

FERROCARRIL Y TECNOLOGÍA EN ESPAÑA A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PATENTES, 1826-1936¹

Los procesos de industrialización que se desarrollaron en diversos países europeos y americanos a lo largo del siglo XIX tuvieron en común, independientemente del modelo seguido por cada nación, la necesidad de organizar medios de transporte rápidos y ágiles que permitieran romper con el aislamiento tradicional de las sociedades del antiguo Régimen e integrar mercados nacionales e internacionales antes dispersos y disgregados. Frente a un mundo de producción limitada y ferias locales —donde los precios podían variar enormemente de unas regiones a otras por muy cercanas que estuvieran, se pasó a un universo de máquinas y capitalismo. A partir de entonces fue el problema de la superproducción el que comenzó preocupar. La solución fue profundizar gradualmente en los mercados interiores y abrir brecha en los exteriores. Para ello, en casi todos los países se mejoraron las redes de comunicación tradicionales —caminos, canales, navegación— y se desarrolló lo que acabaría convirtiéndose en el medio de comunicación terrestre más revolucionario del siglo pasado: el camino de hierro.

Efectivamente el ferrocarril ayudó, como ningún otro medio, a integrar mercados y homogeneizar precios pero también provocó importantes enlaces hacia delante y hacia atrás en el proceso mismo de industrialización. La construcción del ferrocarril estimuló en algunos países el desarrollo de la siderurgia, la minería del carbón o la industria de bienes de equipo, produciendo también efectos multiplicadores hacia delante sobre la economía al permitir ensanchar mercados a otras industrias hasta entonces condenadas a una producción local, lo que ayudó a provocar la especialización regional y sectorial de determinadas economías. Si nos centramos en el caso español, este papel teórico del ferrocarril ha sido objeto de numerosos debates, opiniones y polémicas suscitadas por la manera en que éste se construyó (impulso estatal, importación de tecnología) y suficientemente conocidas en el mundo de la historia económica². En todo caso parece evidente que sus efectos a largo plazo fueron cuando menos positivos para la industrialización española.

Peró el objeto esencial de esta ponencia va a discurrir por otros derroteros. Nuestra pretensión es reflexionar sobre la evolución tecnológica del ferrocarril español hasta 1936 utilizando para ello una novedosa fuente documental: las patentes de invención. La documentación histórica sobre patentes permaneció lacrada en España hasta la década de los noventa. El trabajo de Patricio Sáiz en el archivo de la

**FRANCISCO CAYON,
ESPERANZA FRAX,
M^a JESÚS MATILLA, MIGUEL
MUÑOZ, PATRICIO SAIZ**

*Fundación de Ferrocarriles Españoles,
Universidad Autónoma de Madrid y
Oficina Española de Patentes y Marcas.*

Oficina Española de Patentes y Marcas dio lugar a la primera catalogación de las mismas y a la primera tesis doctoral sobre el tema, dirigida por María Jesús Matilla³, que se ocupaba fundamentalmente del período 1759-1878, además de sacar a la luz toda la información legislativa relativa a la propiedad industrial y realizar las primeras publicaciones sobre el tema.

Fruto de nuestro trabajo con las patentes ferroviarias, que no olvidemos sólo son una vía de innovación tecnológica puesto que se puede avanzar a través de la transferencia tecnológica, la copia o, simplemente, a través de la invención no registrada, la primera conclusión es que las invenciones que se protegen mediante patente en la época estudiada son en su inmensa mayoría invenciones incrementales, avances parciales y complementarios cuyo origen es la demanda de soluciones técnicas a problemas concretos. Las invenciones, por lo tanto, seguirían a la producción. Se trata de un problema de demanda. Así, por ejemplo, en aquellos países como España cuyas dificultades orográficas son fuertes se desarrollan importantes porcentajes de patentes relacionadas con sistemas de frenado, o con sistemas específicos para subir pendientes o tomar curvas de pequeño radio, o también sistemas diversos destinados a permitir el cambio de la vía ancha a la estrecha, problema fundamental en el ferrocarril español.

De la misma forma también es posible encontrar patentes radicales, las menos, que pudieron revolucionar la tecnología existente, como pudo ser el caso del TALGO⁴. Pero, en general, responden a líneas de desarrollo técnico que se basan en numerosas invenciones parciales anteriores. En realidad prima la pequeña invención. El cambio técnico ferroviario parece producirse gradualmente a través de numerosísimas patentes y convergencia de líneas de investigación.

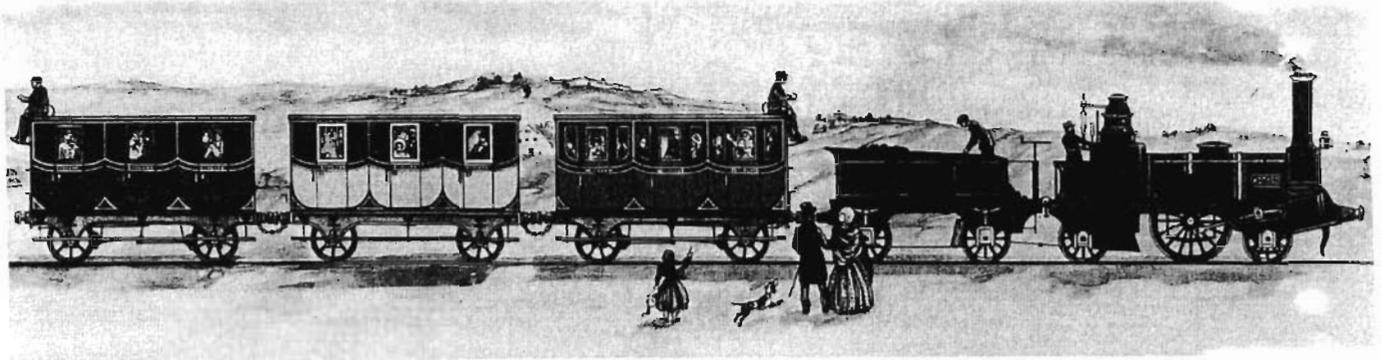
Al analizar individualmente las patentes registradas hemos podido observar que, sin embargo, se presentaron un número moderado de ellas que protegían unidades completas. Por ejemplo, en el caso de la tracción de vapor se registraron 35 patentes que ofrecían nuevos modelos de locomotoras, lo que significaba el 12,2 por 100 de las solicitudes presentadas sobre este tipo de tracción, unas nuevas loco-

motoras que, sin embargo, incluían, lógicamente, componentes que ya habían sido evolucionados con anterioridad. Lo que normalmente se desarrollaban en los inventos patentados eran las diferentes partes que constituían una locomotora de manera parcial: sistemas de alimentación, recalentadores, mecanismos de distribución y, por supuesto, calderas que por sí solas representaron el 51,7 por 100 de las patentes sobre tracción de vapor.

Por lo que respecta al material remolcado lo que predominaba era la invención parcial en cuestiones comunes a coches y vagones (ejes, ruedas, bojes, bastidores, cojinetes, lubricación, suspensión, enganches y topes), es decir, a sus partes constitutivas, patentes que superaban el 53 por 100 del total en este grupo. Las innovaciones en estas cuestiones fueron las que permitieron el avance general en velocidad, capacidad y comodidad de coches y vagones, puesto que pudieron construirse unidades con una mayor longitud y seguridad además de disponer de mayor capacidad para el transporte de pasajeros y mercancías en relación al peso muerto del vehículo. A estas cuestiones le siguieron inventos en piezas accesorias (32,5 por 100), como asientos, camas, puertas, ventanas, refrigeración, iluminación, calefacción, alamas, etc. que, fundamentalmente, permitieron avances en la comodidad. Si sumamos piezas accesorias y auxiliares tenemos en total más del 85 por 100 de las patentes relacionadas con el material remolcado. Por último, los nuevos modelos de vehículos no llegaron al 15 por 100 y en su mayoría fueron vagones y furgones y escasos los coches de viajeros. Esto estaba en sintonía con la realidad del transporte ferroviario en el XIX en el que predominaban los vehículos destinados al transporte de mercancías. De hecho, se necesitaban mejorar y adaptar el material rodante para transportar determinadas materias (de nuevo un problema de demanda) como líquidos, productos perecederos o minerales⁵. Así las invenciones de nuevos modelos de vehículos solían ser vagones cuba, vagones frigoríficos o vagones tolva. Circunstancias similares encontramos en el resto de los grupos tecnológicos en donde los "perfeccionamientos", palabra frecuente en el enunciado de muchas patentes, se convirtieron en el principal objeto de la invención.

Grupos tecnológicos, invención y empresas.

Veamos a continuación, en sus líneas más generales, qué era lo que se patentaba y en qué momentos, lo que nos informará de la trayectoria tecnoló-



gica del sector así como la participación nacional en este proceso. Comencemos con el material móvil puesto que fue el grupo tecnológico de mayor importancia y en el que podemos encontrar notables diferencias entre el material de tracción y el remolcado a la hora de llevar a la práctica los nuevos inventos, lo que sin duda estaba en relación con el hecho de que el material remolcado exigía de menores capacidades tecnológicas para su fabricación, un hecho del que da cuenta la rápida asunción por parte de los constructores nacionales de la práctica totalidad de la fabricación de este tipo de vehículos.

A finales del siglo XIX la industria nacional era capaz de construir la mayor parte de los coches y vagones que circulaban por las diferentes redes, así como buena parte del material auxiliar. En el caso de la tracción de vapor las circunstancias fueron muy distintas. Hasta 1884 no se fabricó ninguna locomotora en España y se tendrá que esperar hasta los años veinte para que este tipo de material fuera construido totalmente en España, limitándose hasta entonces a montar unos equipos que se importaban íntegramente del exterior⁷. Es sintomático también que los inventores nacionales, tanto sociedades como individuos, dirigieran sus investigaciones en mayor medida hacia el material remolcado, lo que vendría dado no solo porque exigía de menores conocimientos técnicos sino también porque tecnológicamente eran más factibles de ser llevados a la práctica en unos talleres nacionales que, salvo excepciones, no estaban excesivamente especializados.

En el caso de las sociedades, aunque las alemanas y francesas fueron las que más patentaron en nuestro país, es relevante el hecho de que en el caso de la tracción de vapor casi el 40 por 100 de las patentes efectuadas por empresas tuvieran un origen alemán, destacando especialmente la Schmidt'sche Heissdampf Gesellschaft m.b.h. con diecisiete patentes, aunque también encontramos a otras muchas como la AEG, Fried Krupp o Knorr-Bremse. Entre las francesas, por su

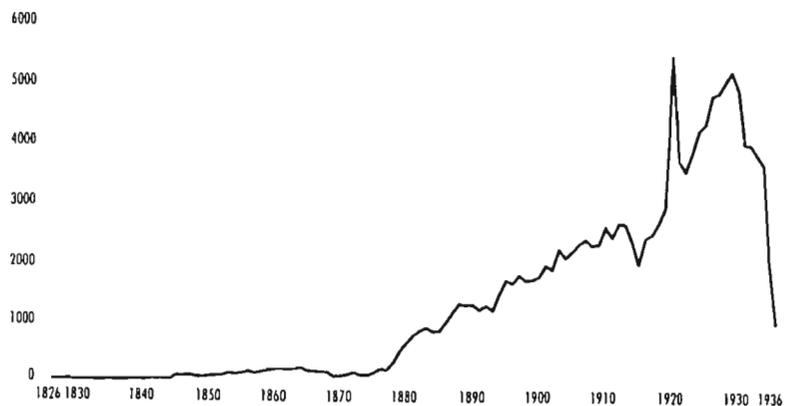
parte, podemos destacar a L'Auxiliare des Chemins de Fer et de l'Industrie, la Société Française des Pompes et Machines Worthington o la Compagnie Fivel-Lille. Se trataba, además, de empresas con un elevado grado de especialización en determinados componentes de las locomotoras, algo que nunca alcanzaron las compañías españolas.

La primera patente relacionada con la tracción de vapor se registró en el año 1862 cuando Vaessen, ingeniero jefe de la casa St. Leonard, sociedad belga que proporcionó algunas de las primeras locomotoras que cubrieron el trayecto Madrid-Aranjuez, presentó un invento que tenía como propósito mejorar la estabilidad de las locomotoras, un problema que preocupó enormemente durante las décadas centrales del siglo XIX. Habría que esperar seis años para que se presentase la primera solicitud que pretendía mejorar aspectos relacionados con las calderas de las locomotoras. Fue Alejandro Friedmann quien patentó un nuevo sistema de alimentación de inyector que sustituía a los utilizados en las primeras locomotoras mediante bombas y caballetes de

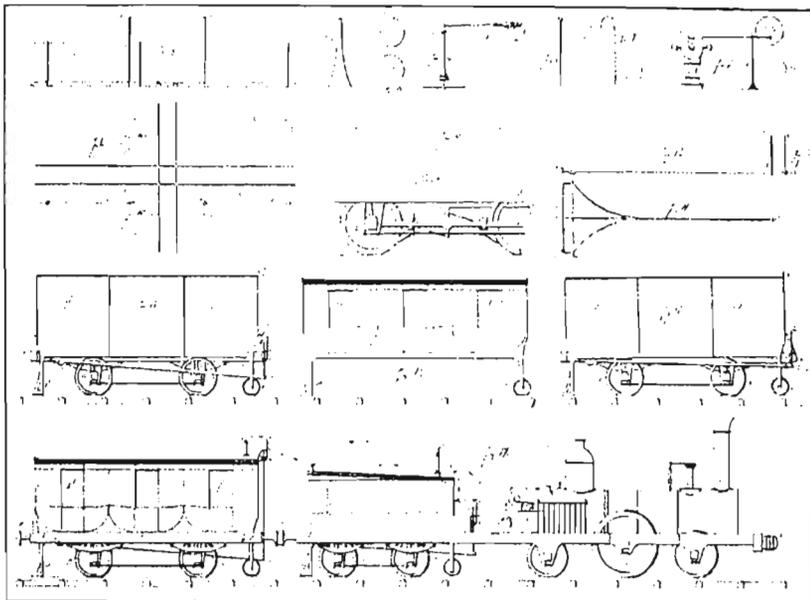
alimentación. Este invento, por ejemplo, sería puesto en práctica en algunas locomotoras de Norte dos años más tarde. Después de la aparición de la doble expansión, que permitió mejorar el rendimiento de las locomotoras al conseguir menores pérdidas de calor, al tiempo que reducía la condensación y, consecuentemente aumentaba la presión, y de cuya primera aplicación ferroviaria tenemos noticias en 1887, se puede considerar que la época de las grandes innovaciones en la tracción de vapor había sido ya superada y existía una tecnología plenamente desarrollada.

A partir de este momento la técnica se decanta por perfeccionar los elementos ya existentes con el propósito de incrementar la capacidad de arrastre de las locomotoras y aprovechar al máximo la energía generada. Surgieron así recalentadores o nuevos sistemas de distribución en los que colaboraron buena parte de las grandes compañías europeas del momento. Todas ellas se ocuparon de patentar en España lo que podría estar en relación con el hecho de que hacia 1900 entramos en un momento de renovación de

Fuente: SÁIZ GONZÁLEZ, J.P., *Inventión, Patentes e Innovación en la España Contemporánea (1759-1936)*, Madrid, OEPM, Ed. Montecorbo, 1998 (en prensa).



Solicitudes de Patentes en España 1826-1936. Hasta 1878 el crecimiento fue lento, porque la economía no iba bien, luego se reanima y fue creciendo hasta el comienzo de la 1ª guerra europea. Al finalizar la guerra vuelve con gran empuje el interés por las patentes. En los años 1931-1936 otra crisis de patentes, esta vez mucho más grave. Parece que la investigación sobre el ferrocarril casi ha terminado.



Patente 1.098 de Manuel Fernández de Castro por un sistema para evitar accidentes en los caminos de hierro, registrado en el año 1853.

del material en otras redes ferroviarias. La inexistencia de series largas de pedidos de nuevo material también condicionó el escaso interés por el desarrollo de tecnologías propias. La inversión necesaria para ello sólo podría justificarse con una amortización suficiente que vendría determinada por la adquisición de un número mínimo de unidades. Como las exigencias y necesidades de las concesionarias variaban con frecuencia, el desarrollo de nuevos modelos podría, en un momento dado, no adecuarse a lo solicitado por la demanda y por lo tanto la rentabilidad obtenida sería nula. Esto no quiere decir que en el caso del material remolcado no hubiera productos desarrollados en España ya que, en muchas ocasiones, la tecnología necesaria no exigía de grandes inversiones, pero lo cierto es que durante este periodo lo normal fue que se utilizaran patentes extranjeras en las que se introducían las modificaciones necesarias para adaptarla a las redes españolas, en especial en lo referente al diferente ancho de vía, o, simplemente, que no se patentasen las innovaciones introducidas igual que sucedía con la tracción.

En general, la evolución técnica del material remolcado se produjo en dos direcciones. Por un lado hacia la progresiva especialización en el tipo de vagones y furgones utilizados para el transporte de las mas variadas mercancías y, por otro, hacia mejoras en los frenos, ruedas, bastidores, ejes, topes, enganches y un largo etcétera de piezas auxiliares que permitieron no sólo aumentar la longitud de los trenes sino también su velocidad y seguridad para lo cual era necesario disminuir el peso muerto del vagón respecto a la carga, reduciendo todo ello en mayores beneficios de explotación.

Dentro del material móvil hay que incluir un apartado específico referido a los sistemas de frenado, dado que se constituyen como un elemento básico

para una correcta circulación ferroviaria. En España se utilizaron básicamente frenos de vacío, siendo poco empleados los de aire comprimido. La tardanza en la aplicación de los frenos neumáticos en los ferrocarriles españoles hizo que finalmente se decantasen por la solución más sencilla tanto en su manejo como en su mantenimiento, y esta solución era la de los frenos de vacío. De todas formas, durante todo el siglo XIX y hasta bien entrado el XX, muchas de las locomotoras que se fabricaron o circularon en nuestro país sólo disponían de freno manual, fundamentalmente de husillo, circulando una gran parte del material remolcado sin ningún tipo de freno, intercalándose los vehículos que llevaban frenos con los que no en una proporción variable dependiendo de si eran de mercancías o viajeros, de las dificultades del recorrido, de la carga del tren, etc.

Hasta los años setenta la presencia de inventores nacionales en este campo tecnológico fue muy abundante, destacando especialmente las figuras de los hermanos Castellví y Canalías, pero pronto fueron las grandes empresas extranjeras las que asumieron el protagonismo, siendo referencia fundamental George Westinghouse, bien de forma individual o a través de sociedades. Una característica especial de las patentes registradas fue el hecho de evitar acumular varias innovaciones en una misma patente, prefiriendo habitualmente dividir en varias las mejoras presentadas. Es de destacar el hecho de que se patentasen en España todo tipo de frenos, tanto de vacío como de aire comprimido en proporción creciente cuando, sin embargo, sólo se utilizaron los primeros. En el caso de los frenos eléctricos, utilizados exclusivamente en este tipo de tracción, la presencia fundamental fue de la Thomson-Houston, en sus diferentes versiones. Los frenos neumáticos por su complejidad no se fabricaron por las empresas

nacionales que se limitaban a la producción de los más sencillos de palanca o mecánicos.

La aplicación de la tracción eléctrica a finales del siglo XIX iba a suponer la apertura de un nuevo campo de investigación. Sin embargo, su mayor desarrollo, que coincide con el cambio de siglo y con la década de los veinte, no iba a significar un retroceso en el número de patentes presentadas sobre tracción de vapor que, por el contrario, intensificaron en el último de estos periodos su ritmo de concesiones. Es este un hecho típico en la trayectoria tecnológica: cuando aparecen posibles sustitutos se incrementa la investigación en los ya existentes con el propósito de rentabilizar unas inversiones en material e instalaciones ya efectuadas y que todavía no habían sido amortizadas.

Las patentes relacionadas con la tracción eléctrica recogieron en España la evolución propia del mercado internacional de patentes, que comenzaron a desarrollarse en el momento en el que se esperaba que podía comenzar la electrificación de los tranvías, patentándose en este caso más por lo esperado que por lo realizado. Un ejemplo de ello puede ser el elevado número de patentes referidas al "canal subterráneo", una opción de transporte de la energía para ferrocarriles que apenas fue empleada en España, pero que sin embargo tuvo numerosas líneas de investigación en Europa a finales del siglo XIX. De todas formas, la tracción eléctrica tardó en incorporarse en los sistemas ferroviarios, una vez superados los problemas técnicos iniciales relativos a la toma de la corriente, la transmisión de la misma o su acumulación, debido a que los costes de instalación de este modo de tracción eran considerablemente más elevados que los de la tracción a vapor. No era sólo que las locomotoras eléctricas fuesen dos o tres veces más caras sino que además tenían el coste adicional de mantener líneas de transmisión de energía, subestaciones e incluso, en ocasiones, instalaciones generadoras propias.

En el tema eléctrico se pueden distinguir tres objetos de invención. Por una parte la tracción ferroviaria propiamente dicha, sobre la que no se comenzó a patentar sino hasta 1883; por otro los sistemas de alimentación, con un inicio más tardío, hacia 1889, aunque con una fuerte presencia hasta los primeros años del siglo XX como consecuencia del desarrollo de los tranvías; y, por último, los propios tranvías, que comenzaron su presencia en el sistema de patentes español en 1873⁹.

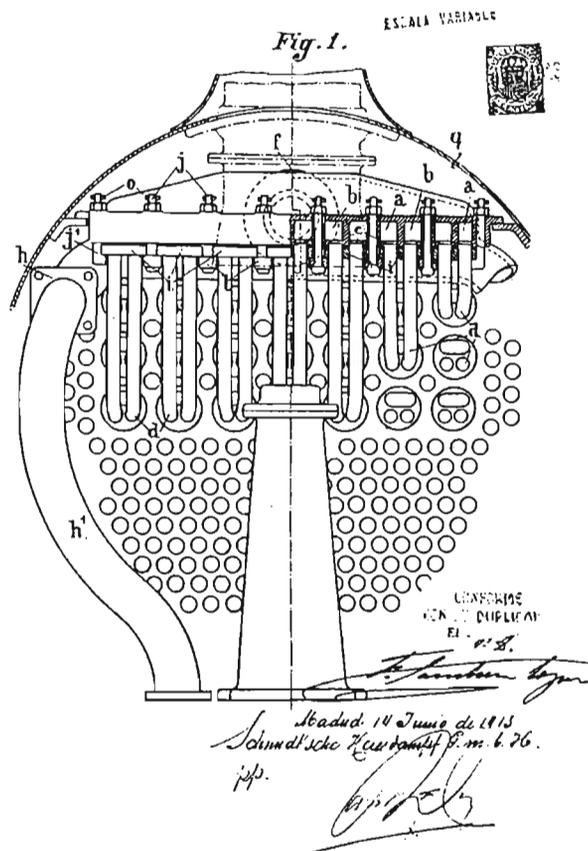
Las sociedades comenzaron a registrar en España inventos aplicables a los tranvías desde la década de 1880 y para ferrocarriles específicamente a partir de 1920, probablemente no tanto porque estas empresas pensaran instalar talleres de fabricación de componentes eléctricos de motores, automotores y locomotoras sino para proteger la invención, evitando así su producción por terceros, y porque por esos

años se empezaban a discutir en España planes de electrificación ferroviaria y las compañías más importantes del sector querían estar presentes planteando sus ofertas sostenidas por patentes registradas. Como en el caso del material móvil los principales países presentes en el sistema fueron Alemania y Francia, aunque en esta ocasión también fue especialmente significativa la aportación de las sociedades suizas, debido al importante desarrollo de tecnología propia en este país, consecuencia de haber optado por un sistema ferroviario ampliamente electrificado, por lo que compañías como la Brown Boveri o Oerlikon tuvieron una significativa importancia en este segmento tecnológico¹⁰.

En el caso alemán la presencia de Siemens fue la más importante, mientras que los franceses registraron inventos especialmente a través de Thomson-Houston y de Constructions Electriques de France. La casi nula presencia norteamericana en el sistema de patentes español, pese a disponer de empresas de la envergadura de General Electric con importantes líneas de investigación en la tracción eléctrica se debió a que las patentes de esta sociedad se registraban en España por medio de la Thomson-Houston, empresa que con 43 patentes destacó especialmente junto con la Brown Boveri que registró 31. La presencia nacional no fue tampoco especialmente representativa, lo que hay que poner en relación con el hecho de que durante muchos años los componentes eléctricos de las locomotoras se fabricasen íntegramente en el extranjero construyéndose en España únicamente la parte mecánica de las mismas. Es decir, nos encontramos con un proceso similar al acontecido con la aparición de la tracción de vapor en donde la industria española tardó mucho tiempo en ser capaz de asumir la fabricación completa de las locomotoras.

Si tardía fue la incorporación de la tracción eléctrica más aún lo fue la combustión interna, además de contar con un número considerablemente menor de patentes. Hay que tener en cuenta que aunque los primeros automotores se empezaron a aplicar en España en la década de los treinta no será sino hasta los años cincuenta cuando su empleo se intensifique. La primera patente se había registrado, no obstante, en 1888 por G. Daimler y aunque su principal aplicación eran los automóviles también tenía un uso ferroviario. El resto de las patentes prácticamente se concentraron entre 1922 y 1935. Hay que tener en cuenta que las locomotoras diesel planteaban, por su naturaleza, una serie de problemas técnicos que tardaron en ser resueltos: falta de elasticidad de su motor, arranques y cambios de marcha difíciles, incapacidad de soportar sobrecargas importantes y dificultad para funcionar a velocidades reducidas. Los motores de combustión interna necesitaban marchar acelerados antes de tirar del coche, lo que contrastaba con el vapor o la tracción eléctrica, que podían desa-

Patente n° 55.804 de la fábrica alemana Schmidt's Superheating Co. Ltd. protegiendo en 1913 un nuevo colector de su recalentador de vapor.



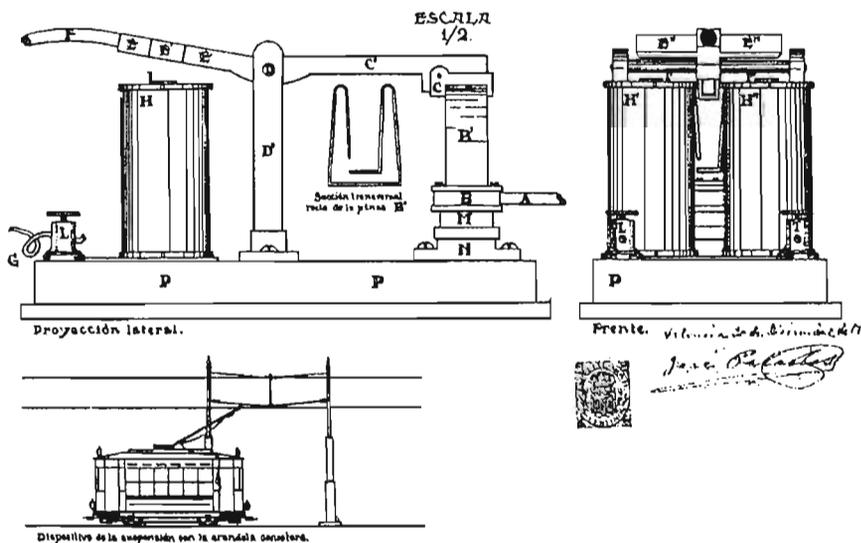
rollar un esfuerzo cuando todavía estaban en reposo. Para solucionar este problema, lo primero que se hizo fue acoplar el motor diesel a un compresor para suministrar aire comprimido a los cilindros de un bastidor y tren de rodadura de una locomotora normal de vapor. La utilización de un fluido hidráulico como medio de transmisión resultó satisfactoria aunque pronto se implantaría la transmisión eléctrica que tenía un rendimiento muy superior.

Hasta el año 1924 no funcionó con éxito la primera locomotora diesel-eléctrica en un servicio comercial, fabricada por las firmas Ingersoll-Rand, General Electric y American Locomotive (ALCO). Sin embargo, era cara y com-

plificada en especial porque había que construir primero una locomotora eléctrica completa para añadir posteriormente un grupo electrógeno diesel para suministrar la necesaria energía eléctrica. Sólo cuando General Motors introdujo una locomotora de este tipo más barata gracias a la producción en serie y la estandarización de las piezas la combustión interna encontró un mercado más amplio y comenzó su verdadera historia.

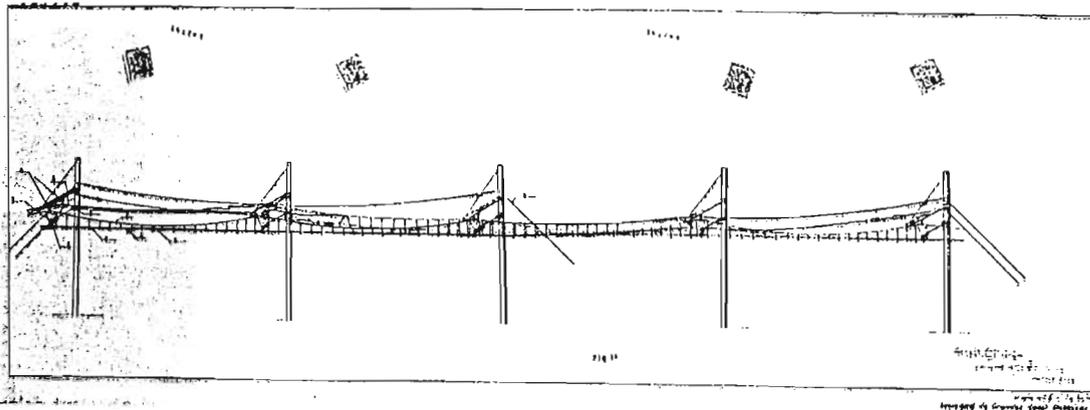
El último grupo tecnológico referido al ferrocarril que hemos analizado es el de la infraestructura y la seguridad. Muy heterogéneo en cuanto a la composición de las patentes, permite sin embargo comprobar con claridad la

PROYECTO DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO



Patente n° 91.977 de José Palacios Gil protegiendo en 1924 un procedimiento de interruptor automático de la corriente para el caso de desprendimiento de las líneas aéreas.

Patente nº
133.794 de la
compañía
española Grandes
Redes Eléctricas,
S. A. protegiendo
en 1934 un
Sistema
perfeccionado de
catenaria
atirantada con
doble
aislamiento.



evolución tecnológica determinada por el uso de nuevos tipos de energía. Esto es especialmente notorio en lo relativo a señalización, enclavamientos, bloqueos, etc. en donde el interés de las patentes presentadas era siempre el de procurar mayores dosis de seguridad en la circulación ferroviaria. De esta manera, encontramos patentes para el movimiento manual de agujas o señales en los primeros años para, con posterioridad, ir apareciendo diferentes sistemas mecánicos de transmisión (funiculares, neumáticos, hidráulicos) hasta que finalmente el mayor desarrollo de la electricidad propició unos sistemas más fiables que, además, permitían disponer de toda la información sobre el estado de la vía en las propias estaciones. Así, podemos encontrar desde la clásica cerradura Bouré hasta los enclavamientos eléctricos de Siemens o Ericsson en una secuencia de clara evolución tecnológica y que además se incorpora en numerosas ocasiones a los ferrocarriles nacionales.

Como en otros grupos tecnológicos, fueron franceses y alemanes lo que con mayor intensidad registraron nuevos inventos, aunque si es posible apreciar una mayor participación de inventores individuales españoles que aportaron soluciones a problemas específicos, unos inventos que fueron llevados a la práctica en múltiples ocasiones aunque no se generalizase finalmente su utilización¹¹. En parte, esta participación nacional estaba relacionada con las especificidades de la red española que tuvieron su principal representante en la figura de Bernardo Puig, quien en 1911 patentó un sistema que facilitaba el cambio de ancho de vía, un problema que no existía en muchos países pero que sin embargo si propició que inventos extranjeros relacionados con esta cuestión se registrasen en España¹². En el tema de la infraestructura también fue relevante la invención nacional, aunque como ya se comentó en el caso de los carriles la mayor parte de los procedimientos patentados se referían a sistemas generales de fabricación de perfiles, que aunque aplicables al ferrocarril servían igualmente para otros usos. El sistema de patentes permite comprobar la larga trayectoria tecnológica que deben recorrer determinados productos desde que se inician las primeras investigaciones hasta que los resultados permiten llevar a la práctica

de manera continuada la innovación. Un caso paradigmático sería el de las traviesas de hormigón que empezaron a ser patentadas a finales del siglo XIX. Fueron muchos los inventos presentados que pretendían no solo dotarlas de mayor elasticidad para evitar su ruptura sino también diseñar sistemas de anclaje que impidiesen su levantamiento al paso de los trenes. Pues bien, a principios de los años cincuenta en la red española seguían utilizándose estas traviesas "a modo de ensayo" y su generalización no comenzó a producirse con regularidad hasta la década de los ochenta. Es decir, ha tenido que transcurrir casi un siglo para que una tecnología que daba sus primeros pasos en el momento de máximo auge de la tracción de vapor se consolide cuando es la Alta Velocidad el modelo ferroviario que busca el siglo XXI.

Estos más de cien años constituyeron la etapa fundamental de la trayectoria tecnológica del ferrocarril. A la altura de 1936 todos los grandes problemas habían sido ya planteados y habían quedado definidas las líneas maestras de sus respectivas soluciones. El sistema de patentes permite reflejar con bastante fidelidad la evolución tecnológica del ferrocarril debido al alto grado de internacionalización del sector, tanto en sus aspectos técnicos como financieros. El análisis de las patentes ferroviarias nos ha permitido también obtener información sobre las estrategias seguidas tanto por las empresas nacionales como extranjeras del sector, sobre la fabricación en España o la importación de los dispositivos patentados.

Junto a todo esto nos ha permitido comprobar como España era un país que, frente a la tradicional visión de que la innovación no interesaba, tenía un elevado número de personas desarrollando nuevos procedimientos y con las inquietudes necesarias como para acceder a este sistema de protección de los inventos. Quizás hayan de buscarse las razones de la falta de explotación de los inventos nacionales en el retraso mismo de las fábricas y talleres del país, en su pobre estructura industrial y económica y en la aversión a todo riesgo financiero. Todo ello dificultaba la posibilidad de que el inventor español pudiera disponer de los medios técnicos y económicos necesarios para el desarrollo y la explotación de su invento.

NOTAS

¹ Los datos para la elaboración de esta ponencia están basados en el libro *Vías Paralelas. Invención del Ferrocarril en España 1826-1936*, FFE, Madrid, 1998, realizado por los mismos autores. Queremos agradecer la colaboración y financiación de este proyecto por parte de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Ministerio de Industria y Energía, Oficina Española de Patentes y Marcas, Aceralia, Amurrio, Iberdrola, INECO y TIFSA.

² Hirschman, A. O., *La Estrategia del Desarrollo Económico*, FCE, México, 1961.

³ Veansé los trabajos de Tortella, Nadal o Gómez Mendoza entre otros. Más recientemente el libro de COMIN COMIN, MARTÍN ACENA, MUNOZ RUBIO Y VIDAL OLIVARES, *150 Años de Historia de los Ferrocarriles Españoles*, Madrid, Anaya-FFE, 1998.

⁴ SAIZ GONZÁLEZ, P. *Invención, Patentes e Innovación en la España Contemporánea (1759-1936)*, Madrid, 1998 (en prensa).

⁵ Alejandro Goicoechea el inventor del Talgo, registró su primera patente en 1927. Se trataba de un sistema de soldadura eléctrica para vagones que permitía aligerar el peso de las unidades. Era lo que hemos considerado como un invento incremental. Nueve años después, patentó un sistema completo de vagones, e incluso de tracción, antecedente directo en su faceta conceptual de lo que a finales de la década de los cuarenta se convertiría en el Talgo, probablemente la principal aportación española en el desarrollo del ferrocarril.

⁶ La mayor importancia de los vehículos destinados al transporte de mercancías en el sistema ferroviario queda puesta de manifiesto al considerar que en los primeros años de la década de los treinta tanto en MZA como en Norte, las dos grandes concesionarias, el 94 por 100 de su material remolcado se correspondía con vagones y furgones de diversos tipos.

⁷ Hasta el año 1900 en España sólo se habían construido 21 locomotoras de vapor cuando en las diferentes concesionarias el parque de este tipo de material estaba próximo a las 1.700.

⁸ No obstante, sí podemos encontrar algunas patentes solicitadas por diversas empresas españolas relevantes en la época. Probablemente fue Mariano del Corral quien utilizó en mayor medida el sistema de patentes. De esta manera en 1900 obtuvo una primera patente por un procedimiento para la construcción de vagones mixtos con bogies o carros giratorios a los que dio el nombre de "Corral" para pasar de la vía estrecha a la normal. También en 1919 obtuvo otra patente que mejoraba el sistema de cierre y descarga automática de los vagones tolvas; Material Móvil y Construcciones también patentó en 1924 alguno de sus inventos, aunque su entidad tecnológica era menor, ya que se trataron de unos pestillos de cierre para puertas correderas de tranvías y ferrocarriles o un banco reversible; por su parte, Herrederos de Ramón Múgica patentó también en 1924 un sistema de persianas enrollables para ferrocarril; mientras que CAF registró en 1925 un bastidor metálico para ventanas.

⁹ Hay que tener en cuenta que los primeros tranvías que se pusieron en funcionamiento en España, en concreto en Madrid y todavía con tracción de sangre, se inauguraron en 1871. La electrificación de los tranvías españoles no



empezó hasta 1897 en Bilbao, sumándose a continuación Madrid y Barcelona en un rápido proceso que llevó a la total electrificación de las líneas en pocos años.

¹⁰ Una situación semejante se vivió también en Italia, en donde la disponibilidad de importantes centrales hidráulicas y la escasez de carbón también favoreció la opción eléctrica. Sin embargo, allí no se desarrolló una tecnología propia, quizás por ese atraso que guió a los países mediterráneos.

¹¹ Quizás el más conocido fuera el del Teledikto Eléctrico Ferroviario de Teodoro Rodríguez Fernández, un sistema de regulación de la circulación que en 1894 fue utilizado entre las estaciones de El Escorial y Villalba.

¹² Este fue el caso de la patente presentada en 1919 por Linke-Hofmann-Werke A. G. quienes habían ideado un sistema que trataba de solucionar el problema que existía para la comunicación entre los ferrocarriles alemanes y los rusos, donde también se daba un ancho de vía distinto.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- AHRONS, E. L., The british steam railway locomotive. From 1825 to 1925.
- ARENILLAS MELENDO, J. La tracción en los ferrocarriles españoles: evolución histórica y situación actual. Madrid, Renfe, 1986.
- CAYÓN, F., FRAX, E., MATILLA, M^a J., MUÑOZ, M. y SÁIZ, J. P., Vías Paralelas. Invención y Ferrocarril en España 1826-1936, FFE, Madrid, 1998.
- CAYÓN, F. y MUÑOZ, M. La Industria de Construcción de Material Ferroviario. Una Aproximación Histórica, Madrid, Fundación Empresa Pública, 1998.
- Cien años de ferrocarriles en España. Madrid, Comisión Oficial de la Conmemoración del Centenario de los ferrocarriles en España, 4 volúmenes, 1948.
- COMÍN COMÍN, MARTÍN ACEÑA, MUÑOZ RUBIO y VIDAL OLIVARES, 150 Años de Historia de los Ferrocarriles Españoles, Madrid, Anaya-FFE, 1998.
- "Evolución del Material Móvil", Ferrocarriles y Tranvías, vol.18, num.207, noviembre 1951.
- FERNÁNDEZ SANZ, F. La construcción de locomotoras de vapor en España, Madrid,

Ediciones de Estudios Ferroviarios, 1982.

FERRER, V. Señales ferroviarias. Historia y evolución de la señalización mecánica en España, Barcelona, Técnica y Documentación, 1983.

FRAX, E., MATILLA, M^a J., MUÑOZ, M. y SÁIZ, J. P., "El Sistema de Patentes en España en el siglo XIX: el Sector Marítimo", en Puertos Españoles en la Historia, Madrid, CEHOPU, CEDEX, 1994.

FRAX, E., MATILLA, M^a J., MUÑOZ, M. y SÁIZ, J. P., "La Innovación Tecnológica en los Puertos Españoles en el siglo XIX a través del Sistema de Patentes", en Actas del Coloquio Internacional El Sistema Portuario Español (siglos XVI-XIX), Madrid, CEHOPU, CEDEX, 1996.

GARCÍA LOMAS Y COSSÍO, J. M. Fundamentos históricos de la explotación técnica de Ferrocarriles. Vol. II. S.I, s. a. (mecanografiado).

GARCÍA TAPIA, N. Patentes de Invención Españolas en el Siglo de Oro, Madrid, OEPM, 1990.

GIBERT Y SALINAS, A. La electrificación de los ferrocarriles en España, empresa nacional. Separata de Anales de la Asociación de Antiguos Alumnos del ICAI, 1935.

GÓMEZ MENDOZA, A. Ferrocarril, Industria y Mercado en la Modernización de España, Madrid, Espasa-Calpe, 1989

HERETER, L. y MIQUEL, M. La locomotora. Su evolución, cálculo, funcionamiento y construcción, Barcelona, Apolo, 1923.

HIRSCHMAN, A. O., La Estrategia del Desarrollo Económico, FCE, México, 1961.

LANDES, D.S., Proceso tecnológico y revolución industrial, Madrid, Tecnos, 1979.

LUBAR, S. "The Transformation of Antebellum Patent Law", en Technology and Culture num. 4, October 1991.

MAC NEILL (ed.). An Enciclopedia of the History of Technology. I. London, Routledge, 1990.

MACLEOD, C. Inventing the Industrial Revolution. The English Patent System, 1660-1800, Cambridge, Cambridge University Press, 1988.

MATILLA, M^a J. y SÁIZ, J. P., "Invención e Innovación en el Sector Ferroviario. España (1844-1862)" en Actas VIII Congreso Internacional para la Protección del Patrimonio Industrial, Madrid, CEHOPU, CEDEX, 1995.

MORI, G. La Revolución Industrial, Barcelona, Crítica, 1983.

MUNOZ RUBIO, M., Renfe (1941-1991) Medio Siglo de Ferrocarril Público, Madrid, Luna, 1995.

MUNOZ, M. y SÁIZ, J. P., "Inventario de Patentes de Invención sobre Buques y Puertos. España (1878-1900)", en Puertos en la Historia, Madrid, CEHOPU, CEDEX, 1994.

MZA (Madrid, Zaragoza, Alicante), Estudio sobre la Existencia y Necesidad de Vagones en la Compañía de MZA, 1909.

MZA (Madrid, Zaragoza, Alicante), Inventario de Máquinas, Tenders, Coches, Furgones, Vagones y Grúas Móviles, 1910.

MZA (Madrid, Zaragoza, Alicante), Inventario de Máquinas, Tenders, Coches, Furgones, Vagones y Grúas Móviles en 31 de Diciembre de 1934. Madrid, Sucesores de Rivadeneyra S. A., 1935.

NADAL, J., CARRERAS, A. y MARTIN ACENA, P., España: 200 años de tecnología, Barcelona, 1988.

NORTE (Caminos de Hierro del Norte de España), Estado General del Material Móvil. Coches, Furgones y Vagones. Madrid, Imprenta Central de los Ferrocarriles, 1932.

NORTE (Caminos de Hierro del Norte de España), Existencia de Coches, Furgones y Vagones. Imprenta Central de los Ferrocarriles, Madrid 1928.

ORTIZ VILLAJOS, J. M. Tecnología y Desarrollo Económico en la España Contemporánea. Estudio de las Patentes Registradas en España entre 1882 y 1935. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid 1998.

ORTIZ VILLAJOS, J. M., La Innovación Tecnológica en la Economía Española. Estudio Sectorial de las Patentes Solicitadas en España entre 1882 y 1935, Madrid, Fundación Empresa Pública, 1998.

PENROSE, E.T. La Economía del Sistema Internacional de Patentes, Madrid, Siglo XXI, 1974.

PLASSERAUD, Y. y SAVIGNON, F., L'Etat et L'Invention. Histoire des Brevets, Paris, INPI, 1986.

SÁIZ GONZÁLEZ, J. P. Invención, Patentes e Innovación en la España Contemporánea (1759-1936), Madrid, OEPM, Ed. Montecorbo, 1998 (en prensa).

SÁIZ GONZÁLEZ, J. P. Las Patentes y la Economía Española (1826-1878), Madrid, Fundación Empresa Pública, Doc.9606, 1996.

SÁIZ GONZÁLEZ, J. P. Legislación Histórica sobre Propiedad Industrial (España 1759-1929), Madrid, OEPM, 1996

SÁIZ GONZÁLEZ, J. P. Propiedad Industrial y Revolución Liberal. Historia del Sistema Español de Patentes (1759-1929). Madrid, OEPM, 1995.

SÁIZ GONZÁLEZ, J. P., "Inventario de Privilegios de Invención sobre Buques y Puertos. España (1759-1878)" en Puertos Españoles en la Historia, Madrid, CEHOPU, CEDEX, 1994.

SCHMOOKLER, J. Invention and Economic Growth. Cambridge, Mass., 1966.

SERVICIO DE ESTUDIOS del Banco Urquijo, La Industria de Material Ferroviario en España, Madrid, 1961.

SULLIVAN, R. J., "The Revolution of Ideas: Widespread Patenting and Invention during the English Industrial Revolution", The Journal of Economic History, Vol.50, n^o 2, junio 1990.

VERGARA, J.M., Ensayos Económicos sobre Innovación Tecnológica, Madrid, Alianza, 1989.