenido y tienen en los procesos de la industria.

Hoy se distinguen tres tipos de innovaciones no tecnológicas atendiendo a la actividad empresarial a la que afectan. Hay innovaciones no tecnológicas comerciales, innovaciones no tecnológicas organizativas e innovaciones no tecnológicas en los modelos de negocio. El hecho de que muchas de estas tres innovaciones recurran a tecnologías para su implementación, no les excluye de su condición de “no tecnológicas” porque el conocimiento de base es de esta categoría, y la tecnología tiene un uso meramente instrumental, por más que sin ella estas innovaciones nunca serían una realidad.



El estudio de la importancia económica de la innovación empresarial es muy reciente. Joseph A. Schumpeter es considerado el primer economista que le prestó atención y fue en 1911, cuando publicó en alemán su libro titulado *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, traducido al inglés con el título *The theory of economic development*, en 1934.

Se considera que la innovación empresarial es el conjunto de actividades que lleva a cabo la empresa para:

- generar, adquirir, asimilar y aplicar el conocimiento con el fin de obtener nuevos materiales, productos o dispositivos; a
- poner en marcha nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes y, además,
- llevarlos por primera vez al mercado con éxito, pues cuando no existe éxito comercial se tratará de una invención, no de una innovación.

4. Las actividades empresariales para la innovación

En este apartado se describen las actividades que propiamente intervienen en el proceso de innovación empresarial y las que constituyen los procesos de su gestión sistemática.

4.1. Las actividades de investigación, desarrollo experimental (I+D) e innovación en la empresa

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) se ha convertido en la referencia obligada cuando se habla de investigación, desarrollo experimental (I+D) e Innovación. En la década de los años 50 del pasado siglo asumió la importancia de estas actividades para el desarrollo económico y social de los países que integran la Organización, y desde entonces define metodologías para la medida de los esfuerzos que realizan sus miembros para crear ciencia y tecnología y desarrollar innovación.

En 1963 esta Organización publicó la primera edición de un manual que se tituló en español "Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental", conocida habitualmente como manual de Frascati, porque fue la consecuencia de una reunión mantenida en esta ciudad italiana. La última edición es de 2015, con el título "*Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*". Este manual propone una metodología para medir los esfuerzos de sus países en I+D, lo que supone que los datos obtenidos en cada uno de ellos serán comparables. Es seguida por las autoridades estadísticas nacionales, y sus datos son utilizados por la propia OCDE y, en Europa, por Eurostat.

Muchos años más tarde en, 1992, la OCDE publicó por primera vez otro manual, con el título "Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas. Directrices propuestas para recabar e interpretar datos de la innovación tecnológica", al que se le denomina habitualmente Manual Oslo, por ser ésta la ciudad donde se discutió. Esta primera edición se centró solo en el sector manufacturero. La segunda edición, de 1997, amplió

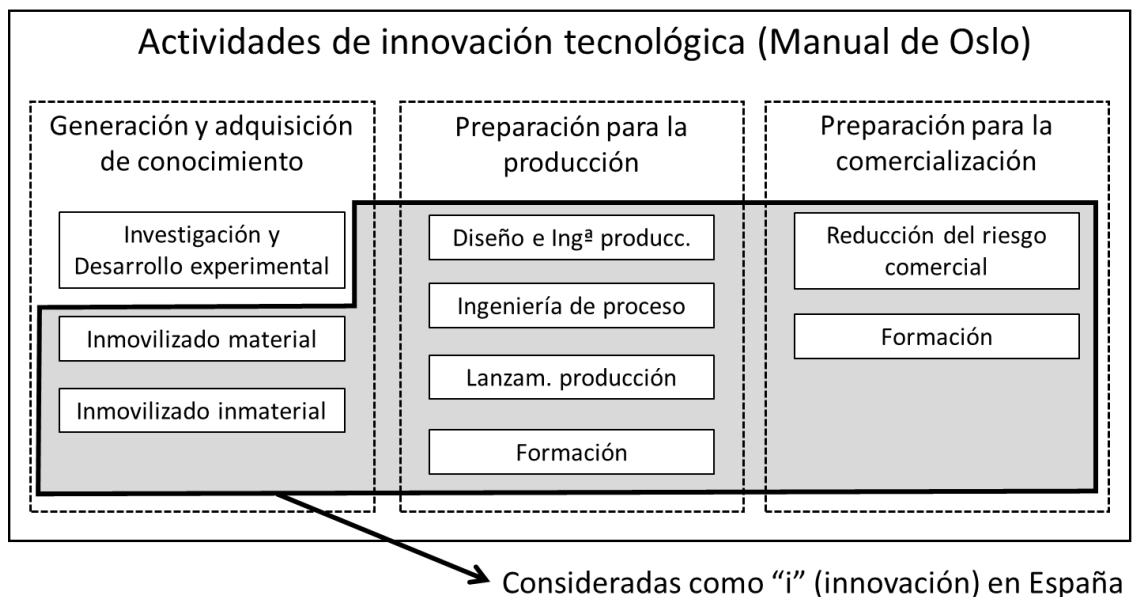
su aplicación al sector servicios. La tercera edición, de 2005, reconoce las innovaciones no tecnológicas y recoge las experiencias acumuladas hasta entonces, para dar respuesta a las demandas de los gobiernos con el objeto de definir sus políticas de innovación.

En estos manuales se definen con gran precisión las actividades que deben ser observadas por las autoridades estadísticas para capturar los esfuerzos realizados. Estas definiciones son las que son de obligada referencia en todos los estudios de innovación, que han sido más o menos identificadas en las sucesivas ediciones.

a) Innovaciones tecnológicas

A continuación se presentan las definiciones actuales para las actividades que deben realizar las empresas para llegar a sus innovaciones tecnológicas. La figura 1 las presenta de forma esquemática.

Figura 1.- Las actividades para la innovación tecnológica



i) Investigación y desarrollo experimental (I+D)

El manual de Frascati distingue bajo este epígrafe tres tipos de actividades, como se recoge a continuación: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La redacción utilizada es propia de las metodologías estadísticas.

La **investigación básica** es un trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir un nuevo conocimiento de los fundamentos subyacentes de los fenómenos y hechos observables, sin ninguna aplicación o uso particular previsto. Con este fin analiza propiedades, estructuras y relaciones con vistas a formular y probar hipótesis, teorías o leyes. La precisión de que no existe ninguna aplicación



prevista de la definición es fundamental. Los resultados de la investigación básica no se venden, pero generalmente se publican en revistas científicas o se distribuyen a colegas interesados. Ocasionalmente, la publicación de la investigación básica puede verse restringida por razones, como por ejemplo las de seguridad nacional.

En la **investigación básica**, se espera que el investigador tenga cierta libertad para establecer objetivos. Dicha investigación generalmente se realiza en el sector de educación superior, pero también en el sector de investigación gubernamental. La investigación básica puede orientarse o dirigirse hacia amplios campos de interés general, con el objetivo explícito de una gama de aplicaciones futuras. Las empresas comerciales en el sector privado también pueden llevar a cabo una investigación básica, pero acostumbra a tener una dirección específica. Se la llama en este caso "**investigación básica orientada**".

La investigación básica orientada se distingue de la "investigación básica pura" porque:

- La investigación básica pura se realiza para el avance del conocimiento, sin buscar beneficios económicos o sociales y sin hacer un esfuerzo activo para aplicar los resultados a problemas prácticos ni para transferir los resultados a potenciales sectores capaces de aplicarlos.
- La investigación básica orientada se lleva a cabo con la expectativa de que produzca una amplia base de conocimiento que pueda constituir la base de la solución para problemas actuales o futuros.

La **investigación aplicada** es una investigación original realizada para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, se dirige principalmente hacia un objetivo específico y práctico, para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica o para determinar nuevos métodos o formas de abordar problemas más o menos definidos. Implica recurrir al conocimiento disponible y a sus posibles extensiones para resolver problemas reales. En el sector empresarial, el paso de una investigación básica a otra aplicada supone la creación de un nuevo proyecto para explorar los resultados prometedores de un programa de investigación básica (ir de una perspectiva a largo plazo a una a medio o corto plazo en la explotación de los resultados). Los resultados de la investigación aplicada están destinados principalmente a ser válidos para posibles aplicaciones a productos, operaciones, métodos o sistemas. La investigación aplicada da forma operacional a las ideas. Las aplicaciones del conocimiento derivado pueden protegerse mediante instrumentos de propiedad industrial o intelectual, o el secreto. Su principal producto es la tecnología, por esta razón, a veces se la llama investigación tecnológica.

El **desarrollo experimental** es un trabajo estructurado, que se basa en el conocimiento obtenido de la investigación y de la experiencia práctica para la producción de conocimientos adicionales, que se orientan a la creación de nuevos productos, servicios o procesos o a mejorar los ya existentes. El desarrollo de nuevos productos o procesos se considera un desarrollo experimental si cumple con los



criterios utilizados para identificar la actividad de I + D. La "D" en esta sigla se refiere al desarrollo experimental.

El concepto de desarrollo experimental no debe confundirse con el de "desarrollo de productos", que es el proceso general, desde la formulación de ideas y conceptos hasta la comercialización, emprendido para llevar un nuevo producto (bien o servicio) al mercado. El desarrollo experimental es solo una posible etapa en el proceso de desarrollo del producto. En esta etapa se comprueba la validez del conocimiento genérico dentro del completo proceso de "desarrollo de producto".

Durante la etapa de desarrollo experimental se generan nuevos conocimientos, y esa etapa llega a su fin cuando los criterios de I + D (novedoso, incierto, creativo, sistemático y transferible y reproducible) ya no son válidas. Cuando se desarrolla un nuevo automóvil, la adopción de algunas nuevas tecnologías para su aplicación al automóvil constituye un desarrollo experimental. Llevará a nuevos resultados apreciables por el mercado (será **novedoso**) al tratar con nuevas aplicaciones de algunos conocimientos generales; será **incierto**, porque las pruebas podrían dar lugar a resultados negativos; tendrá que ser **creativo**, ya que la actividad se centrará en la adaptación de alguna tecnología a un nuevo uso; será **sistemático** porque demandará el compromiso de una fuerza laboral especializada; y será **transferible y reproducible** porque implicará una codificación, para traducir los resultados de las pruebas en recomendaciones técnicas para las etapas posteriores del proceso de desarrollo del producto. Evidentemente, hay casos de desarrollo de productos sin I + D. Pero es evidente que es difícil definir con precisión el punto de corte entre el desarrollo experimental y el "desarrollo de preproducción". La distinción entre estas dos etapas requiere "juicio de ingeniería" sobre cuándo el elemento de novedad cesa y el trabajo cambia a la realización de acciones rutinarias.

La empresa puede dedicar recursos a realizar I+D tanto interna como externamente, por lo que el Manual de Oslo distingue entre:

I+D interna: El trabajo creativo emprendido sistemáticamente en la empresa con el objetivo de aumentar o de usar el conocimiento existente, para encontrar aplicaciones nuevas. Comprende toda la I+D realizada por la empresa, incluyendo la investigación básica.

Adquisición de I+D (I+D externa): Las mismas actividades que la I+D interna, pero adquiridas a organizaciones de investigación públicas o privadas o a otras empresas (incluyendo otras empresas del mismo grupo).

ii) Otras actividades de adquisición de conocimiento

La empresa puede recurrir a otras vías para adquirir el conocimiento en que basar su innovación. El manual de Oslo las resume en dos:



Adquisición de inmovilizado inmaterial: Adquisición de derechos para utilizar invenciones patentadas o no patentadas, marcas comerciales, know-how u otros tipos de conocimiento, que no sean I+D, procedentes de otras empresas e instituciones, tales como universidades e instituciones gubernamentales de investigación.

Adquisición de maquinaria, equipo y otros bienes de capital (inmovilizado material): Adquisiciones de maquinaria avanzada, equipo, hardware o software informático y terrenos y edificios (incluyendo mejoras importantes, modificaciones y reparaciones), que sean necesarias para poner en marcha innovaciones de producto, servicio y proceso. Se excluye la adquisición de bienes de capital que ya haya sido considerada como I+D intramuros.

iii) Actividades para la preparación de la producción o provisión de servicios

Están ligadas al desarrollo y puesta en marcha de las innovaciones, tales como el diseño, la planificación y las pruebas de nuevos productos (bienes o servicios), los procesos de producción o los sistemas de distribución que **no** hayan sido incluidos en la I+D. Incluye la ingeniería de producto y proceso, el diseño, las preseries, la formación,...

iv) Actividades para la preparación de la comercialización

Son las que contribuyan a apoyar la introducción en el mercado de bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados.

v) Formación

Se trata de la formación, tanto interna como externa, ligada al desarrollo de innovaciones de producto y de proceso y a su puesta en marcha.

b) Innovaciones no tecnológicas

El manual de Oslo también identifica las actividades que las empresas deben realizar para sus innovaciones comerciales y organizativas, que califica de “preparativos” como se recoge a continuación:

i) Preparativos para innovaciones comerciales y su implementación

Actividades ligadas al desarrollo y la puesta en marcha de nuevos sistemas comerciales. La adquisición de otro conocimiento externo y otros bienes de capital que estén específicamente ligados a las innovaciones comerciales se enmarcan también en esta categoría.

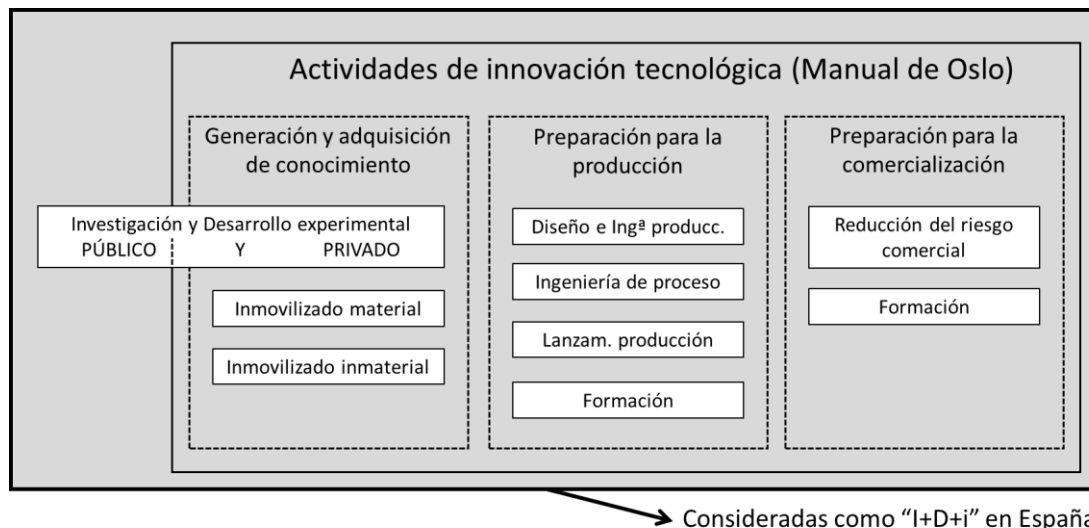
ii) Preparativos para innovaciones organizativas y su implementación

Actividades emprendidas para la planificación y la puesta en marcha de nuevos sistemas de organización. Se incluye la adquisición de otro conocimiento externo y otros bienes de capital que estén específicamente ligados a innovaciones organizativas.

4.2. I+D+i: una agrupación propia de España de las actividades de innovación tecnológica

Los medios de comunicación españoles han popularizado la sigla I+D+i, seguramente como consecuencia de que el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, establecido en la Ley 13/1986 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley de la Ciencia), fue llamado en su cuarta edición de 2000-2003, Plan Nacional de I+D+i. La interpretación de estas siglas se da en la figura 2, pero, al no ser de uso habitual en la Unión Europea, con frecuencia induce a confusión.

Figura 2.- Las actividades incluidas en las siglas I+D+i



La confusión procede de utilizar el término "i" interpretado como "innovación" (tecnológica) en minúsculas para el conjunto de actividades que realiza la empresa para llevar a cabo sus innovaciones, salvo las que suponen la creación de conocimiento por ellas mismas o por otras instituciones bajo contrato, es decir las que la OCDE llama "Investigación y desarrollo experimental". Las siglas I+D de la I+D+i corresponden a la investigación y desarrollo experimental que se realiza en el país financiado tanto con dinero público como privado. Sería la suma de la que realizan las empresas y la que realizan los centros públicos de investigación, como se quiere expresar en la figura 2.



4.3. Los procesos para la gestión sistemática de la innovación en la empresa

Para acometer de forma sistemática las actividades de investigación, desarrollo experimental e innovación apuntadas en el apartado anterior, la empresa debe contar con un conjunto de procesos de gestión específicos de la I+D+i. Estos procesos, agrupados en “**sistemas de gestión de la I+D+i**”, son propios de cada organización y adoptan muy variadas formas, con diversos grados de sofisticación y eficacia. Una buena referencia de los procesos clave que configuran este tipo de sistemas de gestión se recoge en la norma UNE 166002 (Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i), que, en su última versión (2014), los agrupa en tres grandes conjuntos:

- a) **Procesos estratégicos**, que, a su vez, la norma divide en dos:
 - i. Liderazgo: aspectos relacionados con el establecimiento de la visión y estrategia de I+D+i, la política de I+D+i, el liderazgo y compromiso de la Dirección con las actividades de I+D+i, el fomento de la cultura de la innovación en la empresa y la adecuada definición de roles, responsabilidades y autoridades organizativas.
 - ii. Planificación: que abarca las actividades de identificación de riesgos y oportunidades, la definición de objetivos en materia de I+D+i y la planificación para lograrlos.
- b) **Procesos operativos**, se trata de los procesos (e indicadores asociados) que debe poner en práctica la empresa para abordar sistemáticamente las actividades necesarias para la generación de innovaciones, que la norma estructura bajo un esquema tradicional progresivo (conocido de forma muy extendida como “innovation funnel”): gestión de ideas -> desarrollo de proyectos -> protección y explotación de resultados.
- c) **Procesos de soporte**, entre los que la norma recoge, por un lado, la organización, recursos y competencias de los equipos internos de soporte a la I+D+i (denominados “unidades de gestión” y “unidades de I+D+i”) y, por otro, las actividades de soporte propiamente dichas: concienciación, comunicación, información documentada, propiedad industrial o intelectual, gestión del conocimiento, colaboración, vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y, finalmente, evaluación del desempeño y mejora continua.

5. La Ciencia, la Tecnología y la I+D empresarial

Según Mario Bunge, la Ciencia descubre principios y causas, las verifica y las describe. La Tecnología utiliza la Ciencia para entender, mejorar o crear formas de hacer cosas útiles como advierte Peter Drucker. Las empresas en su sentido más amplio (incluyendo, p. ej. hospitales y escuelas), dan sentido económico a la tecnología con su innovación, cuando la utilizan para crear y ofrecer sus productos y servicios al mercado.

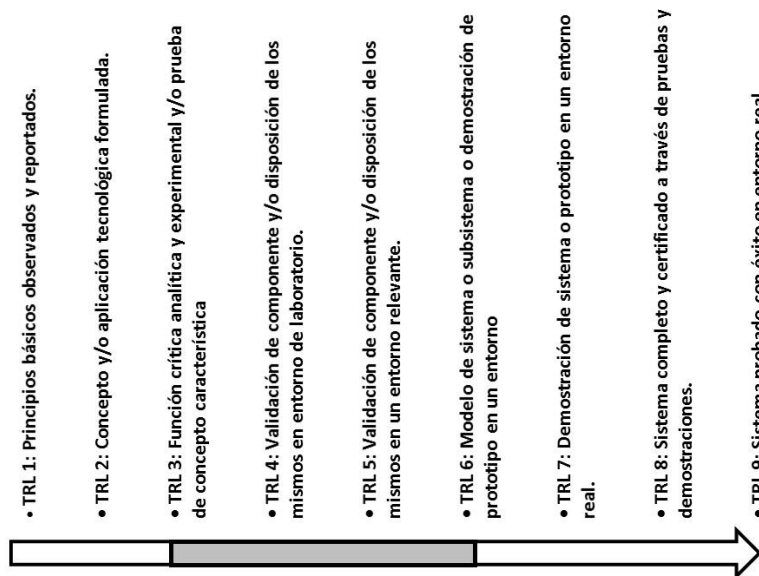
Mientras que las conclusiones de la Ciencia tienen larga validez, una tecnología es sustituida por otra cuando la nueva resulta ser más eficiente. Por otra parte, la Ciencia

progresa más gracias a la utilización de tecnologías. La tecnología tiene por lo tanto una doble finalidad, generar valor para las empresas y ayudar a la creación científica. Como se comentará ampliamente más adelante, la política tecnológica, la intervención pública para aumentar la generación de tecnología, es más difícil de idear y de aplicar que la política científica. No sólo debe propiciar la creación de nueva tecnología, sino también evitar que se dediquen recursos a la creación de aquella que no será utilizada antes de que se haga obsoleta, porque otra la habrá superado.

La palabra investigar (indagar para descubrir algo, RAE) se usa tanto para la actividad de crear Ciencia como Tecnología. Se trata en ambos caso de generar nuevo conocimiento. Para lo aquí nos ocupa, este conocimiento puede, en opinión de Joel Mokyr, ser proposicional o prescriptivo. El proposicional es el que cataloga fenómenos y regularidades naturales (conocimiento de qué). El prescriptivo es el que prescribe ciertas acciones que permiten la manipulación de los fenómenos naturales para las necesidades materiales humanas (conocimiento de cómo).

La empresa aprovecha el conocimiento prescriptivo, con el objetivo de convertirlo en tecnologías. No solo eso, tendrá preferencia por aquellas a las que atribuye un alto nivel de madurez. Un concepto que fue popularizado en 1990 por la NASA, aunque ya había comenzado a utilizar esta idea en 1974. La Comisión Europea también lo ha adoptado en sus políticas científicas y tecnológicas con un lenguaje ligeramente modificado, el utilizado en la figura 3.

Figura 3.- Niveles de Madurez tecnológica (TRL- Technology Readiness Levels)



Fuente: HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2014-2015 General Annexes, Extract from Part 19 - Commission Decision C(2014)4995.

Se considera que un nivel de madurez inferior al nivel 3, que no habrá pasado por una prueba experimental de concepto, muy difícilmente interesará a una empresa. Si una tecnología ha alcanzado el nivel 7, es decir que ya ha permitido generar un prototipo de demostración en un entorno operativo, puede ser de verdadero interés empresarial. El paso del nivel 3 al 7 puede resultar imposible para determinadas ideas, especialmente



cuando maduran en ambientes que carecen de financiación o de experiencia industrial, por esto a veces se refiere a este tránsito como “valle de la muerte” de la tecnología. No es infrecuente que muchas empresas opten por madurar internamente una tecnología adquirida en el nivel 3. Es una solución que conviene a los investigadores porque pueden iniciar otros trabajos y a las empresas porque no solo su precio habrá sido menor, sino que la podrán adaptar a sus propias características productivas.

5.1. La I+D empresarial

Donald E. Stokes, profesor de la Universidad de Princeton, clasifica la actividad investigadora en cuatro categorías según su finalidad y expectativa de uso, como muestra la figura 4, y las denomina con el nombre de un personaje relevante que, según él, es un paradigma del cuadrante que lleva su nombre.

Figura 4.- Los cuadrantes de Stokes

		Orientación a la aplicación	
		No	Si
Orientación al conocimiento	Si	Niels Bohr	Louis Pasteur
	No	Roger T. Peterson	Thomas A. Edison

Fuente: Donald E. Stokes, *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, 1997.

El cuadrante Niels Bohr incluye las investigaciones exitosas que no pretendían más que aumentar el conocimiento de la Humanidad. Por el contrario, el cuadrante Thomas A. Edison es para aquellas investigaciones que buscaban un resultado económico, aunque es verdad que Edison también descubrió el efecto que lleva su nombre, y contribuyó así al conocimiento científico. El cuadrante que corresponde a la ausencia de ambas orientaciones aparece con frecuencia en blanco, pero en algunos casos se le da el nombre de Roger T. Peterson el famoso autor del libro *A Field Guide to Western Birds* de 1941, que se considera que fue el primero y fundamental puente entre los ornitólogos y los aficionados a la observación de los pájaros.

Sin duda, el cuarto cuadrante, el de Louis Pasteur, es el más deseado, porque representa las investigaciones que simultáneamente consiguen contribuciones científicas y resuelven problemas actuales y trascendentes de la sociedad.

Los cuadrantes de Pasteur y Edison son los que preocupan más a la empresa, y hoy se considera poco probable que en el futuro se otorguen Premios Nobel a investigadores empresariales. Las empresas como AT&T, Dupont o IBM, que tienen investigadores

en el Palmarés de los premios Nobel, dedican ahora escasos recursos a investigaciones “blue-sky”, propias del cuadrante de Bohr.

Para la investigación empresarial puede proponerse también su tabla de cuadrantes (Figura 5), con lo que quedan patentes sus características que la diferencian de la investigación académica. En este caso el eje de orientación a la aplicación puede ser más preciso y limitarse a la relación de la actividad con la estrategia empresarial, según la condicione o responda a ella.

Figura 5.- Las actividades de la I+D empresarial

		Estrategia	
		Condiciona la estrategia	Responde a la estrategia
Objetivo	Aplicar conocimiento	Vigilancia tecnológica	Asistencia tecnológica
	Generar conocimiento	Investigación aplicada	Desarrollo de productos, servicios y procesos

Con la Vigilancia Tecnológica, la empresa aplicará conocimiento y sus resultados condicionarán su estrategia. Con la Asistencia tecnológica, aprovechará conocimiento ya existente y responderá a la estrategia empresarial. Cuando opte por la Investigación Aplicada, en el sentido descrito más arriba, generará nuevo conocimiento que influirá en la estrategia. Finalmente, la actividad de Desarrollo de productos y servicios, en la parte de los mismos que se ha comentado anteriormente, seguirá su estrategia y generará nuevo conocimiento, por lo menos para ella misma.

Como reconoce la OCDE, y como ya se ha comentado anteriormente, para que cualquiera de estas actividades pueda ser considerada de I+D, debe cumplir los siguientes criterios. Ser **novedosa**, es decir que implique novedad, por lo que debe ser realizada por primera vez. Debe ser **incierto**, y por lo tanto, con cierta probabilidad de fracaso, por lo que no puede confundirse con una actividad de ingeniería, que debe seguir ciertas reglas y protocolos. Debe ser **creativa**, tomando derroteros no convencionales. Debe seguir un **desarrollo sistemático** definido previamente, no cabe una realización dejada al azar. Y, por último, debe ser **transferible** a otros grupos de trabajo similares y, por lo tanto, **reproducibles**. Cuando cualquiera de aquellas actividades que cumpla estas seis características, entrará en la categoría de I+D empresarial.

6. Las patentes y los derechos de propiedad intelectual (IPR)

Internacionalmente y en un sentido amplio, por **propiedad intelectual** (“intellectual property”) cabe entender la referida a toda creación intelectual, incluyendo tanto la **propiedad industrial** (“industrial property”) como el **derecho de autor** (“copyright”). No obstante en España y países hispanohablantes la propiedad intelectual se ha venido entendiendo habitualmente e incluso jurídicamente como sinónimo del derecho de autor. La propiedad industrial se refiere a invenciones, diseños, signos distintivos, etc., que son susceptibles de explotación industrial, mientras que el derecho de autor se refiere a obras literarias, artísticas o científicas.

Los denominados derechos de propiedad intelectual (**IPR**, “Intellectual Property Rights”) son los conferidos al titular de la propiedad industrial o intelectual con objeto de proteger su explotación ante la imitación desleal, en el marco de la libre competencia del mercado. Los derechos de propiedad industrial comprenden las **patentes** (para las invenciones), los **diseños industriales** (para los diseños), las **marcas** (para los signos distintivos), etc. Cada modalidad de IPR tiene sus propias reglas de solicitud o registro, procedimiento de concesión, alcance, vigencia, etc.

Una **patente** otorga a su titular el derecho a impedir que terceros exploten una invención sin su consentimiento, en general que fabriquen o comercialicen la invención, en un territorio dado y por un tiempo limitado. A cambio de esta protección, la invención es divulgada por la oficina de patentes, publicando la memoria que describe la invención y que debe acompañarse en la solicitud de la patente. Otro modo de proteger invenciones o ideas a nivel empresarial puede ser mediante el **secreto**. Los **acuerdos de confidencialidad** permiten el intercambio de información evitando su divulgación.

Para que una invención pueda ser patentada, ésta debe cumplir una serie de requisitos que se examinan durante el procedimiento de concesión de la patente por la oficina de patentes encargada. En general, la invención debe ser **nueva** (a nivel mundial), **inventiva** (no ser obvia para un experto en la materia) y **aplicable industrialmente** (capaz de ser explotada industrialmente). Dado que para proceder a la concesión de la patente todas las invenciones son publicadas, los documentos de patente que describen las invenciones constituyen una fuente de **información tecnológica** útil para la I+D y la innovación. La Oficina Europea de Patentes estima que más del 80% de la información tecnológica puede ser encontrada en documentos de patente.

Las patentes se conceden país por país, aunque existen convenios internacionales que facilitan su concesión para un conjunto de países. El conjunto de patentes en los distintos países o grupos de países para una misma invención se denomina **familia de patentes**. Para poder medir el impacto efectivo de las patentes, la OCDE introdujo el concepto de **familias de patentes triádicas**, que se definen como las que tienen, al menos, una concesión de patente en EEUU, una solicitud de patente europea y una solicitud de patente en Japón. Debido al impulso de las patentes chinas en la última década, esta definición puede considerarse algo anticuada pero aún válida.

7. Las políticas en materia de I+D e Innovación

Desde hace muchos años todos los gobiernos de los países con aspiración a ser avanzados han dedicado recursos públicos, es decir políticas, a favorecer la generación y uso del conocimiento. Los gobiernos pueden promover la ciencia, la tecnología y la innovación, lo que dará lugar a políticas específicas.

7.1. La política científica

Una primera clase de política es la **política científica**, que tiene por finalidad impulsar la creación de Ciencia. Sus objetivos son: atraer talento, crear escuelas y sensibilizar a los científicos de las necesidades económicas y sociales. Este último objetivo es lo que justifica, desde el punto de vista político, dedicar dinero público a la generación de ciencia, porque beneficiará a toda la sociedad. Por otra parte, un mejor conocimiento de principios y causas siempre será de utilidad, aunque se deban esperar muchos años para que se traduzca en un beneficio social.

Hay que decir que la política científica se desarrolla en un terreno muy abonado. Los receptores de estos recursos son los investigadores que se mueven en un ambiente de consecución de recursos muy competitivo, por lo que este colectivo se autorregula en busca de la excelencia de la ciencia generada. El político solo debe preocuparse de evitar la captura de los recursos por colectivos no capacitados, pero la enorme competencia entre los propios investigadores hace difícil que a la larga se desaprovechen recursos. Las políticas científicas han tenido históricamente éxito cuando ha habido una constancia en el tiempo en su aplicación y se ha tenido suficiente paciencia para esperar a que fructificaran. España es uno de los últimos países que lo ha comprobado. El gran peligro que estamos ahora viviendo es que se disminuyan los recursos, con lo que es seguro que habrá que abandonar algunos campos, donde será ya muy difícil recuperar la competitividad que ya han alcanzado sus investigadores españoles.

7.2. La política tecnológica

Puede haber una **política tecnológica**, que buscará crear una tecnología definida y asegurar su utilización por parte de sus destinatarios (empresas u organismos públicos o privados), que supuestamente la han financiado directa o indirectamente. Es una política difícil de implementar. Debe, por una parte, definir qué tecnología habrá que desarrollar y, por otra, evitar que se genere una tecnología que no podrá ser aprovechada por el entorno social que ha financiado esta política. Y esto último en una situación de presión porque la tecnología, no la ciencia, tiene una ventana temporal de aplicación muy limitada. Pronto vendrá otra tecnología que la superará y la hará obsoleta. Conocer la tecnología necesaria y tener la posibilidad de forzar su aplicación son requisitos muy difíciles de cumplir por los políticos. El modelo que siempre se quiere imitar es el de la NASA, que no solo conoce muy bien sus necesidades tecnológicas sino que tiene capacidad para impulsar la aplicación de sus tecnologías exitosas en la sociedad. Desgraciadamente son muchos los casos de fracasos, desde la política tecnológica de la autarquía española hasta el Plan Quaero, iniciado en 2015 en Europa



para ofrecer una alternativa a Google, pasando por el Plan Calcul francés, la microelectrónica de la UE o el ordenador de quinta generación japonés.

7.3. La política de innovación

Finalmente está la **política de innovación**, cuyo único objetivo es que haya más empresas innovadoras, y que las que ya lo son emprendan actividades de innovación más arriesgadas y, por lo tanto, con probabilidad de obtener mayores retornos. La dificultad de esta política está en la necesidad de contar con el compromiso del empresario, sin el cual ninguna innovación es posible. En pura lógica empresarial, si una empresa no innova es porque no quiere asumir el riesgo de la operación de innovar. Por lo tanto, las políticas de innovación solo pueden ser eficaces si logran reducir este riesgo hasta los niveles asumibles por las empresas.

Hasta fechas recientes, dos han sido los caminos habituales de las políticas de innovación: ayudas financieras y facilidades de acceso a la tecnología. El primer camino es de aplicación universal, mientras que el segundo necesita fuentes de la tecnología adecuada controladas por el gobierno. En este último caso, solo se podrá limitar el riesgo tecnológico, quedando intactos los riesgos comerciales, organizativos y financieros.

Las políticas de innovación financieras son muy caras y con altas posibilidades de fracaso, porque dependen de la voluntad empresarial que, en cualquier momento, puede encontrar poderosas razones para abandonar. De hecho las políticas de innovación eficientes normalmente implican gran cantidad de recursos en períodos temporales muy cortos porque lo que buscan es crear el incentivo para que más empresas simplemente comiencen, dejando que las que tienen éxito continúen con el proceso. Se habla de un “riego temporal por inundación” para que las que florezcan encuentren por ellas mismas los medios para continuar. No hay que olvidar que la innovación no es más que una operación empresarial sometida a las habituales reglas del mercado.

Se atribuye a Schumpeter la siguiente frase: “se puede invertir el 10% del PIB en I+D, pero si no hay empresarios innovadores ese conocimiento no se convertirá en empleo ni en progreso económico.” Es cierto que esta cita no fue tomada de su primera y gran obra sobre economía de la innovación publicada en alemán en 1911, ni de su traducción al inglés de 1934, porque la sigla I+D nace después de la segunda guerra mundial. Pero indudablemente refleja una realidad, que hoy se conoce muy bien.

Dada la intrínseca dificultad de la política de innovación se recurre con frecuencia a un remedo de esta política, la llamada “política de I+D empresarial”. Con ella se pretende fomentar la actividad de I+D de las empresas, una parte de la innovación, como ya se ha comentado anteriormente. En este caso, las ayudas públicas se destinan a proyectos empresariales de I+D que pueden contar o no con la participación de organismos de I+D públicos. Es obvio que estas ayudas acercarán a las empresas a los procesos de innovación, pero no son garantía de que la empresa vaya a innovar. Cualquier paso hacia el mercado exige un esfuerzo mucho mayor que el paso anterior, y el nuevo riesgo puede parecer inaceptable para la empresa. Cuando esta política es eficaz debería, por

lo menos, generar tecnología que pueda ser explotada por la empresa y en último extremo por otras.

7.4. Las políticas de demanda

Recientemente, entre los estudiosos de la innovación se ha introducido una nueva clasificación de las políticas de innovación, que distingue entre políticas “de oferta” y “de demanda” tecnológicas. Las primeras actuarían sobre los agentes que generan conocimiento mientras que las segundas lo harían sobre los que lo utilizan. Los caminos comentados anteriormente corresponden a las políticas de oferta.

a) Compra pública de tecnología innovadora (CPTi)

Con las políticas de demanda se pretende incentivar a los que necesitan conocimiento para su actividad habitual para que lo exijan a sus proveedores. El exponente más visible de las políticas de demanda es la compra pública de tecnología innovadora (CPTi). Se trata de destinar recursos, que normalmente se consignan para la compra por los gobiernos de bienes y servicios, a incentivar la innovación ofreciendo simplemente mercados a nuevas soluciones, que podrían crearse si las empresas invirtieran en su creación. El riesgo que los gobiernos asumen cuando aplican estas políticas es simplemente el “lucro cesante” por no haber dedicado estos recursos a soluciones inmediatas, y tener que esperar a que las innovaciones se materialicen. Por supuesto esto no exige dedicar ayuda pública alguna a la I+D empresarial.

La ventaja de esta política es que ofrece el mejor incentivo a la innovación, que está en los mercados que se reservan a la empresa desde el momento de la toma de esta decisión por el comprador público, siempre que se cumplan las especificaciones. Además, como se trata de cubrir una necesidad bien especificada por el futuro comprador, existe la “cuasi-certeza” de que otros compradores apreciarán la solución, con lo que a la empresa se le abrirán con gran probabilidad otros mercados, en los que ella será el primer ofertante con capacidad ya probada.

Hay que advertir que el mínimo riesgo que asume el comprador público al tomar una decisión de este tipo era contrario a nuestro antiguo sistema legislativo, por lo que el funcionario que los asumía incurría en delito. La modificación de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, eliminó este impedimento, ya que en su Artículo 11 (Contrato de colaboración entre el sector público y el sector privado), dice en su punto c) que este contrato puede tener como objetivo “la fabricación de bienes y la prestación de servicios que incorporen tecnología específicamente desarrollada con el propósito de aportar soluciones más avanzadas y económicamente más ventajosas que las existentes en el mercado”.

b) Compra pública precomercial: en realidad, una política de oferta

No debe confundirse la compra pública de tecnología innovadora (CPTi) con otra figura, la compra pública precomercial. Esta última es, en realidad, otra forma más de política de oferta, porque se incentiva la creación de tecnología y no su demanda. Además,

normalmente se financia con recursos de políticas de investigación e innovación la generación de soluciones que después serán compradas o no, porque no hay obligación de hacerlo. De hecho, este instrumento de política de innovación supone una transferencia de recursos reservados a aquellas políticas a la compra de bienes y servicios, ya que estas ayudas deberían ser causa de una reducción de precios. Con ello se transfieren recursos de las políticas de I+D e Innovación a las de compra. Exactamente lo contrario de lo que se pretende con la CPTi.

c) La asociación para la innovación: una solución para aunar las dos anteriores

La nueva ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, propone una nueva forma jurídica para aunar estos dos instrumentos de política de innovación en lo que llama “Procedimiento de asociación para la innovación”, que define en los artículos 177 a 182 de su Subsección 6ª.

El Artículo 177 dice: “La asociación para la innovación es un procedimiento que tiene como finalidad el desarrollo de productos, servicios u obras innovadores y la compra ulterior de los suministros, servicios u obras resultantes, siempre que correspondan a los niveles de rendimiento y a los costes máximos acordados entre los órganos de contratación y los participantes.” Continúa diciendo que “en los pliegos de cláusulas administrativas particulares, el órgano de contratación determinará cuál es la necesidad de un producto, servicio u obra innovadores que no puede ser satisfecha mediante la adquisición de productos, servicios u obras ya disponibles en el mercado. Indicará asimismo qué elementos de la descripción constituyen los requisitos mínimos que han de cumplir todos los licitadores, y definirá las disposiciones aplicables a los derechos de propiedad industrial o intelectual.” Este artículo exige que “la información facilitada será lo suficientemente precisa como para que los empresarios puedan identificar la naturaleza y el ámbito de la solución requerida y decidir si solicitan participar en el procedimiento.”

Según este mismo artículo, “el órgano de contratación podrá decidir crear la asociación para la innovación con uno o varios socios que efectúen por separado actividades de investigación y desarrollo. El socio o socios habrán sido previamente seleccionados en la forma regulada en los artículos 178 y 179 de esta Ley.”

También establece que “los contratos que se adjudiquen por este procedimiento se regirán: a) En la fase de investigación y desarrollo, por las normas que se establezcan reglamentariamente, así como por las prescripciones contenidas en los correspondientes pliegos, y supletoriamente por las normas del contrato de servicios. b) En la fase de ejecución de las obras, servicios o suministros derivados de este procedimiento, por las normas correspondientes al contrato relativo a la prestación de que se trate.” No parece por tanto que esta forma de contratación asegure la compra del producto o servicio resultante de la fase de I+D, como está implícito en el instrumento CPTi antes definido. De esta manera no se crea el primer mercado cierto para la innovación, que es el verdadero incentivo de este instrumento de “política de demanda”. La figura de “asociación para la innovación” es, de nuevo,” un instrumento

de política de oferta”, porque lo único que se asegura es la financiación de la actividad de I+D empresarial en condiciones que fijen “las normas que se establezcan reglamentariamente”.

El artículo 181 (Adquisiciones derivadas del procedimiento de asociación para la innovación) propone una solución intermedia entre la CPTi y la compra precomercial. En su punto 1 indica: “Finalizadas las fases de investigación y desarrollo, el órgano de contratación analizará si sus resultados alcanzan los niveles de rendimiento y costes acordados y resolverá lo procedente sobre la adquisición de las obras, servicios o suministros resultantes.”. Se supone por tanto que se ha financiado, en las condiciones que se hayan establecido, esta fase, pero no se asegura la compra porque el órgano contratante “resolverá lo procedente sobre la adquisición de las obras, servicios o suministros resultantes”. Además, establece otros escenarios que van más allá del simple hecho de adquirir el producto o servicio, propiciando una inseguridad jurídica para las empresas.

Por último, el artículo 182 (Configuración y seguimiento de la asociación para la innovación por parte del órgano de contratación), establece unas condiciones que comprometen la libertad de la empresa en sus actuaciones, que no son necesarias en la simple figura de la CPTi, que era posible según el artículo 11 de la anterior Ley 30/2007.

8. Datos de la situación española actual

Se recogen a continuación los datos oficiales últimos de la Estadística de I+D que realizó el INE en 2018 para los datos de 2017 y de la última Encuesta de Innovación para el año 2016, siguiendo las metodologías de la OCDE ya comentadas.

8.1. Datos de Innovación para 2016

a) Número de empresas españolas con actividades innovadoras

Según la encuesta de innovación, realizada con datos para 2016 según la metodología del manual de Oslo que pregunta a las empresas de más de 10 empleados, había en España 15.648 de estas empresas que declaraban algún tipo de actividad innovadora tecnológica. Son solo el 10,8% de todas las de nuestro país.

Figura 6.- Empresas españolas con actividades innovadoras en 2016

Con cualquier tipo de actividad	15.648
I+D interna	7.563
Adquisición de I+D (I+D externa)	2.535
Adquisición de maquinaria, equipos y hardware o software avanzados y edificios	6.428
Adquisición de otros conocimientos externos para innovación	496
Formación para actividades de innovación	4.688
Introducción de innovaciones en el mercado	2.788
Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución	1.711
Porcentaje de empresas con actividades innovadoras en 2016 sobre el total de empresas	10,80

Fuente: INE, 2018



Esta figura 6 muestra también las empresas que dicen desarrollar cada una de las actividades por las que pregunta la encuesta. Unas siete mil quinientas realizan I+D internamente y una cifra parecida adquirieron tecnología incorporada a bienes de equipo. Curiosamente muy pocas, unas quinientas, declaran que compraron conocimiento.

b) Gasto de las empresas españolas en innovación tecnológica

Los gastos de innovación de estas empresas en 2016 fueron de 13.857 M€, que se distribuyeron según se recoge en la figura 7.

Figura 7.- Reparto de los gastos de innovación tecnológica de las empresas españolas en 2016

	Año	2018
Gastos totales en 2014 (millones de euros)		13.857
I+D interna		48,80
Adquisición de I+D (I+D externa)		15,16
Adquisición de maquinaria, equipos y hardware o software avanzados y edificios		21,83
Adquisición de otros conocimientos externos para innovación		5,15
Formación para actividades de innovación		0,51
Introducción de innovaciones en el mercado		2,85
Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución		5,70

Fuente: INE, 2018

c) Empresas españolas con actividades innovadoras no tecnológicas

De esta encuesta también se obtiene el número de empresas que declaran innovaciones no tecnológicas, un total de 35.450, un 24,47% de todas las españolas.

Figura 8.- Empresas españolas con actividades innovadoras no tecnológicas en 2016

Empresas con innovaciones no tecnológicas en el período 2014-2016	35.450
Empresas con innovaciones organizativas	30.220
<i>Nuevas prácticas empresariales en la organización del trabajo</i>	<i>21.770</i>
<i>Nuevos métodos de organización de los lugares de trabajo</i>	<i>24.605</i>
<i>Nuevos métodos de gestión de las relaciones externas</i>	<i>8.736</i>
Empresas con innovaciones de comercialización	18.772
<i>Modificaciones significativas del diseño o en el envasado del producto</i>	<i>6.720</i>
<i>Nuevas técnicas o canales para la promoción del producto</i>	<i>12.370</i>
<i>Nuevos métodos para el posicionamiento del producto en el mercado</i>	<i>8.887</i>
<i>Nuevos métodos para el establecimiento de los precios del producto</i>	<i>7.803</i>
Porcentaje de empresas con innovaciones no tecnológicas sobre el total	24,47

Fuente: INE 2018

8.2. Datos de I+D empresarial para 2017

La metodología del manual de Frascati es la que sigue el INE para capturar los esfuerzos del país en investigación y desarrollo experimental. Consulta a todos los organismos

públicos con actividad en I+D y a todas las empresas, independientemente de su tamaño. Esto explica diferencias de sus datos con los de innovación.

a) Gasto español en I+D por tipo de agente y clase de gasto

Para 2017, último año con datos oficiales, el gasto total del país en I+D fue de 14.052 M€, el 1,20% del PIB español de aquel año. Se ejecutaron por los diversos agentes como muestra la figura 9.

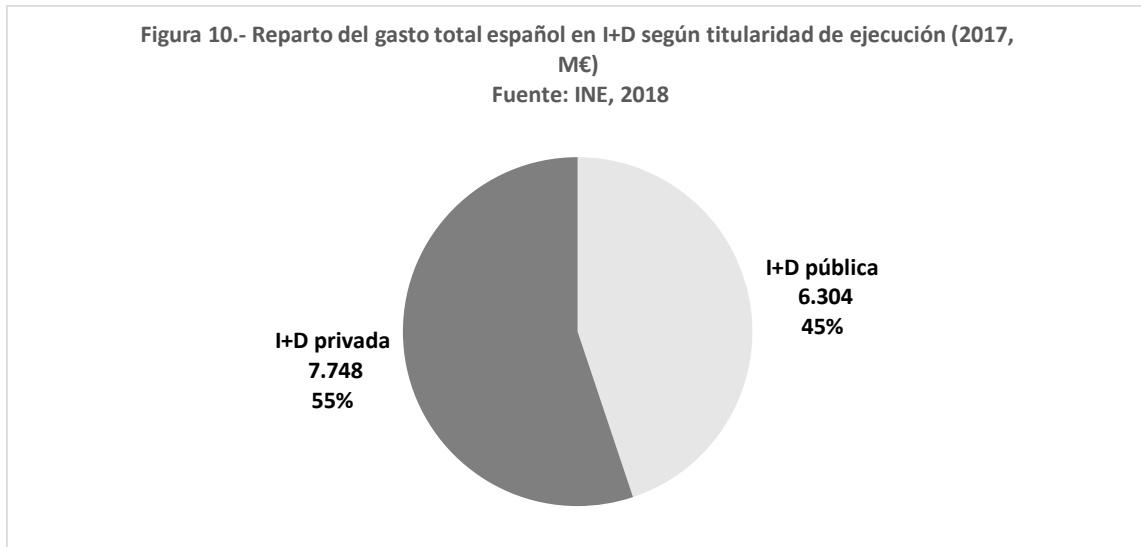
Figura 9.- Gasto español total en I+D según agentes de ejecución y clase de gasto, 2016 y M€

M€	Total	Total gastos corrientes	Retribuciones	Otros gastos corrientes	Gastos de capital
Total	14.052	13.147	8.871	4.277	904
Administración Pública	2.495	2.270	1.345	924	225
Enseñanza superior	3.809	3.574	2.902	672	234
Empresas	7.717	7.274	4.608	2.666	444
IPSFL (*)	30	29	16	13	1

(*) IPSFL: Instituciones privadas sin fines de lucro

Fuente: INE, 2018

El reparto de estos gastos según la titularidad del agente ejecutor es la que refleja la figura 10.



b) Origen de la financiación de la I+D para los distintos agentes

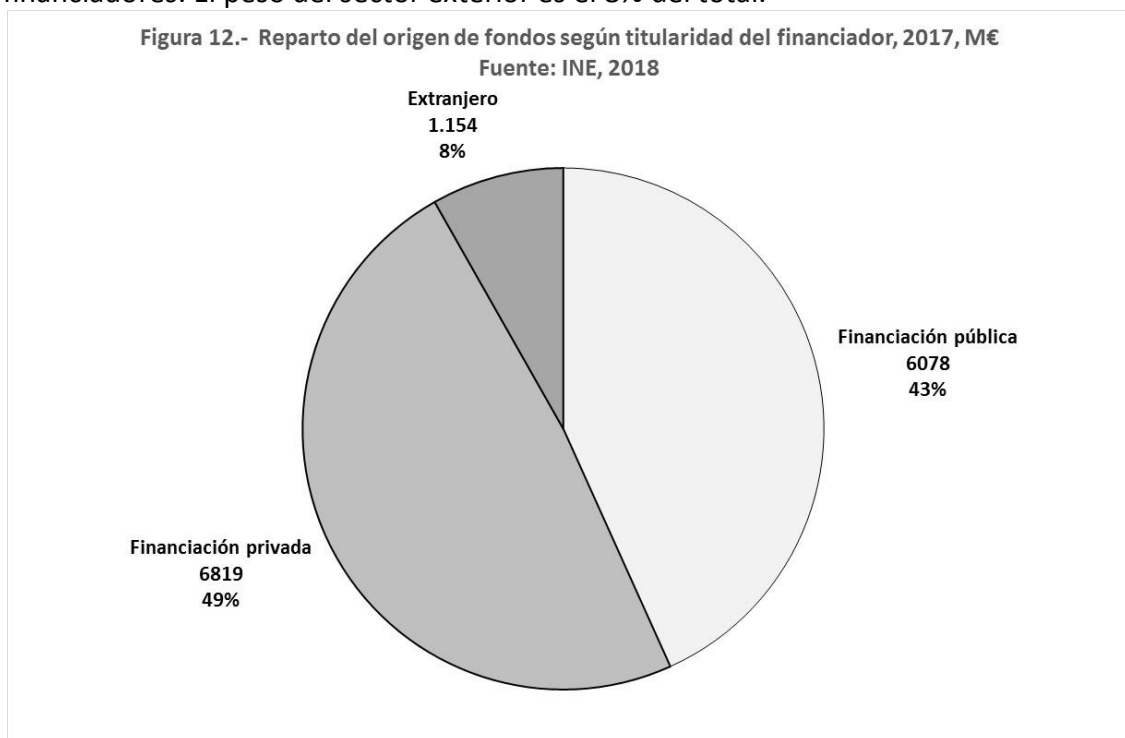
La financiación cruzada entre los agentes se recoge en la figura 11, donde se desglosan los fondos procedentes del extranjero, que van en una parte muy significativa a las empresas.

Figura 11.- Origen de los fondos para I+D y su ejecución, 2017, M€

		Origen de fondos					
		M€	Total	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas	IPSFL
Ejecución	Total	14.052	5.471	607	6.709	110	1.154
	Admón. Pública	2.495	2.061	4	148	47	235
	Enseñanza superior	3.809	2.728	600	198	40	242
	Empresas	7.717	676	3	6.352	14	672
	IPSFL	30	6	0	11	9	4

Fuente: INE, 2018

La figura 12 muestra el reparto de la financiación según la titularidad de los financiadores. El peso del sector exterior es el 8% del total.



c) Número de personas dedicadas a I+D por tipo de agente

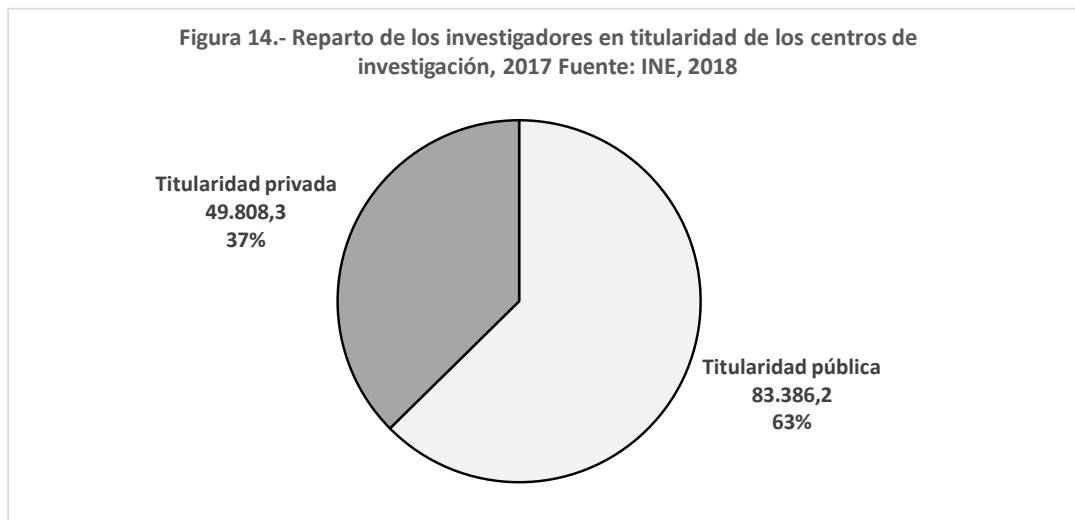
El número de personas, medido en equivalentes de jornada completa (EJC), fue en 2016 de unos doscientos mil, que se reparten como indica la figura 13. La mayoría de los investigadores trabajan en el sector de enseñanza superior, mientras que la mayoría de los técnicos y auxiliares están en el sector privado.

Figura 13.- Distribución del personal investigador, 2017, EJC

	Personal en equivalentes de jornada completa (EJC)			
	Total	Investigadores	Técnicos	Auxiliares
Total	215.713,1	133.194,5	58.993,5	23.525,0
Administración Pública	40.282,9	20.844,3	12.827,7	6.610,9
Enseñanza superior	79.285,5	62.541,9	10.052,8	6.690,8
Empresas	95.635,9	49.552,3	35.910,7	10.172,8
IPSFL	508,8	256,0	202,3	50,5

Fuente: INE, 2018

Este indicador muestra una anomalía del sistema español de innovación, el reparto de investigadores entre el sector público y privado. Los porcentajes españoles están en proporción inversa a la que es habitual en los países avanzados, lo que es una consecuencia del escaso peso de la I+D empresarial en el conjunto español.



d) Empresas con actividad de I+D continua y ocasional

La I+D de las empresas medida con la metodología Oslo, estaba ejecutada en 2016 por unas siete mil quinientas empresas con más de 10 trabajadores, lo que supone un 5,22% del total y un 48,3% de las que se consideran innovadoras, como muestra la figura 15. Pero solo una seis mil manifiestan desarrollarla de manera continua.

Figura 15.- Número de empresas con actividad de I+D continua u ocasional en 2016

	Año	2016
Total		7.563
De manera continua		5.804
De manera ocasional		1.759
% de empresas que realizan I+D sobre el total		5,22
% de empresas que realizan I+D sobre el total de empresas con actividades innovadoras		48,33

Fuente: INE 2018

e) Los indicadores de I+D según el tamaño de las empresas

Atendiendo al tamaño de las empresas, los indicadores de I+D, medidos con metodología Frascati, muestran los valores para 2016 que presenta la figura 16. En este caso, las empresas encuestadas son las de todos los tamaños y los datos son concordantes, porque esta metodología estima que unas 7.600 empresas tienen más de diez empleados.

Figura 16.- Indicadores de la I+D empresarial según tamaño de las empresas (Año 2016)

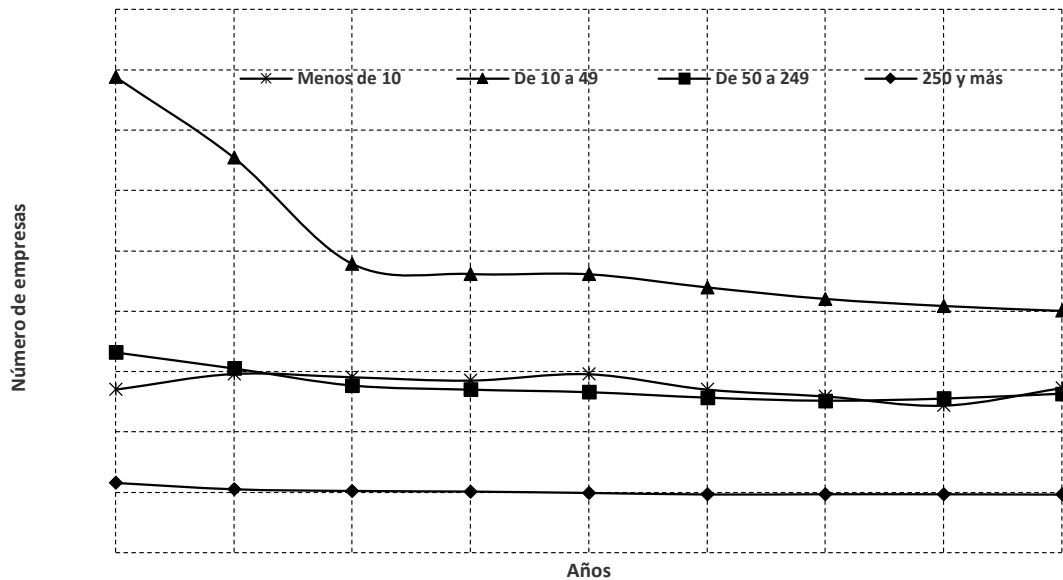
TOTAL DE EMPRESAS					
Año 2016	Número de empleados de la Empresa				
	Total	Menos de 10	De 10 a 49	De 50 a 249	250 y más
Empresas que hacen I+D	10.325	2.725	4.004	2.634	962
Gasto de I+D interna (millones de euros)	7.126	360	1.153	1.778	3.835
Personal en I+D en EJC: Total	90.129,2	5.967,1	18.634,7	26.127,5	39.399,9
Investigadores en I+D en EJC	47.222,3	4.286,0	10.134,4	12.942,3	19.859,6
Cifra de negocio (millones de euros)	527.208	1.426	20.601	82.289	422.892
Intensidad de la I+D (Gasto en I+D / Cifra de negocios) (%)	1,35	25,25	5,60	2,16	0,91

Fuente: INE 2018

La separación por tamaño de empresa permite capturar los efectos que la crisis ha tenido sobre las empresas que declaran I+D en cada una de sus categorías, como se muestra en las figuras siguientes.

Como muestra la figura 17, las empresas con más de 50 empleados han soportado, hasta 2016, mucho mejor la crisis que las más pequeñas. Las tasas de nacimiento y muerte de las microempresas hace muy difícil sacar conclusiones de estos datos, sobre todo porque en épocas de crisis se opta con mayor intensidad por la creación de microempresas como forma de crear una actividad laboral propia. Las grandes empresas (más de 250 empleados) prácticamente se han mantenido durante la crisis. Las grandes perjudicadas han sido las que empelaban entre 10 y 49 empleados, seguramente porque su actividad de I+D no estaba suficientemente consolidada. Hay que advertir que entre las que faltan están tanto las que cesaron su actividad investigadora como las que desaparecieron.

Figura 17.- Evolución del número de empresas con I+D según tamaño

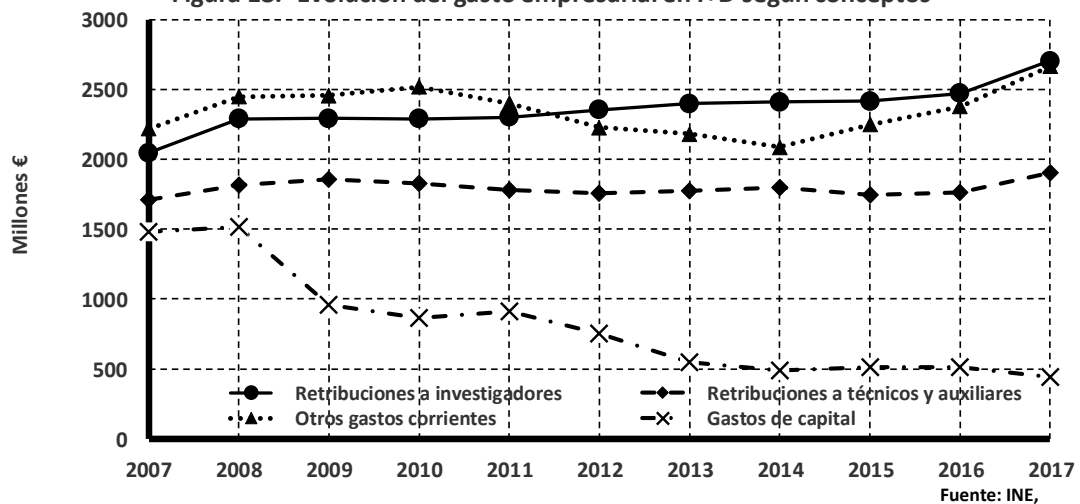


Fuente: INE

f) Evolución temporal de las partidas de gasto empresarial en I+D

Las cifras de gasto en I+D empresarial también demuestra que las empresas con actividad de I+D superaron razonablemente la crisis y mantuvieron su actividad. La figura 18, que ha podido ser extendida hasta 2017, presenta la evolución de las diferentes partidas de gasto empresarial.

Figura 18.- Evolución del gasto empresarial en I+D según conceptos



Fuente: INE,

Como se comprueba en esta figura 18, la partida de Gastos de capital es la que ha soportado la reducción más dramática del gasto empresarial de I+D, ya que las otras apenas disminuyen e, incluso alguna aumenta muy ligeramente. Lo más relevante es



que los gastos de personal, tanto de investigadores como de personal auxiliar no se vieron perjudicados por la crisis. Esto podría explicarse porque las empresas que realizan I+D como parte importante de su estrategia, no están dispuestas a perder un personal difícil de recuperar, y en el que seguramente han invertido en su formación. Además, si confían en que la I+D es esencial para su estrategia, deben considerar que mantener esta capacidad es fundamental para su futuro. Sin embargo, los gastos de capital disminuyeron drásticamente durante los primeros años de la crisis, lo que indica que las empresas renunciaron a aumentar su inmovilizado para I+D.

8.3. Datos sobre patentes y derechos de propiedad intelectual (IPR)

La figura 19 presenta datos referentes a derechos de propiedad industrial en el año 2017 por millón de habitantes para España, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. Estos datos son el número de solicitudes de **patentes europeas** (presentadas en la EPO, Oficina Europea de Patentes), el número de solicitudes de **diseños europeos** (presentadas en la EUIPO, Oficina Europea de Propiedad Intelectual) y el número de solicitudes de **marcas europeas** (presentadas también en la EUIPO).

Como puede observarse, los datos de patentes europeas muestran la situación deficitaria en patentes en la que se encuentra España respecto a estos países del entorno. A diferencia de las patentes, en diseños y marcas España no está tan mal posicionada, especialmente en marcas.

Figura 19.- Solicitudes de patentes europeas (ante la EPO), de diseños europeos (ante la EUIPO) y de marcas europeas (ante la EUIPO)

<u>AÑO 2017</u>	Patentes Europeas per cápita - EPO (/M)	Diseños Europeos per cápita - EUIPO (/M)	Marcas Europeas per cápita - EUIPO (/M)
España	35,99	72,47	217,05
Alemania	307,89	256,05	263,84
Francia	157,32	91,27	128,20
Italia	71,83	158,57	187,28
Reino Unido	80,48	99,98	168,34

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de solicitudes de patentes europeas (EPO), de diseños europeos (EUIPO) y de marcas europeas (EUIPO) así como de datos de población (GOOGLE)

Los datos más recientes relativos al número de **familias de patentes triádicas** publicados por las OCDE son del año 2015. En la figura 20 se presentan estos datos por millón de habitantes para España, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido.

La situación de España en este indicador, considerado como relevante de la situación tecnológica (no científica) de un país, es especialmente mala. En la misma figura se compara este dato con el gasto total en I+D de cada país (*Gross Domestic Expenditure on R & D - GERD*) expresado en % del Producto Interior Bruto (PIB), lo que es indicativo de la capacidad del país para apropiar la inversión en I+D. Como puede observarse, la capacidad de apropiación de la inversión en I+D en España también es muy inferior a la del resto de los países del entorno.

Figura 20.- Familias de patentes triádicas y gasto total en I+D (GERD)

<u>AÑO 2015</u>	Patentes Triádicas per cápita (/M)	GERD (%)	Patentes Triádicas per cápita (/M) / GERD (%)
España	4,93	1,18	4,18
Alemania	54,21	2,93	18,50
Francia	38,71	2,25	17,20
Italia	12,85	1,29	9,96
Reino Unido	27,81	1,69	16,46

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de familias de patentes triádicas y de GERD (OCDE) así como datos de población (GOOGLE)

9. A modo de conclusiones.

Este documento recoge las definiciones, ideas y datos que el Foro de la Ingeniería para la Innovación Empresarial que orientan sus trabajos. En este último punto se resaltan algunas de las más importantes reflexiones que este documento inspira al Foro.

9.1.- Sobre el concepto de innovación

Desde fechas relativamente recientes, la palabra innovación, siempre con connotaciones positivas, se utiliza con mucha frecuencia en los más diferentes contextos. Para cualquier relato, una innovación es siempre “un cambio, basado en conocimiento, capaz de crear valor”. Este documento trata de las innovaciones empresariales, las que emprende la empresa, entendiéndola como cualquier institución que ofrece productos o servicios al mercado, y crea valor económico.

Siguiendo a la OCDE, se admite en estas páginas que todos los trabajos empresariales de generación, adquisición y uso de conocimiento para llegar a una nueva oferta o mejorar la existente son actividades de Innovación (I). También la OCDE llama I+D (Investigación y Desarrollo) a las actividades de generación de nuevo conocimiento, tanto las que se realizan con financiación pública como privada.

En España, especialmente en los medios de comunicación general, se están utilizando estas siglas con significados diferentes de los expuestos en los dos párrafos anteriores. Las siglas I+D+I inducen a confusión porque en I+D se incluye tanto la realizada por las empresas como por el sector público. La segunda I, la de innovación también incluye la I+D realizada por las empresas, como acaba de definirse. Por lo tanto, en la I+D+I se duplica la I+D empresarial. En un intento de evitar este error, en algunas ocasiones se recurre a las siglas I+D+i, la minúscula “i” designaría a las actividades empresariales de innovación excluyendo la I+D empresarial. Con esto, el concepto de innovación queda tergiversado.



9.2.- Sobre la relación entre tecnología e innovación

Una técnica es “una forma exitosa de hacer cosas”. Es un conocimiento. Cuando esta técnica ha sido entendida, mejorada o creada gracias a la Ciencia, se la denomina tecnología. Desde hace pocos años, se oye hablar de “tecnologías no tecnológicas” cuando han sido las Humanidades o las Ciencias Socioeconómicas las que han intervenido en su creación. Estos dos tipos de tecnologías dan lugar a innovaciones. Las innovaciones organizativas, comerciales y de negocio se basan en “tecnologías no tecnológicas”, aunque a veces también deban recurrir a “tecnologías tecnológicas” para implementarlas.

9.3.- Sobre la transferencia de conocimiento tecnológico

En el mundo occidental, los centros de enseñanza superior y los organismos públicos de investigación son los principales generadores de conocimiento científico. Son actividades caras e imprescindibles para el desarrollo social y económico de los países. Aquellos centros también son fuente de tecnologías, que pueden ser aprovechadas por el sistema productivo.

Todos los gobiernos buscan mecanismos para que conocimiento creado por estos centros, mayoritariamente financiados con dinero público, fluya hacia el sector productivo y se convierta en fuente de valor añadido y competitividad para sus empresas. La probabilidad de éxito de este flujo depende de lo que se ha llamado el nivel de “madurez” de la tecnología en cuestión (*Technology readiness level*), que se describe en el punto 5 de este documento. Las tecnologías que se encuentran en niveles de madurez inferior al quinto difícilmente podrán ser asimiladas por las empresas. Las políticas públicas científicas, tecnológicas y de innovación deben tener muy presente esta realidad, de lo contrario el esfuerzo público en ciencia y tecnología no tendrá consecuencias económicas para su país.

9.4.- Sobre las políticas de innovación

Las diferentes políticas públicas que deben desarrollar los gobiernos para fomentar la generación y uso del conocimiento científico y tecnológico, buscan objetivos muy distintos y van dirigidas a colectivos muy específicos.

El objetivo de toda política pública de innovación empresarial es reducir los riesgos que el empresario debe asumir para emprender actitudes innovadoras y así conseguir que más empresas innoven y que las que ya lo hacen se impliquen en otras más arriesgadas y más generadoras de valor añadido y competitividad. Estas políticas precisan de instrumentos específicos, que siempre son más complicados y más caros que los ideados por las políticas científicas y tecnológicas. No puede olvidarse que, en buena lógica empresarial, si una empresa creyera que, en sus circunstancias presentes generaría mayores beneficios innovando no dudaría en hacerlo. Las políticas de innovación empresarial deben alterar estas circunstancias y hacerlas propicias para la innovación de las empresas existentes o de las que puedan crearse. En consecuencia, son más eficaces que las subvenciones otros instrumentos, por ejemplo la mejora de la fiscalidad o la compra pública de tecnología e, incluso, los que facilitan el acceso al conocimiento generado por el sector público.

Las políticas públicas no pueden olvidar la extraordinaria importancia de las acciones dirigidas al fomento de la innovación en los servicios públicos (seguridad y vigilancia, salud, medioambiente, carreteras y medios de comunicación,...etc.). Además de los beneficios directos que obtienen los ciudadanos, son un verdadero estímulo de la innovación empresarial, como



muestran continuamente las políticas de compra pública de tecnología innovadora (CPTi) en los países que las implementan de forma correcta.

9.5.- Sobre la situación española

Las políticas que han desarrollado los diferentes gobiernos españoles desde la publicación de la Ley de la Ciencia de 1986 han conseguido que España haya dejado de ser el “erial científico” que fue durante siglos. España crea Ciencia, una Ciencia que debe ser fuente de competitividad para nuestra economía.

Esto último no se ha conseguido hasta ahora y, en la actual Sociedad del Conocimiento, es un objetivo imperioso y muy urgente. Para ello es imprescindible instrumentar políticas de fomento de la innovación que deberían ser tan exitosas como los han sido las políticas científicas aplicadas hasta ahora. No es admisible que mientras que más del 63% de las empresas alemanas se declaren innovadoras, solo lo sean el 25% de las españolas.

Es imprescindible seguir impulsando la Ciencia española, pero no tendrá consecuencias económicas para nosotros si no la aprovechan muchas más empresas de nuestro país.

9.6.- Sobre el papel de la Ingeniería en la innovación empresarial

Es consubstancial a la Ingeniería provocar el cambio y gestionarlo, por esto la innovación empresarial es una de las actividades para las que el ingeniero está especialmente preparado. Su formación le ha proporcionado el conocimiento necesario para inducir y gestionar la innovación en la empresa, especialmente en el campo de su especialidad.

El desarrollo de la innovación empresarial exige la constante vigilancia del entorno científico y tecnológico, detectar y evaluar las oportunidades que sugieren crear nuevas tecnologías o assimilarlas, capacitar a la empresa para convertirlas en nuevos productos o servicio y en sus mejoras y, finalmente producirlas para llevarlos al mercado, privado o público. Es obvio el papel que puede jugar el ingeniero en cada una de estas etapas.

Pero para que la inquietud innovadora se incorpore a la cultura de la empresa, las aptitudes de sus personas son solo necesarias, no suficientes. Provocar un cambio en la actitud frente a la novedad y al riesgo forma parte también de las responsabilidades de la Ingeniería.

En el ámbito público, el papel del ingeniero no es menos relevante, porque su conocimiento y experiencia avala su participación en la promoción, diseño e implementación de las políticas de innovación

El Foro de la Ingeniería para la Innovación Empresarial asume un doble compromiso. Por una parte, convertirse en un lugar de encuentro y de intercambio de experiencias para los ingenieros interesados en la promoción y gestión de la innovación empresarial. Y, por otra, hacer más visible el papel de nuestra profesión en la innovación española.