

# La capacidad innovadora española del siglo XIX a la actualidad: una aproximación

Versión preliminar

Comunicación para la Sesión 5 (“Industrialización, desindustrialización y reindustrialización en España. Lecciones de la historia reciente”) del XII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Salamanca, 6–9/09/2017

José M. Ortiz-Villajos  
Universidad Complutense de Madrid  
[jmortizv@ccee.ucm.es](mailto:jmortizv@ccee.ucm.es)

## Introducción

Desde la aportación seminal de Schumpeter (1911), multitud de estudios teóricos, empíricos e históricos (e.g. Solow, 1957; Landes, 1969; Mokyr, 1990; Romer, 1990; Porter, 1990, etc.) han ido mostrando de diversos modos la estrecha relación existente entre innovación y desarrollo económico. Algunos incluso afirman que el motor del crecimiento a largo plazo es la tecnología (Grossman y Helpman, 1991, p. 18). En cualquier caso, parece incuestionable que es uno de los principales determinantes del desarrollo económico. En el caso concreto de España, también hay evidencias de que el bajo nivel tecnológico del país ha contribuido a su atraso económico en el largo plazo (e.g. López y Valdalisó, eds., 1997; Sáiz, 1999; Ortiz-Villajos, 1999; Cebrián, 2001; Prados y Rosés, 2009; Cubel et al., 2012; Sanchis et al., 2015; etc.). Por tanto, entender cómo se crea o acrecienta la tecnología es clave para impulsar el desarrollo y para entender las diferencias de riqueza entre países. Ello requiere obtener algún tipo de medida del nivel tecnológico nacional para posteriormente indagar en los factores que lo determinan.

El proceso de creación y acrecentamiento de la capacidad tecnológica es gradual y complejo, como queda patente, por ejemplo, en el ensayo de Mokyr (2002) sobre la formación del conocimiento útil que llevó a la Revolución industrial. En el ámbito de los estudios de innovación y desarrollo hay una corriente que busca identificar y cuantificar los determinantes de la capacidad tecnológica o innovadora (e.g. Lall, 1992; James y Romijn, 1997; Narula, 2004). En esta línea, Furman et al. (2002) analizan los determinantes de lo que ellos llaman “capacidad innovadora nacional” a través de una muestra de diecisiete países de la OCDE en el periodo 1973-1996. El estudio incluye una amplia variedad de factores (capital humano, inversión en I+D, tamaño de la economía, política comercial y de propiedad intelectual, etc.) identificados previamente por las tradiciones del crecimiento endógeno (Romer, 1990), de la ventaja competitiva (Porter, 1990) y de los sistemas nacionales de innovación (Nelson, ed., 1993). La capacidad innovadora nacional la miden esencialmente con el número de patentes por habitante concedidas en Estados Unidos, considerado el mejor de los indicadores disponibles (Furman et al., 2002, p. 909). No obstante, también exploran otros tres: las publicaciones científicas, la cuota de mercado de las industrias de alta tecnología y la PTF (Ibid., pp. 912-13).

Es obvio que no existe un indicador perfecto de la capacidad innovadora. El usado por Furman et al. (2002), con todas sus limitaciones, tiene la ventaja de ser claro y de soportar mejor que otros la comparación internacional. Una propuesta alternativa es la de calcular algún índice compuesto por varios indicadores. Esto tiene la ventaja de ser una medida más completa y la desventaja de ser menos clara. Archibugi y Coco (2005) ofrecen una buena explicación de las características de estos índices y un panorama de los estudios basados en ellos para medir la capacidad tecnológica.

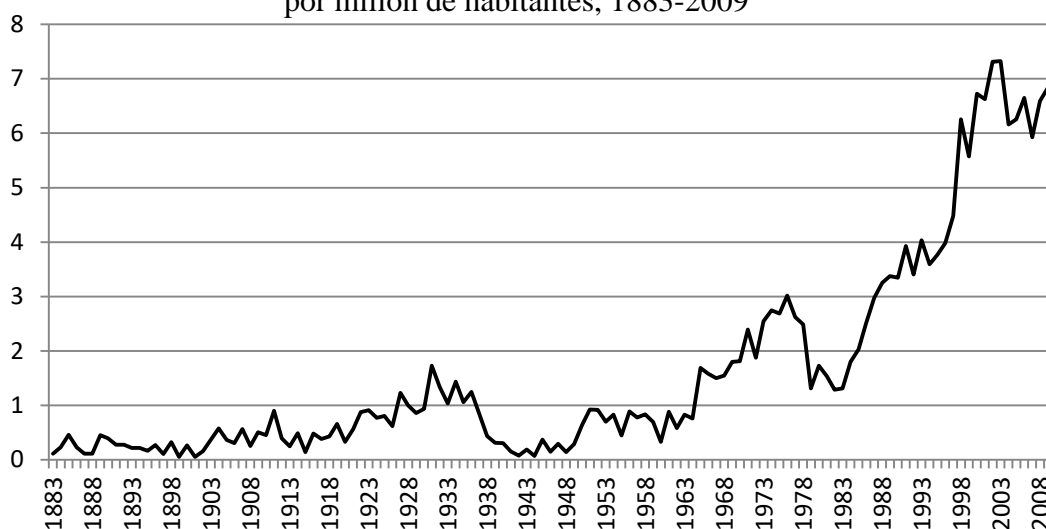
El objeto de este trabajo es obtener una visión de la capacidad innovadora española desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad a partir de varios de los indicadores al uso. Entre los propuestos por Furman et al. (2002), sólo las patentes concedidas en Estados Unidos y las

publicaciones científicas están disponibles desde el siglo XIX hasta hoy, por lo que esos serán los que empleemos aquí. Por su lado, Desai et al. (2002) utilizan las patentes de residentes registradas en cada país para construir su índice de logro tecnológico, que es a su vez el usado en el informe de Desarrollo Humano de Naciones Unidas (UNDP, 2001). Como este indicador también puede verse como reflejo de la capacidad innovadora nacional y está disponible desde el siglo XIX (cfr. OMPI), también lo hemos incluido en el estudio. En definitiva, tres son los indicadores que hemos usado – las patentes concedidas en Estados Unidos, las solicitadas por residentes en su país y el número publicaciones científicas–, todos en términos per cápita. A continuación los presentaremos uno detrás de otro, analizando para cada uno primero el caso de España en sí y luego en comparación con otros países de modo que se pueda valorar la importancia real del avance español en los tres indicadores.

## Patentes concedidas en Estados Unidos

El primer indicador que vamos a analizar es el número de patentes por millón de habitantes concedidas a españoles en Estados Unidos. La dificultad de conseguir una patente en ese país, mayor para los extranjeros, desincentiva la solicitud de patentes basadas en ideas poco novedosas o de escaso valor. Por tanto, hay cierta garantía de que las patentes concedidas allí son reflejo de un esfuerzo innovador auténtico<sup>1</sup>. Además, dado el peso internacional, el tamaño y el elevado nivel tecnológico de la economía estadounidense, es de suponer que las innovaciones valiosas y punteras de cualquier lugar tenderán a patentarse allí. Estos son algunos de los argumentos a favor del uso de las patentes registradas en Estados Unidos para medir la capacidad innovadora de los países<sup>2</sup>. Es obvio, no obstante, que esta medida es imperfecta, entre otras cosas porque se ve influida por la intensidad del comercio bilateral y porque excluye las innovaciones no patentadas<sup>3</sup>. Por tanto, es un indicador limitado que ha de analizarse con cautela.

Gráfico 1. Patentes de residentes en España concedidas en EE.UU.  
por millón de habitantes, 1883-2009



Fuentes: USPTO: Technology Assessment & Forecast. Seventh Report, March 1977; [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov); Nicolau (2005); INE.

<sup>1</sup> Esto ha dejado de ser así a partir de 2009, motivo por el que no hemos reflejado los datos posteriores a ese año. Para una explicación del aumento exponencial (y espurio) de patentes concedidas en Estados Unidos en los últimos años, véase, por ejemplo, Cotropia et al. (2013).

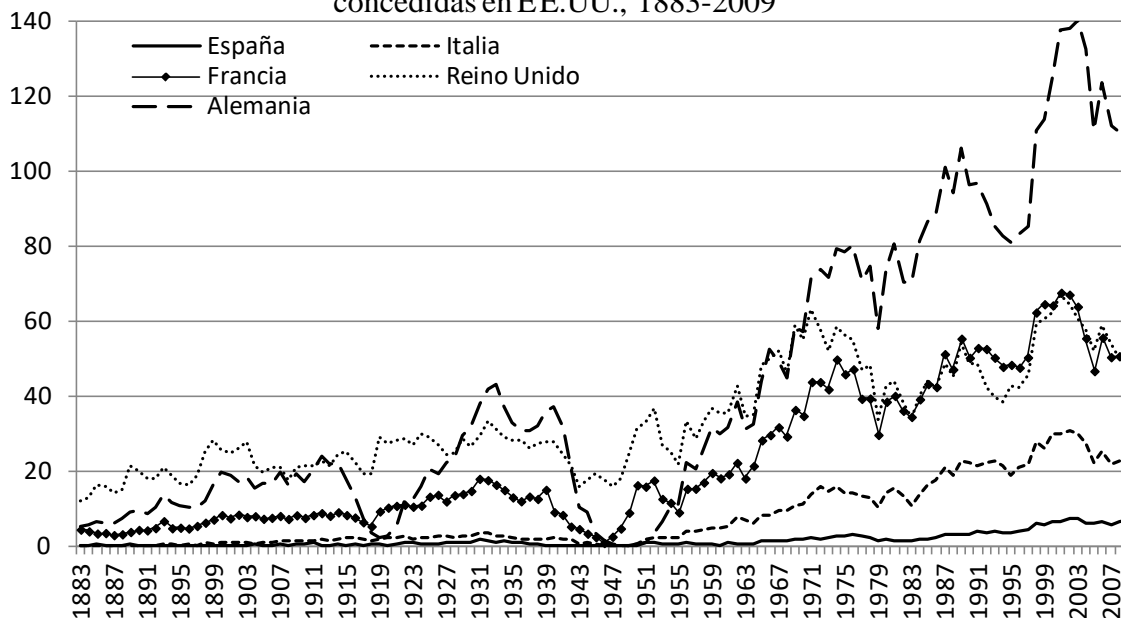
<sup>2</sup> Para una detallada justificación, véase Furman et al. (2002), p. 909; Eaton y Kortum (1996, 1999).

<sup>3</sup> Para una discusión clásica sobre las limitaciones de las patentes como indicador, véase Griliches (1990). Sobre el elevado peso que las innovaciones no patentadas pueden llegar a alcanzar, véase Ortiz-Villajos (2017).

De acuerdo con ello, el gráfico 1 estaría dando una visión sólo aproximada de la evolución de la capacidad innovadora española entre 1883 y 2009. Teniendo esto en cuenta, una primera evidencia que se desprende de los datos es que dicha capacidad se habría multiplicado por un factor de 21 en esos 126 años, ya que el país pasó de obtener 0,3 patentes por millón de habitantes de media en el trienio 1883-1885 a 6,5 en 2007-2009. Una segunda observación obvia es que dicha mejora no se ha producido de modo lineal sino con notables altibajos. Concretamente, el gráfico muestra *grosso modo* tres fases expansivas (1883-1930; 1943-1975; 1983-2000) y tres declinantes (1931-1942; 1976-1982; 2001-2007) en la capacidad innovadora. Las tres últimas coinciden respectivamente con la Gran Depresión y las guerras subsiguientes, la crisis del petróleo y la de las empresas *puntocom*. Pero si las fases expansivas se miran con un poco de detalle, se advierte en ellas fluctuaciones significativas. Por ejemplo, la capacidad innovadora tendió a aumentar en los años del paso del siglo XIX al XX y a estancarse durante la I Guerra Mundial, en coincidencia con observaciones previas (Maluquer de Motes, 1987). En la fase siguiente, la capacidad innovadora habría crecido en los años cuarenta y en los sesenta, mientras que se estancó en los cincuenta. La expansión de los cuarenta choca con la visión habitual sobre ese periodo, aunque concuerda con los signos de dinamismo innovador observado por algunas investigaciones recientes (Virós, 2013; Fernández Pérez, 2017). Indudablemente, la evidencia aportada es insuficiente, pero invita a estudiar con más detalle la actividad innovadora de los cuarenta, así como de los cincuenta, considerados tradicionalmente dinámicos, al contrario de lo que se desprende de las patentes concedidas en Estados Unidos. Por último, la rápida y continuada expansión del periodo 1983-2000, con la sola interrupción de la crisis de principios de los noventa, coincide con una época de notable impulso económico en España.

Con sus limitaciones, la imagen de la capacidad innovadora española proporcionada por este primer indicador parece en general –con las excepciones señaladas– coherente con la historia económica del periodo. Los otros dos indicadores (las patentes solicitadas en España y las publicaciones científicas) matizarán y complementarán dicha imagen, pero antes es necesario situar en el contexto internacional el avance de España en el indicador analizado para valorar su alcance.

Gráfico 2. Patentes de varios países por millón de habitantes concedidas en EE.UU., 1883-2009



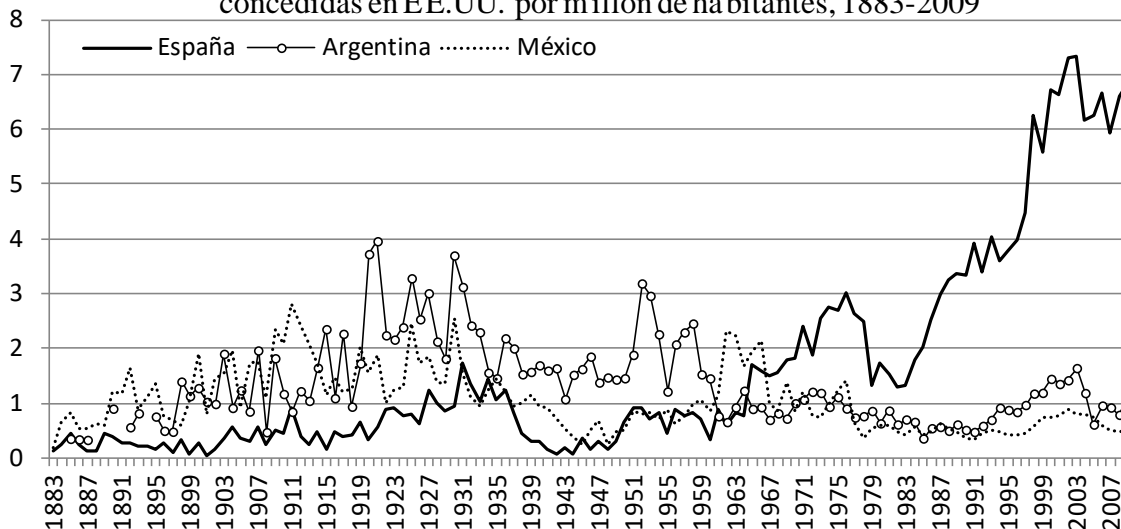
Fuentes: Gráfico 1; The Maddison-Project, [www.gdpc.net/maddison](http://www.gdpc.net/maddison).

El gráfico 2 estaría reflejando la evolución entre 1883 y 2009 de la capacidad innovadora de cinco países europeos asumiendo que las patentes por habitante concedidas en Estados Unidos a residentes de esos países son un indicador aproximado de dicha capacidad. Según esto, es obvio que

España, a pesar de su indudable progreso (gráfico 1), ha mantenido a lo largo de todo el periodo un nivel tecnológico muy inferior al del Reino Unido, Alemania y Francia, y al de Italia desde 1950<sup>4</sup>. Las diferencias son abrumadoras, pues según este indicador, Alemania tendría en la actualidad una capacidad innovadora unas 20 veces superior a la española; el Reino Unido y Francia, unas 10 veces; e Italia, unas cuatro. Con algunas fluctuaciones (sin contar los años excepcionales en torno a la II Guerra Mundial), las desventajas con los tres primeros países se han mantenido en niveles similares desde 1883 hasta hoy. Es decir, España ha sido históricamente y sigue siendo un país muy rezagado en capacidad innovadora. Esto no le ha impedido acercarse a los niveles de vida de los países más desarrollados (Maddison, 2001), aunque es quizá el principal motivo por el que no lo ha alcanzado ni es previsible que lo haga mientras no se acerque más a su nivel tecnológico.

Pero aunque España esté atrasada en innovación si se compara con el grupo de cabeza, en el contexto mundial es un país adelantado. Esto no es motivo de complacencia, pues el punto de referencia ha de ser los países avanzados, pero tampoco es lógico ignorarlo, ya que es una de las causas del relativamente alto nivel de vida alcanzado por España. A este respecto puede ser ilustrativa la comparación con dos países iberoamericanos –Argentina y México– con los que España ha mantenido históricamente fuertes lazos.

Gráfico 3. Patentes de residentes en Argentina, México y España concedidas en EE.UU. por millón de habitantes, 1883-2009



Fuentes: Gráfico 1; The Maddison-Project, [www.ggdc.net/maddison](http://www.ggdc.net/maddison).

Según el indicador de patentes por habitante concedidas en Estados Unidos (gráfico 3), Argentina, México y España tenían una capacidad innovadora similar hacia 1883, pero a partir de entonces los dos países iberoamericanos progresaron más y se situaron claramente por encima de España hasta la depresión de los años treinta. Desde entonces hasta 1960, Argentina se mantuvo a un nivel significativamente más alto que España y México. Pero a partir de entonces, España progresó rápidamente, mientras que los dos países iberoamericanos se vinieron abajo. El resultado es que a día de hoy, España tiene una capacidad innovadora siete veces superior a la de Argentina y México. Lo dramático del caso es que estos dos países están bastante peor hoy que en el primer tercio del siglo XX, al contrario que España. La inversión relativa de las fortunas de estos países entre principios y finales del siglo XX seguramente tiene que ver con ello. La mejora de la capacidad innovadora a largo plazo requiere políticas e inversiones de calado y un entorno institucional propicio que España –con todas sus limitaciones– ha ido fortaleciendo desde mediados del siglo XX. En cambio, los otros dos países parecen haber echado a perder a partir de entonces el prometedor entorno innovador que habían empezado a crear desde finales del siglo XIX. La

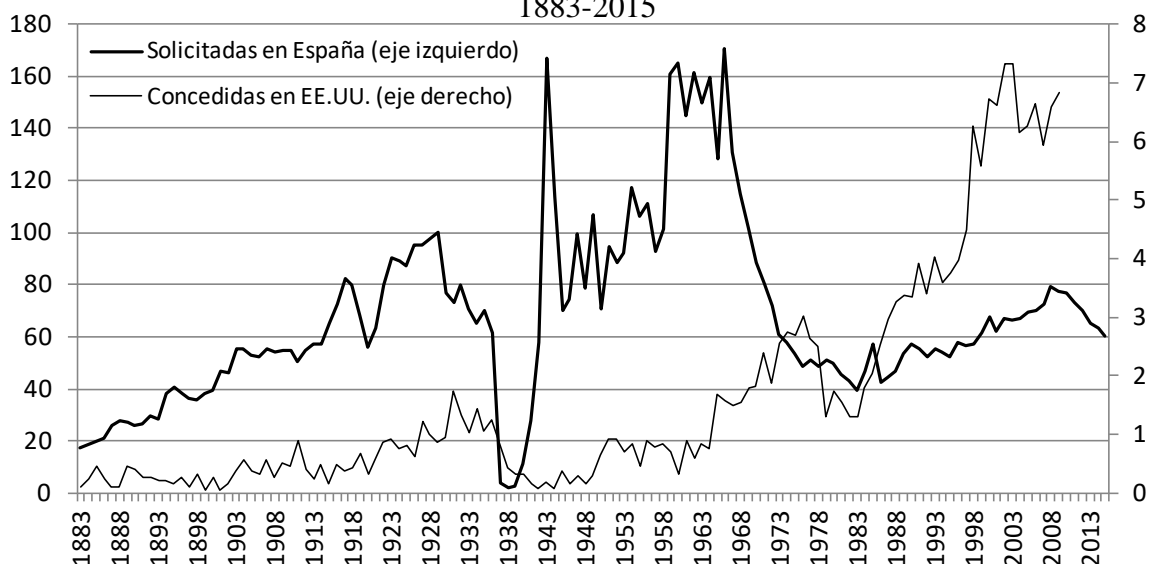
<sup>4</sup> En realidad, la desventaja con Italia arrancó en la década de 1890, aunque no fue grande hasta el despegue italiano tras la II Guerra Mundial.

explicación de ello, que excede los objetivos de estas páginas, habrá que buscarla en su compleja historia política y social.

### Patentes solicitadas en el propio país

Como se ha dicho, otro posible indicador de la capacidad innovadora nacional es el número de patentes de residentes por habitante solicitadas en cada país. Se considera sólo las patentes de residentes y no el total porque las solicitadas por extranjeros –aunque puedan ser cauce de transferencia de tecnología– son producto del esfuerzo innovador llevado a cabo fuera del país. En cambio, las patentes registradas en el propio país son reflejo de la capacidad innovadora autóctona. Es cierto que se puede desarrollar una invención en un país y registrarla como patente en otro, pero lo habitual es que los inventores/empresas patentes los inventos primero en su país y luego, si les compensa económicamente, en otro o en otros. En comparación con el anterior, este indicador tiene la ventaja de ser reflejo de todos los inventos generados por el sistema de innovación de un país y no sólo de una parte (los que se decide patentar en EE.UU.). La desventaja es que no discrimina por calidad, al contrario que el anterior. Por tanto, más que alternativos, los dos indicadores serían más bien complementarios.

Gráfico 4. Patentes de residentes en España por millón de habitantes, 1883-2015



Fuentes: OMPI; Sáiz (2005); Ortiz-Villajos (1999); Nicolau (2005); INE; Gráfico 1.

El gráfico 4 muestra la evolución del segundo indicador (patentes de residentes por habitante solicitadas en España) entre 1883 y 2015. Además, se ha superpuesto el anterior (concesiones a españoles por habitante en EE.UU.) para compararlos con más facilidad. Salta a la vista en primer lugar la gran diferencia en orden de magnitud entre una serie y otra, aproximadamente de 100 a 1 hasta la década de 1960 y de 20 a 1 a partir de entonces. Es decir, hasta 1960 los españoles registraban en Estados Unidos, en términos per cápita, el 1% de las patentes que solicitaban en España y a partir de esa década, el 5%. Este notable aumento se debe tanto al gran crecimiento de las concesiones a españoles en Estados Unidos desde los años sesenta, como al desplome de las solicitudes en España desde 1966.

A pesar de su gran diferencia en orden de magnitud, los dos indicadores han evolucionado en el tiempo de modo parecido. Efectivamente, *grosso modo*, ambos muestran una tendencia

creciente hasta la depresión de los años treinta<sup>5</sup>, una reanudación del crecimiento a principios de los cuarenta que continúa hasta la crisis del petróleo, así como una nueva recuperación a partir de los ochenta hasta la crisis de 2008. El notable efecto negativo de esta crisis sólo es observable en la serie de patentes solicitadas en España pues para esos años no disponemos de datos fiables de concesiones en Estados Unidos (*vid. supra*), aunque lo más probable es que también se hayan reducido.

Junto con estas coincidencias, el gráfico 4 muestra también algunas diferencias significativas en la evolución de ambas variables. Una de ellas es que el nivel de 1930 se recuperó mucho antes en las solicitudes en España (c. 1945)<sup>6</sup> que en las concesiones en EE.UU. (c. 1965). Además, las solicitudes en España tuvieron un fuerte dinamismo en los años cincuenta frente al estancamiento de las concesiones en Estados Unidos en esa década. En cambio, el desplome de las solicitudes en España iniciado en 1966 fue más profundo y anterior al producido en las concesiones en Estados Unidos a partir de 1976. En ambos casos la recuperación se inició en 1983, pero con resultados muy distintos: mientras las concesiones en EE.UU. crecieron rápidamente hasta situarse en sus máximos históricos, las solicitudes en España no han vuelto a recuperar el máximo alcanzado en 1966. No está claro el porqué de este drástico descenso, pero sí que fue un fenómeno internacional como ahora veremos. Nuestra hipótesis –todavía por explicar y demostrar– es que en torno a los años sesenta hubo un cambio en la propensión a patentar de los residentes en sus países; cambio que no habría estado causado por un descenso (al menos tan acusado) de la capacidad innovadora sino por la coyuntura internacional. Por tanto, los valores de esta variable anteriores a ese cambio (años sesenta) no serían comparables con los posteriores.

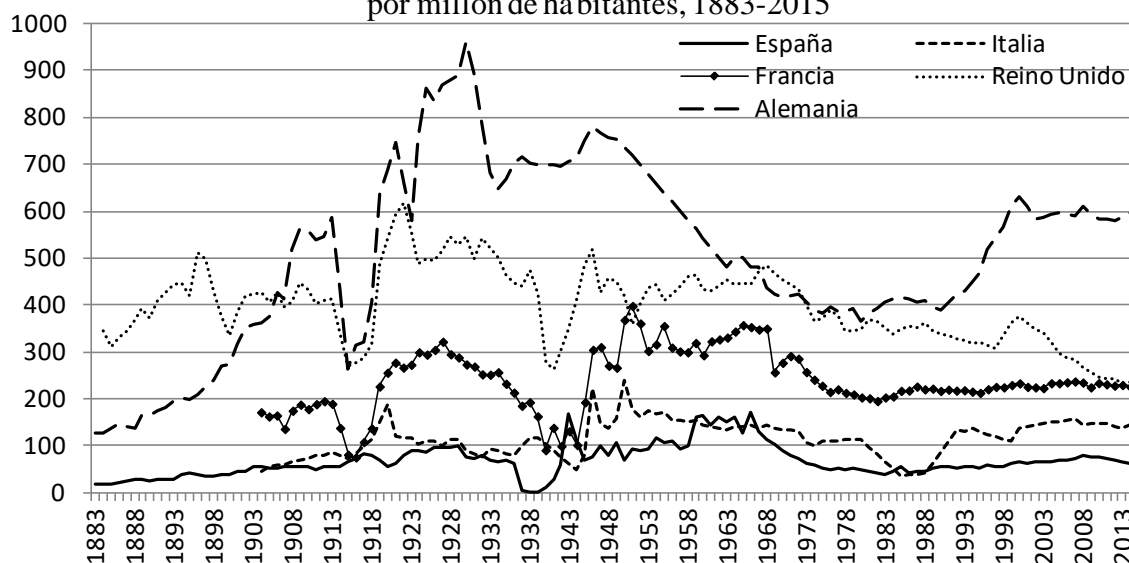
En conclusión, las patentes por habitante solicitadas por residentes en España muestran que la capacidad innovadora nacional creció desde 1883 hasta alcanzar –mediando un fuerte retroceso en los años treinta– un máximo histórico a finales de la década de 1960. Tras otro retroceso en torno a los años setenta, volvería a alcanzar otro máximo histórico en 2008. Si nos atenemos al dato en sí, la capacidad innovadora española en este último año sería la misma que la de 1917, lo cual no es creíble. Esto apoyaría la hipótesis que se acaba de enunciar sobre los problemas de comparabilidad de este indicador en el tiempo. Como las patentes concedidas en Estados Unidos no tienen este problema, parecen más fiables como medida de la capacidad innovadora en el muy largo plazo. Por tanto, según ese indicador, España habría alcanzado su máxima capacidad innovadora a principios del siglo XXI. No obstante, el indicador de patentes solicitadas –sabiendo que no está reflejando lo mismo antes y después que c. 1970– permite captar, como hemos visto, matices de la capacidad innovadora que el otro no muestra. Como en el caso anterior, la comparación internacional aporta alguna nueva evidencia y permite valorar el nivel logrado por el país en este indicador.

---

<sup>5</sup> En la serie de patentes concedidas en Estados Unidos, el efecto de la depresión se nota a partir de 1931, mientras que en la de patentes solicitadas en España se advierte ya en 1929. Este desfase temporal –que se observa en general a lo largo de todo el gráfico– se debe a que las patentes solicitadas en Estados Unidos tardan normalmente entre dos y tres años en ser concedidas. Este es el motivo por el que las solicitudes de patentes son más adecuadas que las concesiones a la hora de analizar su relación con la coyuntura económica.

<sup>6</sup> El pico de principios de los años cuarenta se debe a la acumulación de solicitudes pendientes por el parón administrativo durante la Guerra Civil.

Gráfico 5. Patentes de residentes solicitadas en cinco países europeos por millón de habitantes, 1883-2015



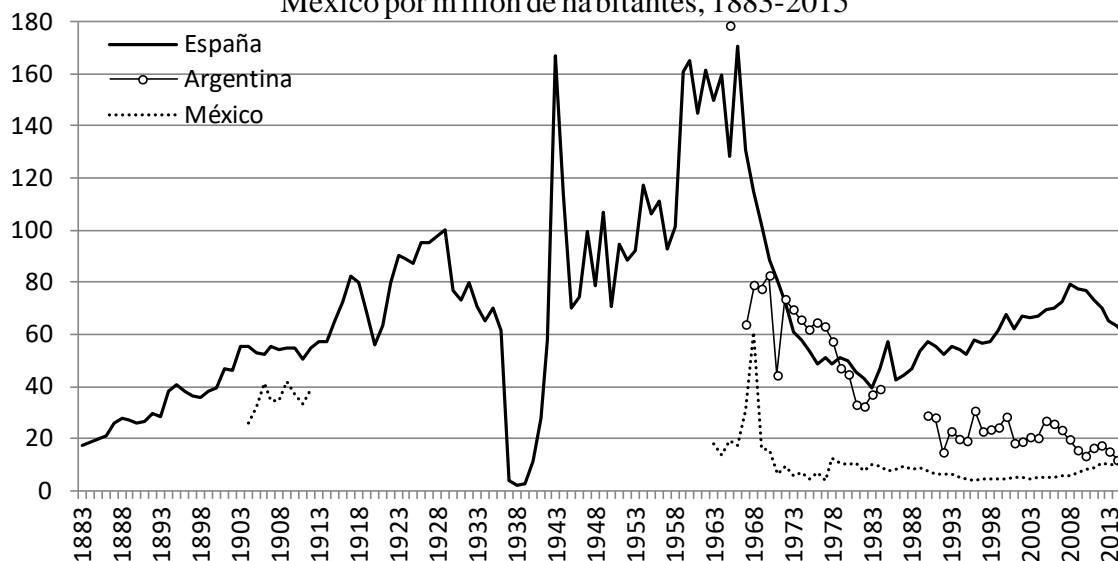
Fuentes: Gráfico 4; The Maddison-Project.

Al igual que el anterior indicador, las patentes de residentes en cada país muestran el persistente atraso de España con respecto a las grandes naciones europeas en términos de capacidad innovadora entre 1883 y 2015 (gráfico 5). No obstante, el orden de magnitud del atraso es mucho menor según este indicador que según el de patentes concedidas en Estados Unidos (gráfico 2). La capacidad innovadora alemana, que según ese indicador ha sido normalmente 20 veces superior a la española, en términos de solicitudes en el país ha sido como máximo 9 veces superior (finales de la década de 1920 y principios del siglo XXI). El Reino Unido ha sido entre 4 y 6 veces más innovador y Francia entre 2 y 3. Italia ha tenido un nivel ligeramente superior al español y en algunos momentos similar e incluso inferior. En términos medios, la época en que España se habría acercado más al nivel innovador de estos países fue la década de 1960.

En los cinco casos la tendencia de este indicador ha sido creciente hasta alcanzar un valor máximo en algún momento del siglo XX, descendiendo a continuación para recuperarse luego, aunque sólo parcialmente. Como se ha dicho, en el caso de España ese punto álgido se alcanzó en 1966, pero en los otros países fue antes. El Reino Unido lo alcanzó en 1920, Alemania en 1929, Italia en 1950 y Francia en 1951. La tendencia declinante desde esos máximos se invirtió en la década de 1980, de modo especialmente fuerte en Alemania y de modo muy débil en Francia. El Reino Unido es el único caso en el que el nivel de 2015 se situó por debajo del inicial (1883).

Como se ha dicho antes, este comportamiento podría tener más que ver con un cambio en la propensión a patentar en los países de residencia que con un declive de la capacidad innovadora. El hecho de que en Estados Unidos las patentes de residentes también descendieran a partir de la década de 1960 (Kendrick, 1980) mientras las de extranjeros aumentaban (Griliches, 1989) puede ser un indicio de ello. Quizá el fenómeno esté relacionado con la creciente globalización de las economías, pero confirmar esta intuición requeriría una investigación que se sale del objeto de estas páginas. Sí es oportuno, en cambio, para cerrar esta parte, comparar el caso español con el argentino y el mexicano como se ha hecho con el anterior indicador.

Gráfico 6. Patentes de residentes solicitadas en España, Argentina y México por millón de habitantes, 1883-2015



Fuentes: Gráfico 4; The Maddison-Project.

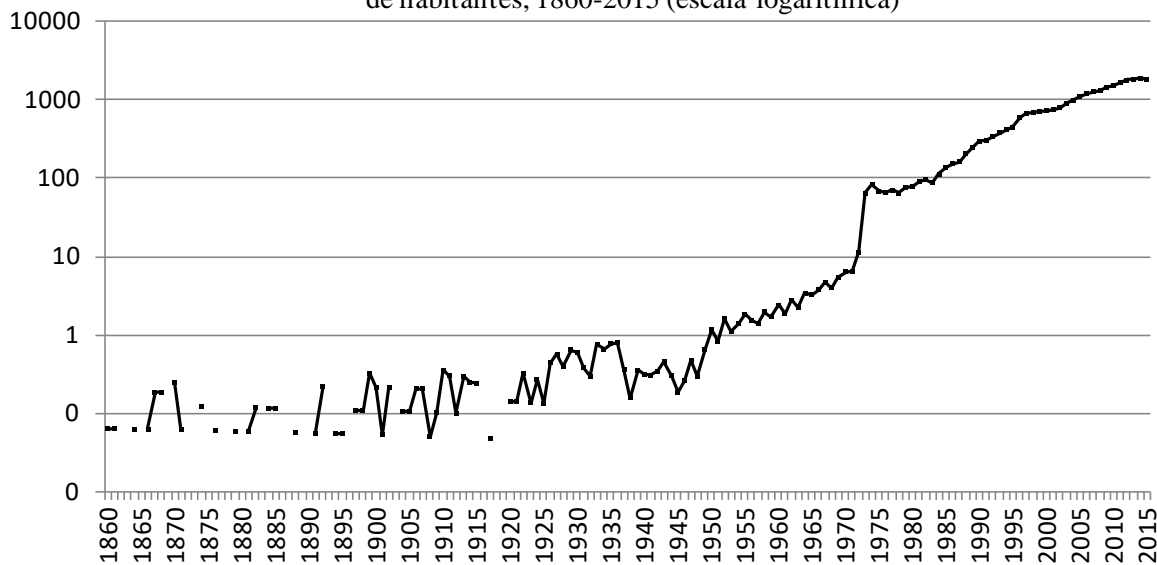
La OMPI tiene información sobre patentes de residentes solicitadas en Argentina y México sólo a partir la década de 1960, aunque también cubre un breve periodo anterior (1904-1910) para el caso de México. Teniendo en cuenta esta limitación, una primera evidencia que se desprende del gráfico 6 es que México habría tenido una capacidad innovadora inferior a la española tanto a principios del siglo XX como a partir de los años sesenta, siendo la desventaja mayor y creciente en este segundo periodo. Esto contrasta con la ventaja de México sobre España durante todo el periodo anterior a 1930 según las patentes concedidas en Estados Unidos (gráfico 3). La cercanía geográfica pudo influir en ello, pero no parece que haya sido un factor determinante, pues desde 1960 la ventaja de España según los dos indicadores es muy clara. Argentina también se atrasó con respecto a España desde 1960 en cuanto a patentes concedidas en EE.UU. (gráfico 3), pero tuvo un nivel similar –y puntualmente superior– desde entonces hasta principios de los ochenta en términos de solicitudes de residentes (gráfico 6). Sin embargo, mientras España invirtió entonces la tendencia declinante, Argentina la mantuvo, de modo que en la actualidad los dos países iberoamericanos no sólo se han alejado notablemente del nivel de España, sino que se sitúan en sus mínimos históricos. Estos datos refuerzan la idea previamente señalada (gráfico 3) de que en estos dos países se ha producido una inversión histórica en capacidad innovadora con respecto al primer tercio del siglo XX, mientras que en España se ha mantenido una tendencia de mejora en las últimas décadas.

## Publicaciones científicas

Aunque el número de publicaciones científicas por habitante es propiamente una medida de la capacidad científica, como muchos de los resultados reflejados en esas publicaciones son la base de avances tecnológicos con aplicación comercial, es innegable que también está relacionada con la innovación. Por ello también se ha usado como indicador de la capacidad innovadora nacional (Furman et al., 2002; Archibugi y Coco, 2005). Es cierto que unos resultados científicos tienen influencia en el progreso tecnológico y otros no y que no conocemos el porcentaje de unos y otros. Aun así, se puede pensar que la investigación científica, aunque no tenga aplicación práctica, tiende a hacer a la sociedad más proclive a la innovación (Mokyr, 2002). No quiere esto decir que toda innovación proceda del quehacer científico (Mansfield, 1968; Geroski, 1994, p. 23), por lo que las publicaciones científicas serían en todo caso un indicador parcial e indirecto de la capacidad innovadora. A pesar de ello, su análisis puede dar pistas interesantes, además de complementar los datos de patentes.



Gráfico 7. Publicaciones científicas en España (todos los campos) por millón de habitantes, 1860-2015 (escala logarítmica)



Fuentes: Scopus 'All documents'; para datos de población, véase Gráfico 1.

La base de datos de Scopus contiene información de publicaciones en todas las áreas científicas desde el siglo XIX hasta la actualidad para muchos países. Existen otras bases de datos, pero esta es probablemente la más amplia, sin que obviamente sea completa. Los datos aquí utilizados proceden de ella. Al tratarse de una primera aproximación, se ha optado por utilizar el dato más general (*All documents*), es decir, el número de publicaciones en todas las áreas científicas y en todos los soportes (revistas, libros, documentos de trabajo, etc.)<sup>7</sup>. El gráfico 7 refleja la evolución de este indicador por millón de habitantes para España desde 1860 hasta 2015. El salto cuantitativo es tan grande a partir de la segunda mitad del siglo XX<sup>8</sup>, que la evolución anterior sólo es posible visualizarla si los datos se toman en logaritmos. Esto resta realismo (proporcionalidad) a la representación gráfica, pero las principales tendencias son claramente perceptibles.

Cabe observar en primer lugar que de 1860 a 1935, con discontinuidades y notables fluctuaciones debidas a la escasez de datos, hubo una lenta tendencia al aumento de las publicaciones por habitante en España. No obstante, en ese largo periodo hubo tres etapas de declive: la que va de 1870 a 1890, los primeros años del siglo XX y los años en torno a la I Guerra Mundial. Como sucede con tantos otros indicadores, la Guerra Civil llevó a una brusca caída de la producción científica, pero en 1945 se reinició un crecimiento que, tras un leve y breve descenso en 1973, llega hasta nuestros días. En esta segunda larga etapa, el crecimiento fue particularmente rápido en los años cuarenta y principios de los setenta. Si se compara el comportamiento de este indicador con el de las patentes, se observa una notable similitud para la época anterior a la Guerra Civil tanto con las concesiones de patentes en EE.UU. (gráfico 1) como con las solicitudes de residentes en el país (gráfico 4). Su evolución también es *grosso modo* similar a la de esas dos variables para el periodo que va de 1936 a 1970, pero a partir de entonces se asemeja mucho más a la de las patentes concedidas en Estados Unidos que a la de las solicitudes en España; aunque también guarda cierta semejanza con esta última variable a partir de 1983.

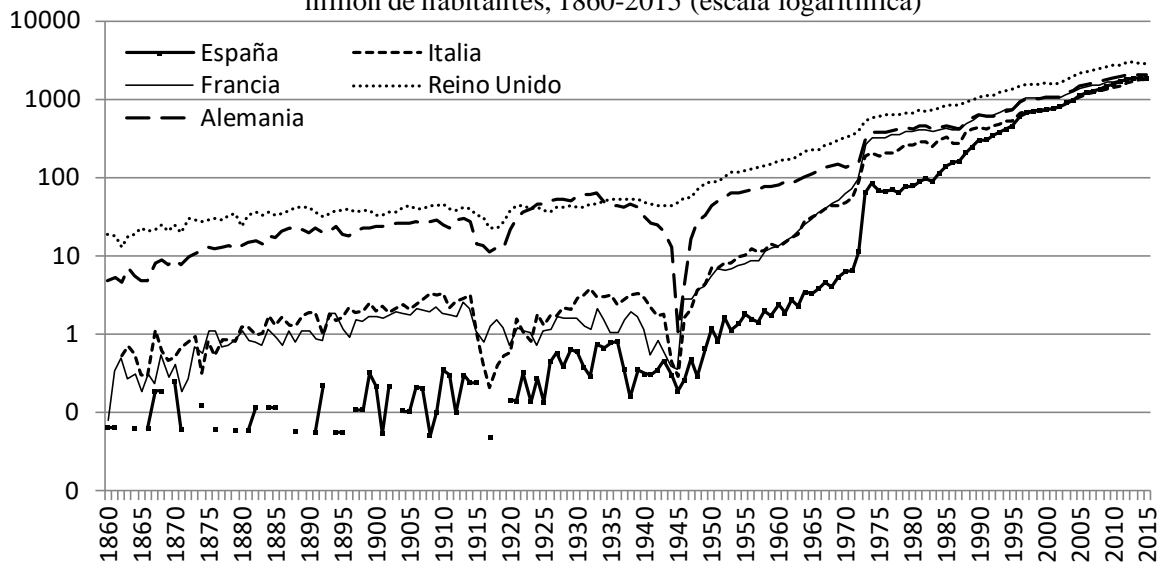
En general, la producción científica española muestra una tendencia claramente creciente y menos fluctuante que las variables relacionadas con las patentes a lo largo de todo el periodo, lo que indica que se ha visto menos afectada que ellas por los ciclos económicos. Se podría decir, pues,

<sup>7</sup> Otros autores, como Nuvolari y Vasta (2015), utilizan sólo las publicaciones en áreas de ciencias experimentales.

<sup>8</sup> Hay que tener en cuenta también que la base de datos es seguramente más incompleta para los periodos más tempranos.

que el país ha sido capaz de crear una estructura científica que ha ido fortaleciéndose y aumentando de capacidad gradualmente, sin verse afectada significativamente por los vaivenes económicos. Su menor sensibilidad a estos factores, muchas veces circunstanciales, hace pensar que la producción científica daría una idea menos distorsionada que los otros de la evolución de la capacidad innovadora en el tiempo, aunque sea un indicador menos adecuado como medida específica de la generación de innovaciones. Como en los epígrafes anteriores, la comparación internacional permitirá valorar el avance de España en este aspecto.

Gráfico 8. Publicaciones científicas en varios países (todos los campos) por millón de habitantes, 1860-2015 (escala logarítmica)



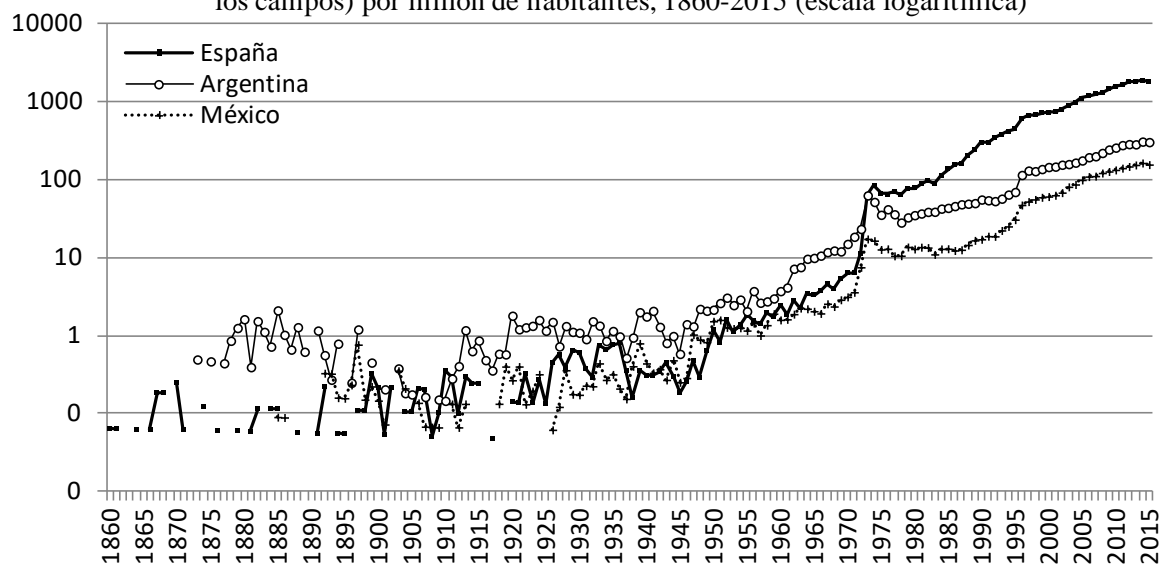
Fuentes: Scopus 'All documents'; para datos de población, véase Gráfico 2.

La comparación con los principales países europeos pone de manifiesto que el atraso científico de España fue muy notable hasta la década de 1970, cuando se aceleró un proceso de convergencia que hasta entonces había sido muy lento y que casi ha llegado a cerrarse en la actualidad (gráfico 8). Por tanto, la principal diferencia de la posición española en producción científica y en generación de patentes es que mientras en el segundo indicador no ha logrado converger con Europa, en el primero está muy cerca de hacerlo<sup>9</sup>. Este diferente comportamiento pone de manifiesto que ambos tipos de variables reflejan realidades diferentes. Sin embargo, invita a pensar que la capacidad científica (publicaciones) influye en la innovadora (patentes) con un desfase temporal. Así, por ejemplo, el hecho de que Italia pasara de tener inicialmente una capacidad innovadora semejante e incluso ligeramente inferior a la española a situarse sistemáticamente por encima desde finales del siglo XIX hasta hoy (gráficos 2 y 5) se podría explicar por su clara superioridad en producción científica desde 1860 (gráfico 8). Y, al revés, el hecho de que España haya alcanzado a Italia en este ámbito recientemente podría explicar por qué la distancia entre ambos países en términos de generación de patentes de calidad se está reduciendo (gráfico 2). Igualmente, la mayor ventaja de Gran Bretaña y Alemania sobre España en producción científica cuadraría también con su claro dominio en patentes. Sin embargo, el caso de Francia pone de manifiesto que la capacidad innovadora (patentes) dependería sólo en parte de la capacidad científica, ya que en este aspecto ese país se ha situado normalmente (hasta la década de 1970) por debajo de Italia, mientras que siempre ha estado por encima en patentes por habitante. La capacidad innovadora, por tanto, dependería también de otras variables –como el nivel y/o tipo de educación–,

<sup>9</sup> Es cierto que el indicador empleado es burdo, pues no discrimina por áreas científicas ni por calidad de las publicaciones. De hecho, cuando en la variable se introduce una ponderación por calidad (número de citas por documento), se comprueba que la distancia con los países más avanzados es mayor, aunque también en proceso de convergencia (cfr. Ortiz-Villajos, 2016, pp. 234-241).

así como seguramente de la orientación –más o menos práctica– del sistema científico. Obviamente, estas son intuiciones sugeridas por los datos, cuya demostración requerirá más información y un análisis *ad hoc*. Pensamos, en cualquier caso, que dichas intuiciones son plausibles además de explicitar la lógica que estaría detrás del uso de las publicaciones científicas como indicador (indirecto y parcial) de la capacidad innovadora.

Gráfico 9. Publicaciones científicas en España, Argentina y México (todos los campos) por millón de habitantes, 1860-2015 (escala logarítmica)



Fuentes: Scopus 'All documents'; para datos de población, véase Gráfico 2.

Finalmente, procedemos a comparar la evolución de la producción científica española con la de Argentina y México según el número de publicaciones por habitante (gráfico 9). La sistemática ventaja de Argentina sobre España en este indicador hasta 1970, coincide con la ventaja que también tuvo hasta entonces en generación de patentes (gráficos 3 y 6). Aunque no tan claramente, la posición relativa de España y México en ambos indicadores también evolucionó a grandes rasgos de modo similar. Como se ha visto, en patentes concedidas en Estados Unidos (gráfico 3), México estuvo por encima de España hasta 1930 y en los cuarenta, para igualarse en los cincuenta y situarse claramente por debajo a partir de los sesenta. En producción científica la evolución de ambos países fue aproximadamente esa, aunque en este caso la ventaja de México sobre España antes de 1930 fue claramente menor que en términos de patentes en EE.UU., lo cual seguramente se explica por el factor geográfico, particularmente favorable a México en ese indicador. De hecho, según las patentes de residentes solicitadas en cada país, España siempre estuvo por delante de México (gráfico 6). Aun así, la incidencia de la producción científica sobre esa variable seguiría siendo perceptible, pues la distancia mínima entre México y España se alcanzó a principios del siglo XX, precisamente cuando México estaba ligeramente por delante de España en publicaciones por habitante. En todo caso, la ventaja de España en patentes solicitadas muestra, como vimos para Francia, que la relación entre capacidad científica e innovadora no sería proporcional. Es cierto que está por demostrar que esa relación exista, pero los datos aportados son indicios de ello. El gran despegue de España (y el acercamiento de México a Argentina) en ambos indicadores a partir de los años setenta es otra evidencia en esa línea.

## Conclusión

Sin necesidad de un estudio estadístico, muchos estarían de acuerdo en que en la época contemporánea unos países han sido más innovadores que otros. Así, en función de la generación de innovaciones de gran impacto económico, es bastante claro que el Reino Unido, Alemania, Francia, Suiza, Estados Unidos y Japón estarían entre los países más innovadores. Más difícil es explicar por

qué esto ha sido así. En términos casi tautológicos, se podría decir que han sido más innovadores los países con una mayor capacidad innovadora. Por tanto, si pudiéramos medir la capacidad innovadora, habríamos dado un buen paso hacia la comprensión de la cuestión. Pero no sería suficiente, pues todavía más importante sería entender cómo se crea o acrecienta la capacidad innovadora, es decir, qué factores la determinan y cómo lo hacen. De modo más o menos explícito, estas cuestiones han ocupado a muchos economistas e historiadores de la tecnología desde hace tiempo. Pero el esfuerzo específico por medir la capacidad innovadora y determinar sus factores es más reciente.

Para medir la capacidad innovadora, unos han optado por identificarla con un solo indicador y otros con un índice compuesto por varios. Sea cual sea la opción, obtener una medida de la capacidad innovadora es un paso previo necesario para analizar sus determinantes. Tanto cuantificar la capacidad innovadora como identificar los factores que la determinan y el modelo de relación entre estos y la primera son cuestiones complejas. En estas páginas se ha llevado a cabo una incursión en el primer aspecto con la idea de obtener una visión de la evolución de capacidad innovadora española desde el siglo XIX hasta la actualidad. Para ello nos hemos basado en tres de los indicadores habitualmente utilizados; a saber: las patentes concedidas a españoles en Estados Unidos, las patentes solicitadas por españoles en España y las publicaciones científicas generadas en el país. Se ha realizado un análisis descriptivo de cada indicador por separado, tratando al mismo tiempo de identificar sus similitudes y diferencias. Además, se ha llevado a cabo una comparación con otros países para valorar el progreso de España.

La primera conclusión es que los tres indicadores muestran que la capacidad innovadora española habría aumentado notablemente desde el siglo XIX hasta la actualidad. El aumento sería más grande según las patentes concedidas en Estados Unidos y las publicaciones científicas, y menor según las patentes de residentes solicitadas en España. Esto último se explica en parte por la caída de la propensión a patentar en el propio país –un fenómeno internacional cuya explicación desconocemos–, que hace que los valores de este indicador no sean comparables antes y después de dicho cambio (1966 en el caso de España). Aun así, los tres indicadores coinciden bastante en sus fluctuaciones a lo largo del tiempo. Según esto, la capacidad innovadora española habría tenido una tendencia creciente hasta 1930 para, después de unos años de caída, recuperarse a partir de los años cuarenta hasta la crisis de 2008, con un receso a mediados de los setenta y otro a principios de los noventa. En general, por tanto, la capacidad innovadora habría evolucionado en paralelo al desarrollo económico del país. Pero al mirarlas con más detalle, se observan en las series bastantes ciclos cortos a lo largo de todo el periodo, cuyo análisis tendrá que abordarse en investigaciones más profundas centradas en etapas más breves.

La comparación con otros países ha puesto de manifiesto el persistente atraso español en capacidad innovadora con respecto a las principales potencias europeas, aunque con una tendencia a la convergencia, que ha sido mucho más acusada en términos de publicaciones científicas que de patentes. Por otro lado, Argentina y México se situaron por encima de España hasta 1930 y Argentina hasta 1960, pero a partir de entonces se fueron quedando atrás, de modo que hoy en día España supera ampliamente a ambos en los tres indicadores. Es decir, aunque España sigue estando lejos de los países más innovadores, ha sido capaz de progresar hasta situarse en una posición relativamente avanzada en el contexto mundial.

Estas páginas recogen un primer acercamiento –superficial e incompleto– a la evolución histórica de la capacidad innovadora española. Queda pendiente definir la medida más adecuada de dicha capacidad (quizá con la construcción de un indicador compuesto) y sobre todo analizar los factores que la han determinado y el modo en que lo han hecho.

## Referencias

- Cebrián Villar, M. (2001), “Las fuentes del crecimiento económico español, 1964-1973”, *Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 19 (1), pp. 277-299.
- Cotropia, C. A., Quillen, C. D. y Webster, O. H. (2013), *Patent Applications and the Performance of the U.S. Patent and Trademark Office*, Richmond School of Law Intellectual Property Institute Research Paper No. 2013-01.
- Cubel, A., Esteve, V., Sanchís, y Sanchís, M. T. (2012), “Medio siglo de innovación y transferencia de tecnología en España, 1950-2000”, *Revista de Historia Industrial*, 50 (XXI.3), pp. 113-154.
- Desai, M., Fukuda-Parr, S., Johansson, C. y Sagasti, F. (2002), “Measuring the technology achievement of nations and the capacity to participate in the network age”, *Journal of Human Development*, 3 (1), pp. 95-122.
- Eaton, J. y Kortum, S. (1996), “Trade in ideas: patenting and productivity in the OECD”, *Journal of International Economics*, 40 (3/4), pp. 251-278.
- Eaton, J. y Kortum, S. (1999), “International technology diffusion: theory and measurement”, *International Economic Review*, 40 (3), pp. 537-570.
- Fernández Pérez, P. (2017), “Pioneers and Challengers in the Global Plasma Protein Industry, 1915-2015”, comunicación presentada en el XII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica, Salamanca, 6-9 de septiembre.
- Furman, J., Porter, M. y Stern, S. (2002), “The determinants of national innovative capacity”, *Research Policy*, 31 (6), pp. 99-933.
- Geroski, P. A. (1994), *Market Structure, Corporate Performance and Innovative Activity*, Oxford, Clarendon Press.
- Gliliches, Z. (1989), “Patents: Recent Trends and Puzzles”, *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics 1989*, edited by C. Winston and M. N. Baily, pp. 291-330.
- Griliches, Z. (1990), “Patent statistics as economic indicators: a survey”, *Journal of Economic Literature*, 92, pp. 630-653.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MA, MIT Press.
- INE (Instituto Nacional de Estadística).
- James, J. y Romijn, H. (1997), “The Determinants of Technological Capability: A Cross-Country Analysis”, *Oxford Development Studies*, 25 (2), pp. 189-207.
- Kendrick, J. W. (1980), “Survey of the Factors Contributing to the Decline in U.S. Productivity Growth”, en *The Decline in Productivity Growth*, Conference Series, No 22, Boston, Federal Reserve Bank of Boston.
- Lall, S. (1992), “Technological Capabilities and Industrialization”, *World Development*, 20 (2), pp. 165-186.
- Landes, D. S. (1969), *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge, Cambridge University Press.
- López, S. M. y Valdaliso, J. M. (eds.) (1997), *¿Que inventen ellos? Tecnología, empresa y cambio económico en la España contemporánea*, Madrid, Alianza Editorial.
- Maddison Project, The.
- Maddison, A. (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, Paris, OECD.

- Maluquer de Motes, J. (1987), “De la Crisis Colonial a la guerra europea: veinte años de economía española”, en Nadal, J., Carreras, A. y Sudrià, C. (eds.), *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, Barcelona, Ariel, pp. 62-104.
- Mansfield, E. (1968), *Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis*, New York, Norton.
- Mokyr, J. (1990), *The Lever of Riches. Technological Creativity and Economic Progress*, New York and Oxford, Oxford University Press.
- Mokyr, J. (2002), *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton and Oxford, Princeton University Press.
- Narula, R. (2004), *Understanding Absorptive Capacities in an “Innovation Systems” Context: Consequences for Economic and Employment Growth*, DRUID Working Paper No 04-02.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press
- Nicolau, R. (2005), “Población, salud y actividad”, en A. Carreras and X. Tafunell (coords.), *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX-XX*, Bilbao, Fundación BBVA, Vol. I, Capítulo 2, pp. 77-154.
- Nuvolari, A. y Vasta, M. (2015), “The Ghost in the Attic? The Italian National Innovation System in Historical Perspective, 1861–2011”, *Enterprise & Society*, 16 (2), pp. 270-290.
- OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Industrial).
- Ortiz-Villajos, J. M. (1999), *Tecnología y desarrollo económico en la historia contemporánea. Estudio de las patentes registradas en España entre 1882 y 1935*, Madrid, Oficina Española de Patentes y Marcas.
- Ortiz-Villajos, J. M. (2016), *Cotec, 1990-2015. Un cuarto de siglo impulsando la innovación*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación.
- Ortiz-Villajos, J. M. (2017), “Forms of innovation throughout time: Insights from the British business elite”, *Innovation: Organization & Management*, 19 (4).
- Porter, M. E. (1990), “The Competitive Advantage of Nations”, *Harvard Business Review*, 68 (2), pp. 73–93.
- Prados de la Escosura, L. y Rosés, J. R. (2009), “The Sources of Long-Run Growth in Spain, 1850–2000”, *The Journal of Economic History*, 69 (4), pp. 1063-1091.
- Romer, P. M. (1990), “Endogenous Technological Change”, *The Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. S71-S102.
- Sáiz, J. P. (1999), *Invención, Patentes e Innovación en España (1759-1878)*, Madrid, Oficina Española de Patentes y Marcas.
- Sáiz, J. P. (2005), “Investigación y desarrollo: patentes”, en A. Carreras and X. Tafunell (coords.), *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX-XX*, Bilbao, Fundación BBVA. Vol. II, Capítulo 11, pp. 835-872.
- Sanchis, T., Sanchis-Llopis, J. A., Esteve, V. y Cubel, A. (2015), “Total factor productivity, domestic knowledge accumulation, and international knowledge spillovers in the second half of the twentieth century”, *Cliometrica*, 9, pp. 209–233.
- Schumpeter, J. A. (1934 [1911]), *The Theory of Economic Development. An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Solow, R. M. (1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *The Review of Economics and Statistics*, 39 (3), pp. 312-320.

United Nations Development Program (UNDP) (2001), *Human Development Report 2001. Making New Technologies Work for Human Development*, New York, Oxford University Press, <http://www.undp.org>

USPTO (United States Patent and Trademark Office).

Virós, Ll. (2013), “Empresa e innovación tecnológica en el distrito industrial de Manresa durante el franquismo. Entre la copia, la adaptación y la creatividad”, *Investigaciones de Historia Económica*, 9, pp. 22-31.