

LA ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA: FORTALEZAS Y DEBILIDADES

JOSÉ MOLERO

MAYELA SARAÍ LÓPEZ

Universidad Complutense de Madrid

En los últimos tiempos ha cobrado un renovado interés el debate sobre la situación de la industria y su proyección futura. La preocupación por este sector ya venía ocupando un lugar importante por distintos factores entre los que destacan, de una parte, la pérdida de posiciones de las manufacturas en la mayoría de los países europeos -incluyendo a España- y su paralelo desplazamiento hacia otros países, principalmente de Asia, pero también algunos

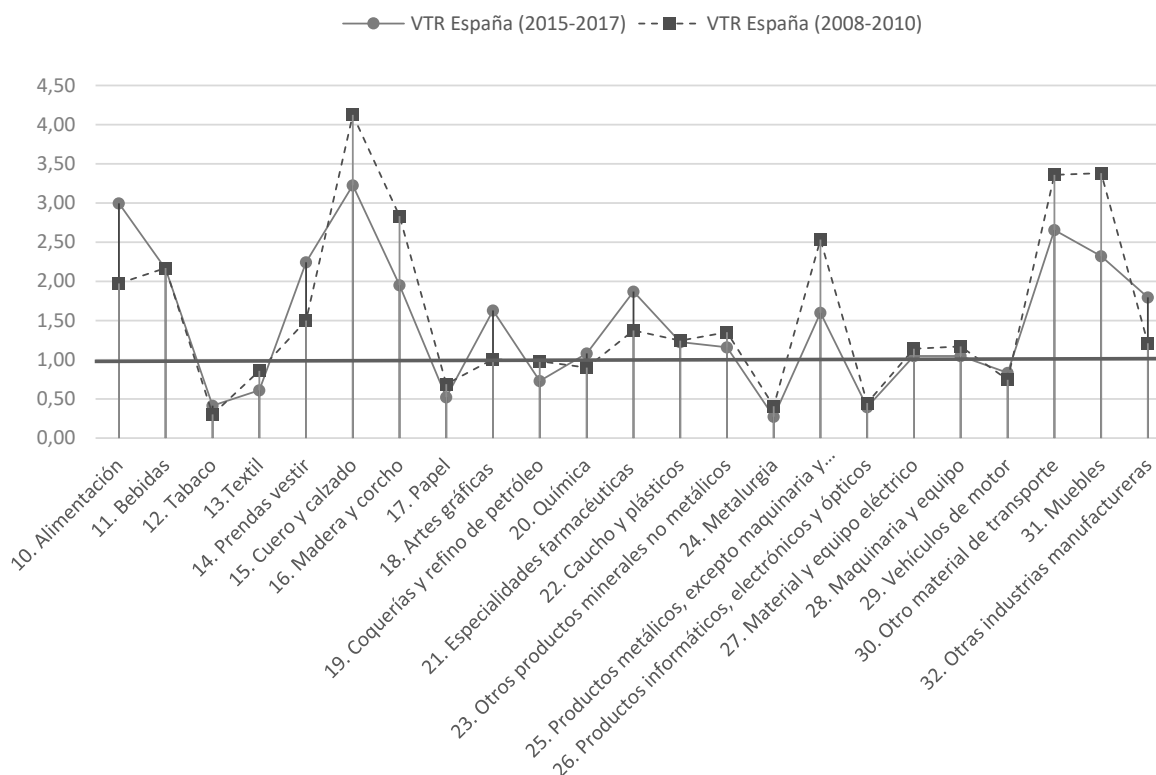
de África, América o de Europa Oriental (Pianta *et al*, 2016). De otra parte, la revolución digital plantea nuevos desafíos productivos y sociales e introduce importantes interrogantes sobre la posición de los países en la división internacional del trabajo que se está configurando (Cirilo y Molero, 2019).

En este contexto, la crisis financiera de la década pasada fue un serio aldabonazo acerca de la fragilidad de determinados modelos económicos afectados por la desindustrialización (Pianta *et al*, 2016; Braña y Molero, 2019). La crisis provocada por la COVID 19 ha profundizado en los problemas de la anterior crisis que todavía no estaban resueltos y ha traído a un primerísimo plano la cuestión de las fortalezas y debilidades industriales y tecnológicas de Europa y, por supuesto, de España. Las reflexiones sobre el futuro de la industria se hacen aún más complejas si se tienen en cuenta los re-

tos de la sostenibilidad e inclusión a los que nos enfrentamos.

El caso español encaja en esta descripción, pero presenta singularidades que hay que tener en cuenta a la hora de hacer un diagnóstico específico. Así, en relación con las crisis, la evidencia nos muestra que la economía española es menos resistente y conoce episodios de retroceso económico y desempleo que se encuentran entre los de peor diagnóstico en Europa. Una de las causas principales de ese comportamiento es una especialización productiva con un predominio de sectores muy sensibles como la Construcción y el Turismo y una industria en la que hay una escasez relativa de los sectores de mayor intensidad tecnológica. Todo ello, reforzado por una reconocida insuficiencia dinámica en la producción de tecnologías e innovaciones en relación con los países más dinámicos.

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN VTR EN ESPAÑA (2008-2010) (2015-2017)



Fuente: Elaboración propia con datos de PATSTAT (EPO.)

Dentro de este contexto, el propósito de este artículo es profundizar en el conocimiento del patrón de especialización tecnológico-productiva de la industria española con el objetivo de obtener algunas enseñanzas a fin de orientar las actuaciones sustanciales de reforma. Con ello se pretende poder estar en mejores condiciones de cara a la reorganización productiva internacional, mediante la configuración de una estructura más robusta y resistente a los desafíos y crisis venideras; alineándonos así con las reflexiones que en este sentido se vienen produciendo en importantes foros de análisis (FEI&IND+I, 2020; GTM, 2020).

METODOLOGÍA

Para abordar el tema propuesto, se ha adoptado un enfoque que combina las perspectivas tecnológica y sectorial. Se parte del hecho sustancial de que la competencia entre los actores económicos se produce en el plano de los mercados, donde se organizan los distintos actores, se producen regulaciones específicas y se llevan a cabo actuaciones concretas de política industrial. Por ello, creemos necesario comenzar con una aproximación sectorial.

Sin embargo, los datos sectoriales tienen limitaciones en su desagregación que dificultan un análisis más fino de la situación de la industria española. Por

ello, se da paso al uso de otros datos de clasificados por tecnologías, en vez de por sectores. Con ello, se quiere conocer la dinámica que fundamenta la posición de nuestra industria en cuanto a la producción de tecnologías para el uso industrial y conocer sus puntos fuertes y débiles de cara a la nueva especialización internacional que se está produciendo y donde los fundamentos tecnológicos son críticos.

En ambos casos, los datos fundamentales serán las patentes internacionales en tanto que son el mejor indicador de actividad tecnológica disponible y proporcionan información muy abundante y sistematizada (Griliches, 1990). En su utilización analítica hay que seguir pautas específicas que eviten una utilización sesgada (Pavitt, 1988). En este trabajo se han seguido las recomendaciones de la OCDE (2009).

Para el análisis en la perspectiva tecnológica se han utilizado dos fuentes. Para las clases tecnológicas, hacemos uso de las estadísticas de patentes españolas y mundiales de la World International Property Organisation (WIPO). Respecto al enfoque analítico, este se basará en la clasificación de tecnologías de acuerdo con la propuesta de la WIPO que, a nuestro juicio, es la mejor. Se podrían utilizar otras clasificaciones de tecnología, como la International Patent Classification o la US Patent Classification, pero se entiende que la propuesta de la WIPO resuelve me-

por que las otras las diferencias entre sectores y tecnologías y ofrece una agrupación de clases tecnológicas equilibrada, pues no muestra ni una excesiva desagregación, que podría en peligro la representación estadística de algunas de esas clases, ni una excesiva agregación en donde el concepto de tecnología quedase difuminado. Así, la desagregación de las clases tecnológicas sigue la propuesta de la WIPO, que establece 35 clases (Schmoch, 2008).

Para el enfoque sectorial hacemos uso de otra base de datos de patentes: la Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) de la Oficina Europea de Patentes (EPO). Además de permitir disponer de otros datos que refuerzan la visión de conjunto, los datos de patentes que se ofrecen vienen agrupados directamente en sectores siguiendo la clasificación NACE empleada por Eurostat.

A partir de esos datos, se estudiará la especialización tecnológica empleando dos mediciones que se complementan: las Ventajas Tecnológicas Relativas (VTR) y el Dinamismo Tecnológico Mundial:

- Las VTR se pueden referir tanto a una Clase Tecnológica como a un sector y se definen de la siguiente manera: $VTR_{clasei} = \frac{\text{Patentes Españolas}_{clasei}}{\text{Patentes Mundiales}_{clasei}} / \frac{\text{Patentes totales españolas}}{\text{Patentes totales Mundiales}}$. Se refieren a un periodo de tiempo igual o superior a cinco años. Para los sectores basta con sustituir el subíndice clase por el de su sector. Su interpretación es directa. Cuando $VTR_{clasei} > 1$ decimos que España en esa clase tiene Ventajas Relativas; es decir que el comportamiento en esta clase es mejor que el comportamiento del conjunto de las clases españolas. Cuanto más se eleve por encima de 1, la Ventaja es mayor. En sentido contrario, cuando $VTR_{clasei} < 1$, decimos que tiene desventaja, tanto mayor cuanto más inferior a la unidad sea el valor del índice. Este indicador muestra la situación española relativa en un periodo de tiempo concreto.
- El Dinamismo Tecnológico Mundial ofrece una visión diferente, pues considera la evolución en el tiempo de las distintas clases tecnológicas a nivel internacional. Se calcula comparando el peso de cada clase (o sector) a nivel global respecto al total de clases (o sectores) del mundo al final de un periodo elegido respecto al peso que la misma clase (sector) tenía al principio del periodo considerado. Para evitar de nuevo elegir algún año singular nos referiremos al comportamiento observado en los últimos diez años. La interpretación es directa también; cuanto mayor es el diferencial positivo a final del periodo, más dinámica se considera la actividad de la clase respecto al total de las patentes.

ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA POR SECTORES INDUSTRIALES ↓

El análisis de la especialización siguiendo el patrón de comportamiento de los sectores industriales según su clasificación técnica se aborda, primero, mediante el cálculo de las VTR como forma de tener una aproximación al conocimiento de los comportamientos más o menos positivos. Después, estos resultados se combinan con la intensidad tecnológica del sector de acuerdo con la clasificación de la OCDE (alta, media-alta, media-baja y baja tecnología), con el fin de ver cuál es la situación actual de los sectores españoles en cuanto a contenido tecnológico. Los datos proceden de la PATSTAT (EPO) para el periodo 2008-2017 utilizando la estructura de sectores industriales de esa organización (NACE 2).

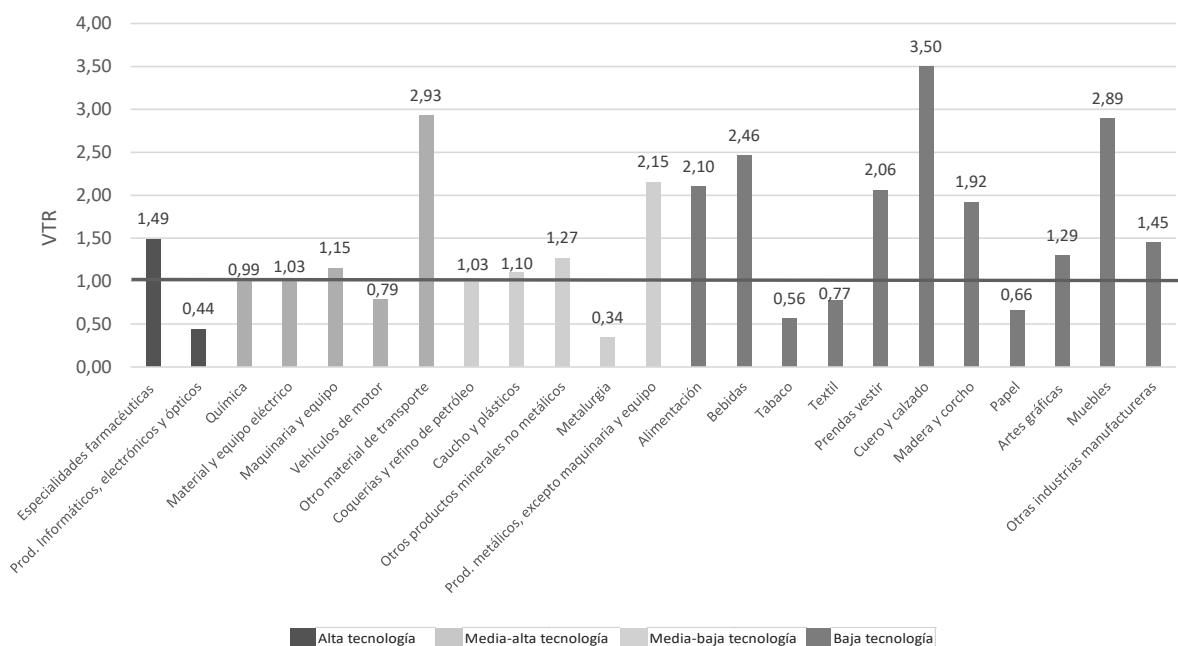
Las Ventajas Tecnológicas Relativas ↓

Una forma de aproximarnos al conocimiento de la situación de la especialización de la industria española es a través del análisis de la evolución de las VTR a lo largo del tiempo. El gráfico 1 recoge los datos básicos para conocer la evolución de las VTR de los grandes sectores de la economía en dos periodos de análisis 2008-2010 y 2015-2017, respectivamente. De este ejercicio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, existe una importante estabilidad de los patrones de ventajas y desventajas en España en los dos periodos de análisis.
- En segundo lugar, la mayoría de los sectores en los que España muestra ventajas en el periodo inicial de análisis (2008-2010) siguen manteniendo el mismo comportamiento con variaciones a lo largo del tiempo, algunas de ellas importantes. Los sectores que presentan importante variaciones negativas -es decir, aquellos que presentan pérdida o retroceso de sus ventajas en más de un 30% respecto al periodo inicial de análisis-, son: productos metálicos, excepto maquinaria y equipo, metalurgia, muebles, madera y corcho, textil, coquerías y refino de petróleo y papel. Por el contrario, sectores como alimentación, prendas de vestir, artes gráficas y otras industrias manufactureras han aumentado en más de un 30% sus VTR. Estos detalles puede ser consultados en tabla 1.
- En tercer lugar, existe solo un sector en particular que en el último periodo ha ganado VTR: tal es el caso de la industria química que ha pasado de tener una VTR de 0,90 en el periodo inicial a 1,08 en el periodo 2015-2017.

Las principales conclusiones que se extraen de este análisis es que para el último periodo, España ha perdido VTR respecto al periodo anterior en los sectores de productos metálicos, excepto maquinaria y equi-

GRÁFICO 2
VTR ESPAÑA Y LA INTENSIDAD TECNOLÓGICA (2008-2017)



Fuente: Elaboración propia con datos de PATSTAT (EPO) y EUROSTAT.

po, metalurgia, muebles, madera y corcho, textil, coque y refino de petróleo, papel, cuero y calzado, otro material de transporte, otros productos minerales no metálicos, productos informáticos, electrónicos y ópticos, maquinaria y equipo, material y equipo eléctrico, caucho y plásticos y bebidas. Existen otros sectores, por el contrario, que han aumentado su VTR: tal es el caso de vehículos de motor, química, especialidades farmacéuticas, tabaco, otras industrias manufactureras, prendas vestir, alimentación y artes gráficas. Los resultados son congruentes con la teoría que hace hincapié en el carácter acumulativo del conocimiento tecnológico.

Las Ventajas Tecnológicas Relativas e intensidad tecnológica

El gráfico 2 combina las VTR para los últimos 10 años y la intensidad tecnológica. El enfoque de intensidad tecnológica sectorial es una agregación particular de las industrias manufactureras de acuerdo con el nivel de tecnología específico del sector (medido por la relación entre gasto en I+D y valor agregado) y la tecnología incorporada en las adquisiciones de bienes intermedios y de capital. Las actividades de sectores manufactureros se agrupan en «alta tecnología», «media alta tecnología», «media baja tecnología» y «baja tecnología» (OCDE, 2016).

Las principales conclusiones que se extraen de este ejercicio son las siguientes:

- En los últimos 10 años, la industria española concentra sus ventajas en sectores de media-baja y

baja tecnología. Los sectores que toman protagonismo en este grupo son sectores tradicionales como cuero y calzado, muebles, bebidas, alimentación y prendas vestir con ventajas muy intensivas y superiores a 2. Sectores como madera y corcho, otras industrias manufactureras y artes gráficas también muestran ventajas intensivas, superiores a 1,25. Los únicos sectores de estos grupos que presentan desventajas son textil, papel y tabaco.

- Respecto a los sectores de media-baja tecnología, sobresale el sector de productos metálicos excepto maquinaria y equipo con una ventaja muy intensiva, superior a 2, mientras que otros productos minerales no metálicos también presenta ventaja intensiva superior a 1,25. Los sectores como coque y refino y caucho y plásticos, presentan ventajas moderadas. El único sector que presenta desventaja en esta agrupación es metalurgia.
- Aunque en diversos sectores clasificados como de media-alta y alta tecnología España presenta ventajas, son muy modestas si se compara con las ventajas presentadas en los sectores de bajo contenido tecnológico. Los únicos dos sectores de alta tecnología que sobresalen sobre los demás, son las especialidades farmacéuticas con una VTR de 1,49 y otro material de transporte con VTR de 2,93. Por el contrario, sectores como productos informáticos, electrónicos y ópticos, química y vehículos de motor, presentan desventajas en este grupo de alto contenido tecnológico.

TABLA 1
VARIACIÓN DE LOS SECTORES INDUSTRIALES EN ESPAÑA (2008-2017)

COD	Sectores industriales	Variación (2008-2017)	VTR España 2008-2017 (agregadas)	Intensidad Tecnológica
21	Especialidades farmacéuticas	23,49	1,49	High-tech
26	Prod. Informáticos, electrónicos y ópticos	-19,70	0,44	High-tech
20	Química	8,94	0,99	Med High-tech
27	Material y equipo eléctrico	-16,71	1,03	Med High-tech
28	Maquinaria y equipo	-18,75	1,15	Med High-tech
29	Vehículos de motor	1,46	0,79	Med High-tech
30	Otro material de transporte	-28,37	2,93	Med High-tech
19	Coquerías y refino de petróleo	-32,61	1,03	Med Low-tech
22	Caucho y plásticos	-10,56	1,10	Med Low-tech
23	Otros productos minerales no metálicos	-22,27	1,27	Med Low-tech
24	Metalurgia	-39,22	0,34	Med Low-tech
25	Prod. metálicos, excepto maquinaria y equipo	-42,75	2,15	Med Low-tech
10	Alimentación	37,70	2,10	Low-tech
11	Bebidas	-9,81	2,46	Low-tech
12	Tabaco	24,01	0,56	Low-tech
13	Textil	-35,60	0,77	Low-tech
14	Prendas vestir	35,44	2,06	Low-tech
15	Cuero y calzado	-29,11	3,50	Low-tech
16	Madera y corcho	-37,53	1,92	Low-tech
17	Papel	-31,23	0,66	Low-tech
18	Artes gráficas	46,54	1,29	Low-tech
31	Muebles	-37,77	2,89	Low-tech
32	Otras industrias manufactureras	34,38	1,45	Low-tech

Fuente: Elaboración propia con datos de PATSTAT (EPO), y EUROSTAT.

Con lo antes expuesto, podemos concluir que la estructura tecnológica de España en los últimos 10 años agrupa sus fortalezas en el sector tradicional y medio-bajo o bajo contenido tecnológico. Esta estructura supone un hándicap importante de cara a una proyección internacional más positiva de la industria española.

Para complementar el análisis anterior, se hace un estudio de la variación sectorial de las VTR; es decir, comparamos el aumento o retroceso de las VTR para los periodos 2008-2017 con el objetivo de analizar el cambio de configuración de la estructura de la industria en los últimos 10 años (tabla 1).

De este ejercicio podemos deducir que:

- Los sectores de alta y media-alta tecnología, muestran pérdidas de ventajas en el periodo de análisis excepto en especialidades farmacéuticas, química y vehículos.
- Los sectores de y media-baja tecnología, también muestran una importante disminución de

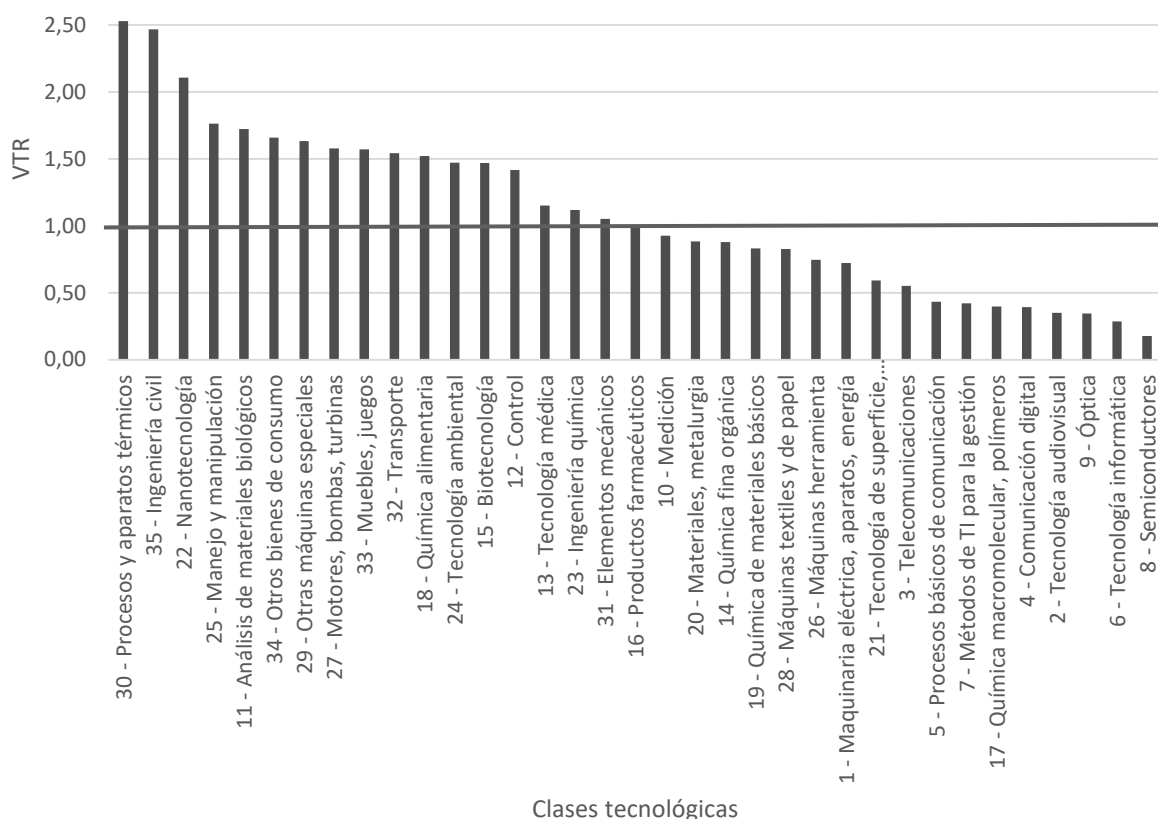
sus ventajas excepto alimentación, artes gráficas y otras industrias manufactureras.

Podemos concluir este apartado diciendo que, en lo sustancial, España mantiene su estructura industrial, aunque debilitada en los últimos 10 años si tomamos como referencia la evolución de las VTR.

ESPECIALIZACION POR CLASES TECNOLÓGICAS: HACIA UN MODELO PARA TOMAR DECISIONES(1) ↓

En esta sección, al igual que en la anterior, el análisis de la especialización tecnológica parte del cálculo de las VTR, en este caso según clases tecnológicas. Después se combinan estos resultados con el dinamismo internacional de esas mismas clases tecnológicas con el fin de ver cómo se adapta el patrón español a la evolución mundial de las distintas tecnologías: de aquí se obtiene una primera taxonomía que ilustra la existencia de modelos de comportamiento diferenciados. Por último, se da un paso más en la búsqueda de pautas que permitan orientar la toma de decisiones de la política industrial y techno-

GRÁFICO 3
VALORES DE VTR PARA DIFERENTES CLASES TECNOLÓGICAS EN ORDEN DESCENDENTE (2009-2018)



Fuente: Elaboración propia con datos de la WIPO.

lógica de una forma más sistemática. Para ello, se efectúa un análisis clúster de los datos del apartado anterior, permitiendo así tener una base rigurosa de cara a priorizar decisiones. Los datos proceden de la WIPO para el periodo 2009-2018, utilizando la estructura de clases tecnologías de esa organización.

Las Ventajas Tecnológicas Relativas

Este primer paso permite conocer la existencia de comportamientos revelados más o menos positivos respecto al que presenta la economía española en su conjunto. Debe insistirse que son ventajas de tipo relativo; es decir, tener una ventaja en un campo concreto no indica que en él se ejerza un liderazgo mundial, simplemente se muestra que en ese tipo de tecnología el comportamiento revelado de España es mejor que su comportamiento promedio respecto al mundo. El gráfico 3 recoge los resultados alcanzados y de él se pueden extraer dos conclusiones principales:

La primera es que se identifican clases importantes con actividad tecnológica muy inferior al promedio: en una gran parte de las tecnologías de mayor presencia en el campo de las TIC y la digitalización (semiconductores, tecnología informática, tecnología

audiovisual, comunicación digital, procesos básicos de comunicación), a lo que habría que añadir una parte importante de la maquinaria especializada y bienes de equipo (maquinaria eléctrica, máquinas herramienta, máquinas textiles y de papel).

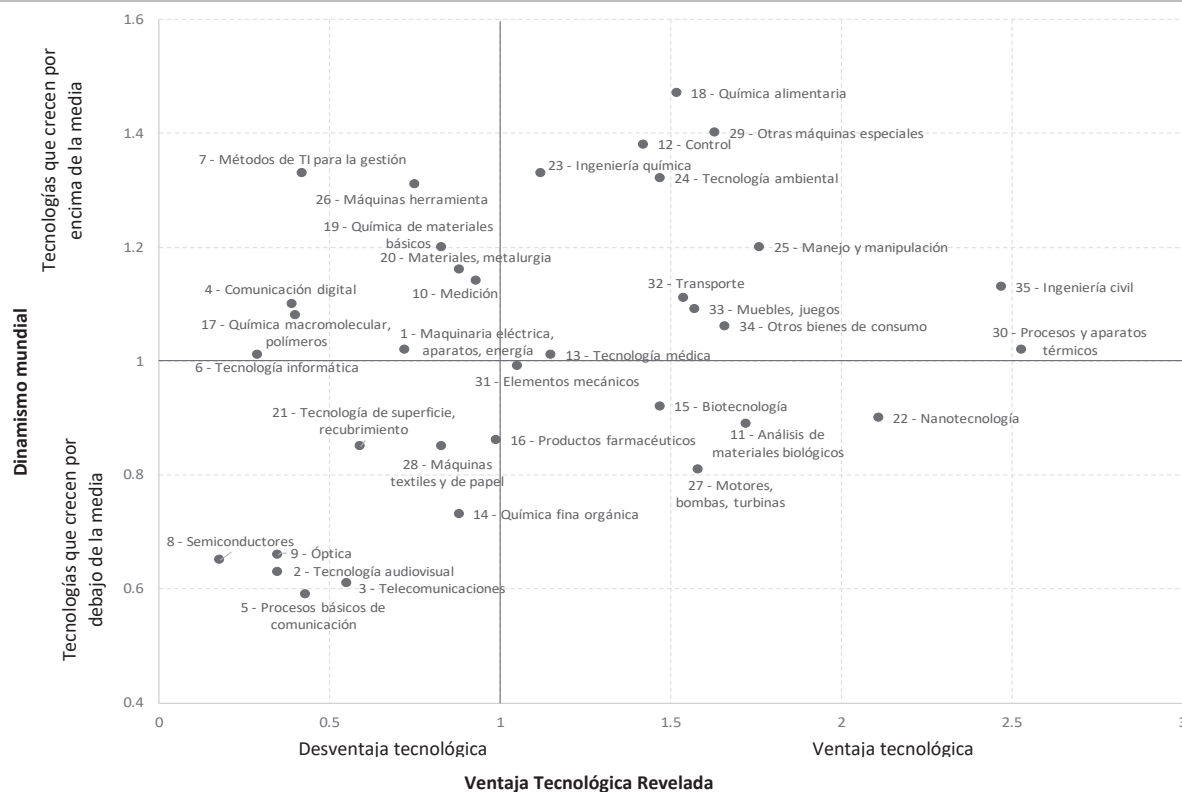
En segundo lugar, se identifican otras clases con actividad tecnológica por encima del promedio. Aquí se incluyen la nanotecnología, varios relacionados con la biología y la medicina (biotecnología, análisis de materiales biológicos, tecnología médica), construcción y transporte (ingeniería civil, transporte) y bienes de consumo (muebles, juegos, otros bienes de consumo, química alimentaria).

Ventajas Tecnológicas Relativas de España y Dinamismo Tecnológico a Escala Mundial

El gráfico 4 muestra los resultados de la comparación de las VTR por clases tecnológicas en España y el dinamismo mundial, en el que se incluye el análisis de las clases más y menos dinámicas para el periodo 2009-2018. Las conclusiones muestran la existencia de cuatro tipos de casos:

Primero, España presenta desventajas en algunos sectores tecnológicos dinámicos relativos a la Revolución Digital como comunicación digital, métodos

GRÁFICO 4
ANÁLISIS DE LA VENTAJA TECNOLÓGICA REVELADA DE ESPAÑA VS. MUNDO Y EL DINAMISMO MUNDIAL DE LAS CLASES TECNOLÓGICAS (2009-2018)



Fuente: Elaboración propia empleando como base datos de WIPO (<https://www.wipo.int/porta/en/>). Período de análisis 2009-2018. Fecha de elaboración mayo 2020.

de TI o tecnología Informática. Otros campos relevantes con desventajas en España son el de las máquinas herramienta, química de materiales básicos, materiales y metalurgia o química de macromoléculas y polímeros. Son casos que muy bien podríamos denominar de oportunidades perdidas (2).

Segundo, en otros campos tecnológicos dinámicos, España presenta ventajas relativas de interés. Podremos hablar de una *especialización dinámica* y en ella se incluyen los casos de la ingeniería civil, procesos y aparatos térmicos, tecnología ambiental, otras máquinas especiales, control, química alimentaria o transporte.

En tercer lugar, hay una serie de tecnologías en las que España tiene VTR, pero su crecimiento internacional es inferior a la media. Serían una *especialización en clases retardatarias* e incluyen los casos de la nanotecnología, biotecnología, análisis de materiales biológicos o motores y turbinas.

Por último, hay una serie de tecnologías cuyo crecimiento en la última década ha estado por debajo de la media en las que España tiene desventajas. Se trata de tecnologías aparentemente en retirada y donde la preocupación puede ser menor. Cabe mencionar casos importantes como son los de tec-

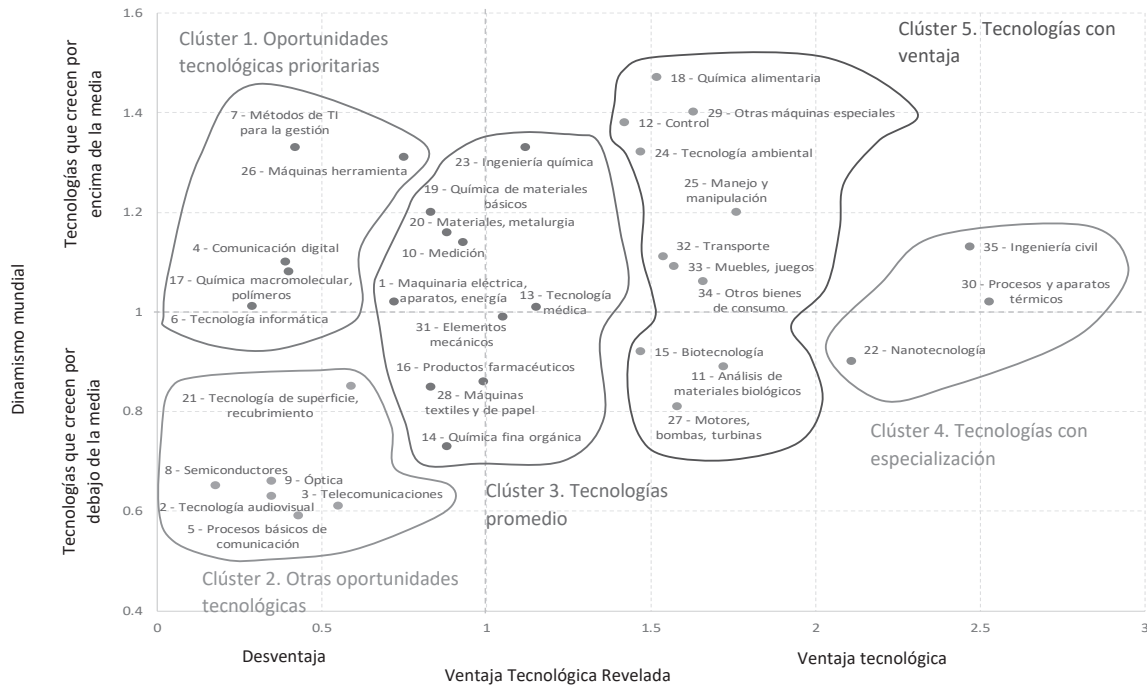
nología audiovisual, procesos básicos de comunicación, óptica o telecomunicaciones (no incluyendo comunicación digital).

Análisis clúster de las clases tecnológicas

El conocimiento de los rasgos definitorios de la especialización tecnológica de la industria española nos muestra un panorama con más sombras que luces de cara a la necesaria potenciación de la industria. Aunque estos datos pueden permitir un debate general sobre las actuaciones a llevar a cabo, se plantea la necesidad de dar un paso más y establecer una metodología más rigurosa que facilite el establecimiento de prioridades desde una base más objetiva. Para ello, se lleva a cabo un análisis clúster de las clases tecnológicas a partir de su doble puntuación de VTR y dinamismo mundial (3).

El gráfico 5 muestra el resultado obtenido. Se han seleccionado un total de 5 clústeres con distintos posicionamientos de las diferentes clases tecnológicas analizadas en cuanto a la ventaja tecnológica revelada y al dinamismo de cada clase tecnológica. Los clústeres analizados representan conglomerados homogéneos de clases tecnológicas en función de su ventaja tecnológica y su dinamismo mundial en los últimos años.

GRÁFICO 5
ANÁLISIS CLÚSTER PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS PARA ESPAÑA



Fuente: Elaboración propia empleando como base datos de WIPO (<https://www.wipo.int/portal/en/>). Periodo de análisis 2009-2018. Fecha de elaboración octubre 2020.

TABLA 2
PARTICIPACIÓN DE NO RESIDENTES EN LAS PATENTES POR CLASES TECNOLÓGICA Y CLÚSTERES

Descripción del clúster	Promedio de patentes no residentes (2013-2018)
1. Oportunidades tecnológicas prioritarias	15,2%
2. Otras oportunidades tecnológicas	16,2%
3. Tecnologías promedio	11,4%
4. Tecnologías con especialización	9,4%
5. Tecnologías con ventajas	7,93%

Fuente: elaboración propia.

El clúster 1 debería ser, a nuestro entender, el prioritario para España pues incluye las oportunidades tecnológicas, con clases tecnológicas a potenciar, que presentan más dependencia relativa y dinamismo a nivel mundial. Este clúster incluye principalmente tecnologías relacionadas con las TIC y la Revolución Digital como comunicación digital, métodos de TI o tecnología informática. Otras clases prioritarias a potenciar incluidas en este clúster serían las máquinas herramienta y la química macromolecular.

En el clúster 2, por su parte, se incluyen otras tecnologías relacionadas con la electrónica y las TIC en las que España tiene oportunidad de mejorar su posición de ventaja tecnológica revelada pero que tienen un menor dinamismo a nivel mundial que las

del clúster 1. Comprende clases tecnológicas como tecnología audiovisual, telecomunicaciones, óptica o semiconductores, entre otras. La relación de muchas de las tecnologías incluidas en este clúster con las del clúster 1, refuerza su importancia.

Los clústeres 3 y 5 contienen clases tecnológicas promedio o con cierta ventaja para España, que requerirían de un seguimiento a más largo plazo pero que no presentarían tanta oportunidad de mejora a corto plazo, como las clases de los clústeres 1 y 2 (en el anexo III se proporciona más información).

El clúster 4, por último, integra clases tecnológicas donde España presenta un alto grado de especialización en comparación con la media mundial, incluyendo tecnologías de ingeniería civil, procesos y aparatos térmicos y nanotecnología.

Hemos completado estos resultados con el análisis de un aspecto cualitativo de importancia, que consiste en ver en cada clase cual es el peso que tienen las patentes solicitadas en España por no-residentes; una mayor presencia de estos agentes nos mostraría una cierta debilidad para estimular de manera directa a los agentes tecnológicos potenciales (4). Los resultados se exponen en la tabla 2.

Los datos transmiten una idea clara: en la mayoría de las clases agrupadas en los clústeres 1 y 2, la presencia de no-residentes es significativamente mayor que en el resto. Como media, los dos primeros clústeres tienen porcentajes superiores al 15%, en tanto que en los clústeres 4 y 5 el porcentaje se sitúa en

torno al 8-9 %. En el clúster 1 destaca el caso de Comunicación Digital donde alcanza el 26,1%. En el clúster 2 destacan Tecnología Audiovisual y Conductores, ambas por encima del 20%.

CONCLUSIONES

El análisis llevado a cabo sobre la especialización tecnológica de la industria española ha revelado que, desde el punto de vista sectorial, el mejor comportamiento se produce en sectores de media-baja y baja intensidad tecnológica y, por el contrario, el más desfavorable se concentra en sectores intensivos en tecnología, con las excepciones de las especialidades farmacéuticas, otro material de transporte y, en menor medida, algún tipo de maquinaria. Este patrón confirma una estructura sistemáticamente señalada como una debilidad para nuestra economía tanto para avanzar en posiciones de desarrollo más próximas a los países líderes, como para conformar una organización productiva más resistente a las sucesivas crisis económicas.

El análisis más refinado, poniendo el énfasis en las tecnologías, nos muestra la existencia de un conjunto de debilidades muy sobresaliente que se marcan muy especialmente en las tecnologías más directamente vinculadas con las transformaciones que se avecinan, especialmente en lo referido a la revolución digital. Junto a ello, algunas fortalezas no desdeñables como las tecnologías químico-farmacéuticas, algunas tecnologías de maquinaria, construcción civil o material de transporte.

Las agrupaciones de casos resultantes del análisis clúster nos han permitido establecer algún criterio de selección de prioridades en función de los problemas que se quieran atender de forma más urgente. Las soluciones serán distintas si se quiere abordar con rapidez la debilidad alrededor de lo que genéricamente serían tecnologías relacionadas con la información y la comunicación o si se quisiera insistir en reforzar los casos en donde los datos muestran una posición más favorable. Particularmente, si nos referimos al tema de las TIC, especialmente en todo el campo de la digitalización, el hecho es que la debilidad no es solo lo que reflejan algunos sectores vinculados, sino la escasez de tecnologías propias en campos importantes. Este dato nos remite a la consideración de que el avance hacia la nueva estructura industrial no será el mismo si se orienta hacia el uso y difusión de las nuevas tecnologías que si se acompaña de un esfuerzo considerable en la producción de parte de esas tecnologías y los equipos a ellas asociados.

NOTAS

- [1] Los resultados expuestos en esta sección se basan en el trabajo realizado por Molero y Gabaly (2020). Dicho trabajo también es la fuente del informe GTM (2020a)
- [2] Las denominaciones que aplicaremos a cada uno de los cuatro casos siguen lo establecido para el caso de los sectores industriales en Molero y García (2008)
- [3] Se ha utilizado la técnica de K-means que minimiza

la varianza interna de los grupos. Pueden verse Deng y Zaho (2017). Yang *et al* (2017) y Cohn y Holm (2020). Una versión anterior de estos resultados se puede ver en Molero y Gabaly (2020)

- [4] Un factor que está detrás de la participación de no-residentes es la actividad patentadora de filiales de empresas extranjeras establecidas en España, pero que en el origen de la tecnología patentada indican el domicilio de la casa matriz u otra filial fuera de España.

REFERENCIAS

- Braña, J. y Molero, J. (2020): Industria y Cambio Tecnológico. Marco para un debate de políticas. *Gaceta Sindical. Reflexión y Debate*. Nº 33.
- Cirilo, V. y Molero, J. (2019): Digitalizing industry? Labor, Technology and Work organization. *Journal of Industrial and Business Economics*. Vol 46. 3.
- Cohn, R y Holm, E. (2020): Unsupervised machine learning via transfer learning and k-means clustering to classify materials image data. *Integrated Materials and Manufacturing Innovation*. Cornell University. ArXiv:2007.08361 (cond-mat.matrl).
- Deng, CH-H. y Zaho, W-L. (2017): Fast k-means based on KNN Graph. *Conference: 2018 IEEE 34th International Conference on Data Engineering (ICDE)*. DOI: 10.1109/ICDE.2018.00115.
- FEI&IND+I (2020): *Los Pilares de un futuro más próspero y sostenible. El desarrollo de España en el tercio de después*. http://foroempresasinnovadoras.com/wp-content/uploads/2020/05/20200524-DOCUMENTO-FEI-INDI_PORTA-DA-scaled.jpg.
- Gilliches, Z. (1990): Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, v. 28.
- GTM (Grupo de Trabajo Multidisciplinar) (2020): *Apuntes para una nueva estrategia Económica*. <http://dx.doi.org/10.20350/digitalCSIC/13717>.
- Grupo de Trabajo Multidisciplinar (2020a): *Propuesta de una selección experta para una política tecnológica e industrial*. <http://dx.doi.org/10.20350/digitalCSIC/13721>.
- Molero, J. y García, A. (2008): The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: an evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach. *Technovation*. Nº 28.
- Molero, J. y Gabaly, S. (2020): *Especialización tecnológica en España. Clases tecnológicas y sectores de actividad*. WP01/2020. Cátedra de Estudios de la Innovación. https://www.ucm.es/data/cont/docs/1821-2020-11-16-Especializaci%C3%B3n%20tecnol%C3%B3gica_cesin.pdf
- OCDE (2009): *Manual de estadísticas de patentes de la OCDE*. Oficina Española de Patentes y Marcas.
- OECD (2016): *OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity Science, Technology, and Industry. Working papers 2016/04*. <https://dx.doi.org/10.1787/5jv73sqqp8f-en>
- Pavitt, K. (1988): Uses and abuses of patent statistics. Incluido en: A.F.J. Van Raan (ed), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*. Elsevier. Londres.
- Pianta, M., Lucchese, M., & Nascia, L. (2016). *What is to be produced. The making of a new industrial policy in Europe*. Brussels, Rosa Luxemburg Stiftung.
- Schmoch, U. (2008): *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO)*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Alemania.