

LA RADIOACTIVITAT A LES PATENTS D'INVENCIÓ ESPANYOLES, 1900-1929

NÉSTOR HERRAN

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA.

nestor.herran@uab.cat

Paraules clau: *patents, fonts, radioactivitat, Espanya, indústria del radi*

Radioactivity in Spanish patents, 1900-1929

Summary: This paper explores the use of patents as a source for the history of science by focusing on radioactivity-related patents issued in Spain in the period 1900-1936. The relevance of this source and its coherence with other historical records is particularly assessed, as well as practical aspects related to its access, analysis and interpretation. The study, mainly based on the analysis of the Spanish Patent and Trademark Office (OEPM) database, reveals major trends in the uses of radioactive elements as industrial products and confirms the lack of a national industry of radium.

Key words: patents, sources, radioactivity, Spain, radium industry

El desenvolupament de la indústria del radi i d'altres elements radioactius, tradicionalment negligida en les històries de la radioactivitat, ha emergit en els darrers anys com un tema central i potencialment renovador. En un treball recent he explorat el paper d'aquesta indústria en el desenvolupament de la radioactivitat a Espanya mitjançant una reconstrucció històrica de les activitats del Laboratori de Radioactivitat de la Universitat de Madrid (Herran, 2008). Aquest laboratori va esdevenir el principal centre de recerca i desenvolupament sobre la radioactivitat a

Espanya a principis del segle xx, basant la seva estratègia per a la institucionalització de la disciplina en l'interès dels seus treballs sobre les virtuts terapèutiques de les aigües radioactives i les promeses sobre l'ús de la radioactivitat com a fertilitzant agrícola. El reconeixement de la tasca del Laboratori per part dels poders públics, materialitzat en una important dotació d'espais, instruments, materials i personal, contrasta amb l'escassa o nul·la repercussió internacional d'aquests treballs. Entre els factors apuntats per explicar la incapacitat de l'Institut de Radioactivitat per integrar-se en xarxes internacionals de recerca en radioactivitat i, en certa manera, el seu declivi en la dècada de 1920, es troba la restricció a l'àmbit nacional de la difusió dels seus resultats, la dependència de material estranger quant a instrumentació i radioelements, i, sobretot, la manca d'una indústria nacional del radi que possibilités una continuïtat professional als investigadors de l'Institut i establís sinergies positives amb el laboratori universitari.

Aquestes conclusions es desprenen fonamentalment de la inspecció de les escasses fonts conservades sobre l'Institut de Radioactivitat: el *Butlletí* del Laboratori, documentació de l'Administració de l'Estat i algunes notes breus aparegudes en la premsa general i en revistes de divulgació. L'objectiu d'aquest article és completar i contrastar aquestes fonts mitjançant l'estudi de les patents d'invenió registrades a Espanya a principis del segle xx. Ara bé, la discussió pretén anar més enllà de l'estudi de cas i la validació de les conclusions del meu treball anterior. Les patents són una font problemàtica, i aquest estudi pretén addicionalment explorar i valorar el seu interès i utilitat com a font històrica en història de la ciència. Amb aquest objectiu, iniciaré la meua discussió amb una breu revisió de la literatura sobre patents en història de la ciència, analitzant a continuació el cas particular de la radioactivitat a Espanya, en el qual es basen les conclusions principals d'aquest article.

Les patents en història de la ciència

En història de la ciència, les patents han estat considerades tradicionalment com una font secundària en relació a altres productes de l'activitat tecnocientífica, com per exemple els articles acadèmics. Aquesta consideració està molt lligada a una concepció de la ciència com a producció bàsicament acadèmica, i perd el sentit a mesura que integrem la recerca industrial en les nostres narratives. Un espai propici per realitzar aquesta reconversió és la història de la ciència contemporània, on el «règim de saber» tecnocientífic és predominant (Pickstone, 2000; Pestre, 2003) i la patent, entesa com un dels productes principals de la recerca realitzada en contextos industrials, esdevé un objecte rellevant.

En aquesta línia, les patents han figurat conspícuament en estudis clàssics sobre l'emergència de la recerca industrial (Noble, 1977; Hughes, 1983; Reich, 1985; Leslie, 1993; Edgerton, 1996), que han portat en algun cas a establir les analogies i diferències entre el paper de les patents en contextos de recerca industrial i el de les publicacions en contextos acadèmics, en tant que objectes materials que certifiquen la prioritat d'un treball. El paper de les patents en la resolució de controvèrsies tècniques també ha sigut explorat en detall en el marc de lluites pel control de tecnologies i dels mercats associats (Reich, 1977; Cambrosio *et al.*, 1990; Bowker,

1992). Tanmateix, la importància de les patents es manifesta no només en aquells casos en què apareix explícitament, sinó també allà on destaca precisament per la seva *absència*, com succeeix precisament en el cas de la radioactivitat. Quan Marie i Pierre Curie van descobrir el radi, van renunciar a patentar tant la substància com el procediment de fabricació, decisió que cal interpretar fonamentalment en relació amb l'economia moral de la ciència francesa de principis del segle xx, caracteritzada per una estreta associació dels científics a un *ethos* caracteritzat per la puresa i el desinterès pel guany econòmic (Heilbron, 1982; Shinn, 1992; Roqué, 1992). Casos com aquest posen en relleu que qualsevol aproximació a les patents ha de situar-les en relació no només amb el context econòmic, sinó també amb els valors que els atribueixen els seus creadors, usuaris i consumidors. En aquest sentit, les patents poden esdevenir objectes especialment rellevants per analitzar el valor cultural de la ciència en una societat i una època determinades.

La potencialitat de les patents com a font no s'esgota en aquestes aproximacions. Utilitzades convenientment i contrastades amb altres fonts, també poden permetre recuperar cultures tècniques, activitats d'actors «secundaris», relacions professionals (Israel & Rosenberg, 1991) o processos de professionalització, tal com ho ha fet Inkster (2004) en el cas de l'emergència de l'enginyeria. D'altra banda, utilitzades de manera creativa, les patents poden oferir una nova llum a desenvolupaments científics aparentment poc relacionats, tal com ho ha mostrat Galison (2003) en el seu estudi de la gènesi de la teoria especial de la relativitat.

Aquesta diversitat d'usos ha sigut, però, poc explotada dins la historiografia de la ciència espanyola. Els pocs estudis realitzats a partir d'aquesta font els han realitzat historiadors de l'economia, amb l'objectiu fonamental de valorar el grau de dependència tecnològica del país o estudiar el ritme d'introducció de tecnologies concretes a Espanya. Estudis com el de Sáiz (1999), sobre patents i industrialització a l'Espanya del segle xix, o el d'Ortiz-Villajos (1999), sobre les patents com a indicador de desenvolupament tecnològic diferencial entre regions espanyoles, plantegen la idea que les patents són un indicador fiable de la innovació. Tanmateix, suposen que la innovació té una relació directa amb el desenvolupament econòmic. Per tant, la comparació desfavorable en nombre de patents amb països industrialitzats o l'endarreriment en registrar certes tecnologies¹ es presenta com a evidència de la dependència tecnològica espanyola.

Deixant de banda l'interès d'aquests estudis per a la historiografia de la ciència, no es pot negar que aquestes iniciatives han contribuït de forma important a la conservació i catalogació del fons històric de patents espanyoles. En aquest sentit, cal destacar el treball del grup de recerca dirigit per Patricio Saiz a la Universitat Autònoma de Madrid, que des de 1999 manté un conveni de col·laboració amb l'Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) per a la catalogació i estudi dels fons històrics de patents i marques espanyoles. Com a resultat d'aquest conveni s'ha es-

1. Els treballs publicats sobre les patents de tecnologies particulars han tingut precisament com a objecte algunes invencions clau de la primera i segona «revolucions industrials»: la màquina de vapor (Amengual, 2004), el ferrocarril (Cayón *et al.*, 1999) i la tecnologia elèctrica (Cayón, 2001).

tablert una pàgina web que incorpora bases de dades històriques de privilegis i patents pels períodes 1826-1878, 1878-1929, i 1930-1966, aplicant una metodologia diferenciada a cada període en funció del caràcter de la font original i el tipus de cerca admès.

La radioactivitat a Espanya a través de les patents

L'arxiu històric en línia de l'Oficina Española de Patentes y Marcas ha sigut precisament el punt de partida d'aquesta recerca.² La base de dades utilitzada inclou 94.000 registres de patents compreses entre el 31 de juliol de 1878 i el 10 de desembre de 1929, obtinguts directament de la documentació original, és a dir, dels expedients administratius i memòries tècniques de les sol·licituds de patents d'invenció davant l'OEPM. Permet la cerca booleana per número d'expedient, qualsevol paraula clau del títol de la patent, data de sol·licitud de la patent, nom i cognoms de la persona física o companyia sol·licitant de la patent i els diferents codis de la classificació internacional de patents.

En plantejar aquest estudi, vaig limitar les meves cerques al període 1900-1929. Aquestes dades vénen donades, pel que fa al marge inferior, per l'origen del camp de recerca en 1899 (any que Marie Curie proposà l'existència del radi i anomenà radioactivitat a les seves emissions) i de les primeres aplicacions a partir de 1904; i pel que fa al marge superior, a la coherència de la base de dades fins a 1929. Respecte a l'elecció de paraules clau de títol, vaig utilitzar denominacions genèriques del fenomen («radioactividad», «radiactividad», «radiación», «radiactivo/a», «radioactivo/a», «radífero/a») i dels cossos radioactius coneguts en aquell període («radium», «radio», «polonio», «mesotorio»). El terme «radio» va plantejar problemes especials per la seva sinonímia amb la transmissió de senyals per ones electromagnètiques, i en aquest cas va caldre filtrar les referències obtingudes. Una primera observació de caràcter terminològic a partir dels resultats obtinguts és que, malgrat que l'Academia de la Lengua Española va proposar la paraula «radiactividad» com a definidora del fenomen i que el principal centre acadèmic de recerca sobre el tema (l'Instituto de *Radiactividad* de la Universitat de Madrid) s'ajustà a aquesta denominació, la pràctica totalitat de les patents utilitzaren la forma alternativa «radioactividad», més propera a l'original francès. Tanmateix, s'observa que les paraules «radium» i «radio» s'utilitzen indistintament fins a principis de la dècada de 1920, en consonància amb el que s'observa en altres fonts, com la premsa o les revistes de divulgació científica del període.

Després d'un procés de filtratge i eliminació de redundàncies, la cerca efectuada va produir un total de 60 patents relacionades amb fenòmens radioactius. Atès el mètode de cerca, basat en el títol, es tracta d'un límit mínim respecte del nombre de patents existent. Mostra d'això és que una cerca complementària, en la qual vaig introduir alguns dels autors obtinguts en la cerca precedent i algunes de les principals companyies productores de radioelements de període (la Banque du Radium, per exemple) va permetre obtenir tres patents addicionals. És possible, doncs, que la forma en què està indexada la base de dades ocultu algunes patents addicionals, tot i que estimo que el seu nombre és petit en relació a les localitzades.

2. <http://historico.oepm.es/>

Amb les 63 patents obtingudes (la primera de les quals està datada el 1906)³ es va construir una base de dades tot recuperant informació sobre el número de patent, títol complet, sol·licitant de la patent, lloc d'expedició, paraula clau utilitzada per recuperar la referència i posada en pràctica (incloent-hi el nombre d'annualitats que va estar vigent). Addicionalment, es va afegir una anotació sobre el camp d'aplicació de la patent, que serviria per classificar-les temàticament. A partir d'aquestes dades he analitzat cinc qüestions transversals: la distribució temporal de les patents, la seva autoria, la distribució geogràfica, la temàtica i la posada en pràctica.

Començant per la distribució temporal, les patents analitzades es distribueixen de manera coherent amb l'evolució de la indústria del radi, que va tenir el seu principal desenvolupament en la dècada de 1920 a causa d'un abaratiment del cost del material i l'extensió dels seus productes a nous camps, com la fabricació de pintures lluminoses o la cosmètica. En qualsevol cas, la comparació amb el volum total de patents (entre 2.000 patents/any de mitjana en el període 1900-1920 i 4.000 patents/any de mitjana per a la dècada de 1920) mostra un nombre relativament baix de patents relacionades amb la radioactivitat (de mitjana, 2 per any).

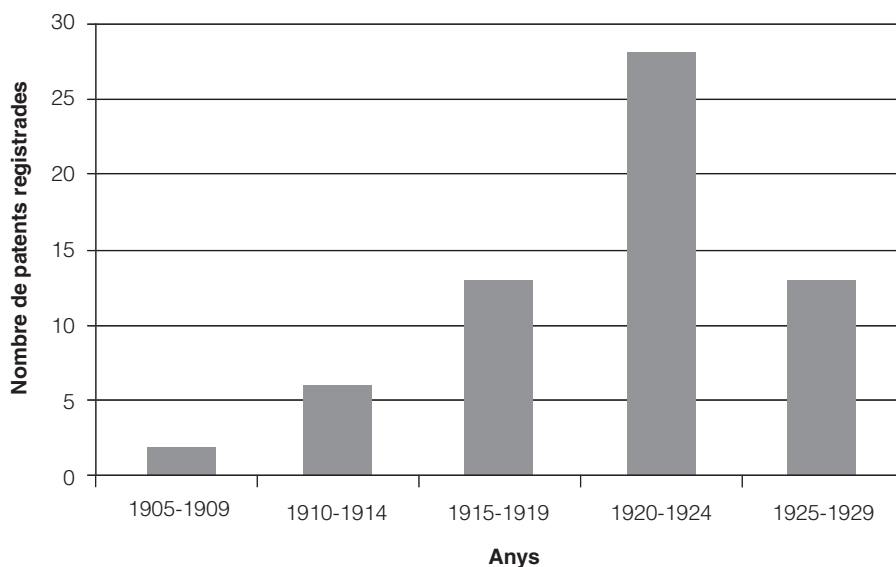


Figura 1. Evolució del nombre de patents relacionades amb la radioactivitat registrades en el període 1905-1929. Font: OEPM.

3. La primera patent espanyola relativa a la radioactivitat (patent 37822) la va presentar Rafael Blázquez Selvós a Madrid el 24 de febrer de 1906, i es titulava «Un procedimiento para radioactivar gases líquidos y sólidos con la emanación de los minerales y cuerpos radiactivos cualquiera que sea la forma el mecanismo funcionamiento de los aparatos que se empleen». La patent es va posar en pràctica i va estar vigent fins al 1910.

En relació amb l'autoria de les patents, ens trobem principalment amb patents registrades per individus. Només un 10% de les patents estan a nom de companyies industrials, totes elles estrangeres. Entre elles, trobem alguns dels principals actors del mercat internacional dels radioelements, com La Banque du Radium, G. o Erich Ebler, que aparentment van considerar les potencialitats del mercat espanyol de cara a l'explotació dels seus descobriments. El petit nombre de patents ens permet aquí una anàlisi individualitzada, que permet descobrir personatges menys coneguts, però no per això poc interessants. Entre ells trobem, per exemple, al radioactivista hongarès Bela Szilard, inventor de nombrosos dispositius basats en la radioactivitat (com el paral·lamps radioactiu) i instruments de mesura. A Espanya, on residí durant la Primera Guerra Mundial, hi va patentar un electròmetre de la seva invenció a Barcelona l'any 1918. Un altre personatge especialment rellevant és Luis Emir Hassan Aloysius d'Asteck-Callery (sic.), autor de 24 de les patents localitzades, i que tracten fonamentalment de l'aplicació de la radioactivitat a processos d'obtenció de derivats del petroli i en menor mesura de l'aplicació del radi a l'enllumenat.⁴

El cas de D'Asteck-Callery és prou singular com per tractar-lo separatament quan examinem la distribució geogràfica de les patents (vegeu taula 1), car la gran quantitat de patents que va presentar (prop d'un 40% del total) pot distorsionar la nostra anàlisi tot mostrant un predomini clar (un 70% enfront del 30%) de les patents registrades per residents a Espanya respecte a estrangers. Si deixem de banda les patents de D'Asteck-Callery (que registrà 24 patents com a resident a Barcelona), les xifres queden més equilibrades, i s'observa una pràctica paritat entre patents presentades per estrangers (17) i residents a Espanya (21), en concordança amb l'equilibri entre unes i altres pràcticament al 50%, que és característic del període (Ortiz-Villajos, 1999). Catalunya, Madrid i el País Valencià apareixen com les regions amb més patents registrades, també en coherència amb els patrons generals del període (Ortiz-Villajos, 1999).

Finalment, he analitzat també la temàtica de les patents registrades, i hi he afegit informació sobre els anys de publicació de la primera patent espanyola de cada àrea per visualitzar el moment en què —suposadament— s'inicia l'interès per cada aplicació (vegeu taula 2). També en aquest cas la presència d'un nucli de patents molt semblants sobre l'ús de la radioactivitat en el processament del petroli presentades per D'Asteck-Callery col·loca les aplicacions de la radioactivitat a la indústria química com les receptores de més patents de manera destacada. Ara bé, si ens fixem en les altres aplicacions, podem parlar d'un notable equilibri entre una gran diversitat d'aplicacions, com ara la producció d'elements radioactius, l'ús d'elements radioactius en la producció de nous materials, l'enllumenat i fabricació de pintures luminescents, la radioteràpia i la radioactivació d'aigües (introducció d'elements radioactius en aigües minerals per a tractaments

4. D'Asteck-Callery hauria sigut col·laborador de Marconi, i és autor de 143 patents entre 1908 i 1929, que abasten des d'explosius fins a elements de transmissió radiofònica, passant per altres instruments elèctrics. Una cerca a l'hemeroteca de *La Vanguardia* revela també la seva presència a una desfilada de cotxes a Barcelona en 1915, i la menció a la seva estada a Amèrica del Sud.

Taula 1. Distribució nacional i regional de les patents relacionades amb la radioactivitat registrades a Espanya entre 1906 i 1929.

País	Patents	Província	Patents
França	6	Barcelona	5
Alemanya	4	Madrid	5
Àustria	3	Alacant	4
Suècia	2	Altres	7
Polònia	1		
Regne Unit	1		
Total residents a l'estranger	17	Total residents a Espanya	21

Font: OEPM.⁵

d'hidrologia mèdica). En menor mesura, trobem altres aplicacions de la radioactivitat, com la cosmètica i la higiene, l'esterilització, la radiografia i la fabricació d'adobs radioactius, o patents relacionades amb instruments dedicats a la mesura de la radioactivitat. Totes aquestes patents es refereixen a aplicacions habituals de la radioactivitat en aquest període, i potser el més interessant és contrastar-les amb les línies de recerca del Laboratori de Radioactivitat de Madrid. Si fem això, veiem que de les tres grans línies de recerca del laboratori (certificació de la radioactivitat d'aigües minerals, prospecció de minerals radioactius i radioagricultura) només la primera va tenir cert impacte quant a les patents. L'absència d'una indústria extractiva important a Espanya, l'escàs impacte de l'agricultura radioactiva i, en general, la manca d'una indústria important dels radioelements al país, que vaig constatar en un estudi anterior (Herran, 2008), queden corroborats per l'anàlisi de les patents.

La debilitat de la indústria de la radioactivitat a Espanya, que s'insinua en el ja comentat baix nombre de patents, es posa de manifest amb més força quan examinem la posada en pràctica de les patents. La documentació conservada a l'OEPM mostra que de les 63 patents relacionades amb la radioactivitat, només set es van posar en pràctica, cosa que suposa un 12% del total, i una xifra força baixa quan considerem que a principis de segle xx prop d'un 30% del total de patents superaven aquesta fase (Sáiz, 2002). En la taula 3 es recullen els títols de les patents posades en pràctica. L'única tendència clara quant a temàtica és que les dedicades a pintures luminescents

5. Les patents corresponents a altres províncies es van registrar a València, Lleida, Màlaga, Saragossa, Oviedo, Mallorca i Guipúscoa. Per evitar distorsions, s'han eliminat del recompte les 24 patents registrades a Barcelona per D'Asteck-Callery.

Taula 2. Temàtica de les patents relacionades amb la radioactivitat registrades a Espanya (1906-1929).

Tema	Patents	Primera patent
Aplicació de la radioactivitat a la indústria química	21	1922
Producció i extracció d'elements radioactius	9	1909
Mètodes per produir materials per addició de radi	9	1913
Enllumenat i pintures luminescents	7	1910
Activació radioactiva d'aigües i líquids	6	1906
Radioteràpia	4	1916
Cosmètica i higiene	2	1923
Aparells de medicació i dosificació	2	1918
Adobs radioactius	1	1922
Esterilització	1	1917
Radiografia i impressió mitjançant radi	1	1925

Font: OEPM.

van ser les que van tenir una posada en pràctica més dilatada (més de 10 anys cadascuna). En els dos casos, es tracta de patents registrades a noms de companyies o autors estrangers. Curiosament, cap de les patents posades en pràctica correspon a procediments patentats per D'Asteck Callery.

Conclusions

L'estudi de les patents d'invenció espanyoles relatives a la radioactivitat permet extreure conclusions tant sobre el desenvolupament d'aquest camp de recerca i indústria a Espanya com sobre la utilitat de les patents com a font per a la història de la ciència en general. En relació amb les primeres, la inspecció de les patents espanyoles confirma resultats previs sobre la història de la radioactivitat a Espanya i, en particular, la tesi sobre l'absència d'una indústria endògena de radioelements al país (Herran, 2008). Per altra banda, ofereix evidència sobre la presència a Espanya d'algunes de les principals firmes comercials de la indústria del radi. La distribució regional i temàtica de les patents també és la que podríem esperar. Madrid i Catalunya apareixen com a principals pols de desenvolupament, mentre que les principals aplicacions registrades a través

Taula 3. Llista de patents espanyoles relacionades amb la radioactivitat posades en pràctica (1906-1929).

Període	Títol de la patent
1906-1910	Un procedimiento para radioactivar gases líquidos y sólidos con la emanación de los minerales y cuerpos radiactivos cualquiera que sea la forma el mecanismo funcionamiento de los aparatos que se empleen.
1909-1914	Procedimiento para obtener el radium y las sustancias ricas en radium.
1910-1921	Una esfera de reloj y manilla con masa luminosa de la que una parte consta de sustancia radioactiva.
1913-1917	Un procedimiento para producir tochos de acero con las aleaciones necesarias de níquel, manganeso, bromo, silicio, radio y titanio y fabricar proyectiles para cañón siguiendo los procedimientos especiales para esta clase de metales.
1915-1919	Un procedimiento para la radioterización o radiumterización de toda clase de artículos sólidos o líquidos ingeribles por la especie humana.
1916-1924	Un procedimiento de administrar el yodo radífero con fin terapéutico.
1916-1929	Alza y mira radioactivas para armas de fuego.

Font: OEPM.

de les patents corresponen als dials lluminosos, la radioteràpia, la hidrologia mèdica i la prospecció. La indústria química és susceptible d'un estudi més detallat. En contrast amb la gran atenció que va rebre l'agricultura radioactiva en el context acadèmic espanyol (Herran, 2007), no s'aprecia un gran impacte a nivell industrial d'aquestes recerques.

Finalment, pel que fa a l'aspecte metodològic, aquest estudi posa de manifest algunes qüestions centrals respecte de l'ús de les patents com a font en història de la ciència. Les patents apareixen com una font extraordinàriament rica per recuperar informació sobre actors secundaris interessants, establir connexions i comparacions entre recerca acadèmica i recerca industrial, i contrastar hipòtesis plantejades a partir de l'examen d'altres tipus de fonts. Ara bé, el seu ús requereix també establir algunes precaucions historiogràfiques. Algunes són relatives a les bases de dades utilitzades, com ara l'elecció de les paraules clau; i altres són més subtils, com ara la constatació que diferents disciplines i camps poden tenir diferents actituds culturals en relació a la producció de patents, i que cal tenir-ho en compte respecte a la comparació quantitativa de patents en àrees tan interdisciplinàries com la radioactivitat. Tanmateix, això es pot aplicar a la comparació internacional de les patents, tot detectant importants diferències nacionals respecte a la relació entre els processos d'innovació i la producció de patents.

Bibliografía

- AMENGUAL, R. R. (2004), «Análisis de la evolución histórica de las máquinas térmicas durante el periodo 1826-1914 a través de las patentes españolas de la época», tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- BOWKER, G. (1992), «What's in a Patent?». In: BIJKER; W. E.; LAW, J. (eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Mass., MIT Press, 53-74.
- CAMBROSIO, A.; KEATING, P.; MACKENZIE, M. (1990), «Scientific Practice in the Courtroom: the construction of sociotechnical identities in a biotechnology patent dispute», *Social Problems*, **37**, 275-319.
- CAYÓN, F. *et al.* (1999), «Patentes y evolución tecnológica del ferrocarril español. 1826-1936». En: MUÑOZ, M. *et al.* (1999), *Siglo y Medio del Ferrocarril en España, 1848-1998. Economía, Industria y Sociedad*, Madrid, FFE.
- CAYÓN, F. (2001), «La introducción de la tecnología eléctrica en la España del siglo XIX: un análisis a través del sistema de patentes», Comunicación al VII Congreso de la AHE, Zaragoza.
- EDGERTON, D. E. H. (ed.), (1996), *Industrial Research and Innovation in Business*, Cheltenham, Elgar.
- GALISON, P. (2003), *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time*, New York, Norton.
- HEILBRON, J. L. (1982), «Fin-de-Siècle Physics». A: BERNHARD, C. G. *et al.* (eds.), *Science, Technology, and Society in the Time of Alfred Nobel*, Oxford, Pergamon, 51-73.
- HERRAN, N. (2007), «Una maravilla agrícola: José Muñoz del Castillo y las primeras investigaciones sobre radioactividad en España». En: HERRAN, N. *et al.* (eds.), *Synergia: Jóvenes Investigadores en Historia de la Ciencia*, Madrid, CSIC, 133-157.
- HERRAN, N. (2008), *Aguas, semillas y radiaciones. El Laboratorio de Radiactividad de la Universidad de Madrid, 1904-1929*, Madrid, CSIC.
- HUGHES, T. P. (1983), *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press
- INKSTER, I. (2004), «Engineers as Patentees and the Cultures of Invention 1830-1914 and beyond. The Evidence from the Patent Data», *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, **6**, 25-50.
- ISRAEL, P.; ROSENBERG, R. (1991), «Patent Office Records as a Historical Source: The Case of Thomas Edison», *Technology and Culture*, **32** (4), 1094-1101.
- KAUFER, E. (1989), *The economics of the patent system*, London, Harwood.
- LESLIE, S.W. (1993), *The Cold War and America Science. The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*, New York, Columbia University Press.
- NOBLE, D. (1977), *America by design. Science, technology and the rise of corporate capitalism*, New York, Knopf.
- ORTIZ-VILLAJOS, J. (1999), «Tecnología y desarrollo regional en España, 1882-1935. Estudio basado en las patentes de invención», *Revista de Historia Económica*, **1**, 11-50.
- PESTRE, D. (2003), «Regimes of Knowledge Production in Society: Towards a More Political and Social Reading», *Minerva*, **41**, 245-261.
- PICKSTONE, J. V. (2000), *Ways of Knowing A New History of Science, Technology and Medicine*, Chicago, University of Chicago Press.
- REICH, L. S. (1977), «Research Patents, and the Struggle to Control Radio: A Study of Big Business and the Uses of Industrial Research», *Business History Review*, **6**, 208-235.
- REICH, L. S. (1985), *The making of American industrial research. Science and business at G.E. and Bell, 1876-1926*, Cambridge: Cambridge University Press.
- ROQUÉ, X. (1992), «Marie Curie and the Radium Industry: A Preliminary Sketch», *History and Technology*, **7**, 267-291.
- SÁIZ, J. P. (1995), *Propiedad industrial y Revolución Liberal. Historia del Sistema Español de Patentes (1759-1929)*, Madrid, Ministerio de Industria y Energía.

SÁIZ, J. P. (2002), «Los orígenes de la dependencia tecnológica española. Evidencias en el sistema de patentes (1750-1900)», *Economía Industrial*, 343, 83-95.

SHINN, T. (1992), «Science, Tocqueville, and the state: The organization of knowledge in modern France», *Social Research*, **59** (3), 533-566.