

X Congreso Internacional de Historia Ferroviaria Alcázar de San Juan, 24-25-26 de junio de 2026

Sesión IX General

Sessão Geral IX

General Session IX

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

The Enlightenment on the tracks: The first Spanish technical railway texts of the nineteenth century and their relationship with technology and social progress

A Ilustração nos caminhos-de-ferro: os primeiros textos técnicos espanhóis do século XIX e a sua relação com a técnica e o progresso social

NOMBRE Y APELLIDOS: TOMÁS MARTÍNEZ VARA Y FRANCISCO DE LOS COBOS ARTEAGA

Universidad Complutense de Madrid y Universidad de Castilla-La Mancha

Dirección de correo electrónico toasmv@ccee.ucm.es
Fco.Cobos@uclm.es

Comunicación de acceso abierto distribuido bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). / Comunicação de acesso aberto distribuída sob uma [Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). / Open access paper under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).**

Resumen: Este texto examina la transferencia del conocimiento ferroviario en España durante la primera mitad del siglo XIX. El atraso económico, la inestabilidad política y la ausencia de instituciones técnicas consolidadas obligaron al país a recurrir a traducciones de obras extranjeras. Fue en este contexto donde intelectuales y científicos asumieron la tarea de mediadores culturales. Cabe destacar su exilio durante el absolutismo fernandino que, en contrapartida, les facilitó acceder a las obras, talleres y publicaciones técnicas sobre el ferrocarril, lo que les permitió conocer de primera mano los avances ferroviarios europeos. Ahora bien, la orografía y las condiciones particulares españolas exigían una adaptación cuidadosa de la tecnología ferroviaria europea. Precisamente por ello, los autores propusieron líneas cortas y modelos alternativos que pudieran ajustarse mejor al territorio peninsular. Pese a estos esfuerzos, su aporte al conocimiento técnico resultó limitado y testimonial. Tal situación consolidó la dependencia tecnológica respecto al exterior, rasgo que marcaría el desarrollo ferroviario español en las décadas venideras.

Palabras clave: Conocimiento técnico; Comunidades de Práctica; Ferrocarril; Transferencia tecnológica; Ingeniería ferroviaria.

Abstract: This text examines the transfer of railway knowledge in Spain during the first half of the nineteenth century. Economic backwardness, political instability and the absence of consolidated technical institutions forced the country to resort to translations of foreign works. It was in this context that intellectuals and scientists took on the task of cultural mediators. It is worth noting their exile during Fernandino's absolutism which, in return, facilitated their access to works, workshops and technical publications on the railway, which allowed them to know first-hand the European railway advances.

However, the orography and the Spanish conditions required a careful adaptation of European railway technology. Precisely for this reason, the authors proposed short lines and alternative models that could be better adapted to the peninsular territory. Despite these efforts, their contribution to technical knowledge was limited and testimonial. This situation consolidated technological dependence on the outside world, a feature that would mark Spanish railway development in the decades to come.

Keywords: Technical knowledge; Communities of Practice; Railway; Technology transfer; Railway Engineering

Resumo: Este texto examina a transferência do conhecimento ferroviário em Espanha durante a primeira metade do século XIX. O atraso económico, a instabilidade política e a ausência de instituições técnicas consolidadas forçaram o país a recorrer a traduções de obras estrangeiras. Foi neste contexto que intelectuais e cientistas assumiram a tarefa de mediadores culturais. Vale a pena notar o seu exílio durante o absolutismo Fernandino que, em troca, facilitou o acesso a obras, oficinas e publicações técnicas sobre a ferrovia, permitindo-lhes conhecer em primeira mão os avanços ferroviários europeus.

No entanto, a orografia e as condições particulares espanholas exigiram uma cuidadosa adaptação da tecnologia ferroviária europeia. Precisamente por esta razão, os autores propuseram linhas curtas e modelos alternativos que poderiam ser melhor adaptados ao território peninsular. Apesar destes esforços, a sua contribuição para o conhecimento técnico foi limitada e testemunhal. Esta situação consolidou a dependência tecnológica do mundo exterior, uma característica que marcaria o desenvolvimento ferroviário espanhol nas décadas seguintes.

Palavras-chave: Conhecimento técnico; Comunidades de Prática; Caminhos de ferro; Transferência de tecnologia; Engenharia Ferroviária

INTRODUCCIÓN

En las sociedades europeas del siglo XIX, los científicos e intelectuales más activos, influidos por las corrientes del liberalismo y el positivismo, interpretaron la llegada del ferrocarril como un elemento clave para afianzar la confianza en el desarrollo de los intereses materiales, la unidad del territorio y el progreso de la sociedad. En España, este nuevo medio de transporte suscitó el interés de autores diversos, heterogéneos, quienes, a partir de sus viajes, recopilaron observaciones y redactaron informes sobre las posibilidades de los caminos de hierro. Dichos trabajos se realizaron en un contexto de un país atrasado, rural, poco poblado, con muy escasa capacidad productiva, y con una inestabilidad política crónica. La escasez de medios limitaba la inversión en infraestructuras, en salud pública y en educación. En semejantes condiciones, no debe sorprender el déficit de educación formal y la inexistencia de enseñanzas técnicas regladas.

El marco teórico de este análisis se apoya en la propuesta del sociólogo Collins (2010), quien distinguió dos formas de conocimiento. Por una parte, el saber explícito se caracteriza por circular entre expertos, en entornos institucionales, y adoptar la forma de un corpus documental formalizado y transmisible mediante soportes estandarizados en manuales, artículos científicos o patentes. Y, de forma complementaria, pero necesaria, el conocimiento tácito. Este se genera y desarrolla a través de la experiencia práctica directa en las interacciones entre miembros de comunidades científicas, profesionales o laborales específicas. Se trata de un “saber cómo” hacer las cosas, que se adquiere en el trabajo como consecuencia de los vínculos sociales obligados. Como un matiz de esta distinción, Wenger (1998) aportaba el concepto de comunidades de práctica: Grupos que reúnen a personas con intereses, inquietudes o pasiones compartidas dentro de una actividad específica. A través de las interacciones que sus miembros desarrollan de forma continuada, se establecen vínculos tanto emocionales como intelectuales que fortalecen la identidad colectiva y el sentimiento de pertenencia al grupo. Este proceso contribuye, a su vez, a asimilar conocimientos especializados y a generar competencias tan específicas como necesarias para resolver eficazmente problemas en el ámbito laboral.

Este estudio plantea la hipótesis de que la difusión del conocimiento sobre los caminos de hierro en España durante la primera mitad del siglo XIX respondió a un proceso de transferencia asimétrica en el sentido transversalista planteado por Shinn y Ragouet (2005). El análisis parte de la idea de que, para lograr su desarrollo ferroviario, el país hubo de afrontar obstáculos estructurales con el fin de integrar de forma plena las dos formas de saberes de Collins: el codificado, propio de normas y manuales (el llamado por Mokyr (2009) prescriptivo), y el tácito, vinculado a la práctica y la experiencia. Por eso, como hipótesis central se sostiene que la doble carencia configuró un modelo tecnológico dependiente y tardío respecto a Europa. La llegada de tecnología del extranjero a España ocurrió sin que existieran comunidades locales con capacidad para generar y transmitir la pericia necesaria para operar los ferrocarriles de forma óptima.

Este desencaje convirtió a España, durante décadas, en un país paradigmático de la dependencia del capital exterior, pero también de técnicos y mano de obra cualificada (capital humano). La formación de un personal especializado en centros docentes de carácter científico-técnico requería un esfuerzo económico y organizativo que el país no estaba en condiciones de afrontar. Como los recursos económicos, cualquiera fuera su procedencia, resultaban insuficientes, las contadas instituciones docentes (escuelas industriales, de ingeniería y artes y oficios) creadas antes o durante la primera mitad del siglo XIX, arrastraban una vida lánguida.

Como ha señalado Landes (1969), la adopción de tecnologías desarrolladas en el exterior no precisaba de grandes inversiones en educación formal (sí las requería mantenerlas y desarrollarlas). Siempre existía la posibilidad de importar dicha tecnología y atraer, con incentivos de todo tipo, el personal técnico necesario, sin olvidar asimismo que, en el caso de los trabajadores cualificados, el aprendizaje -el saber cómo- podría realizarse in situ, dentro de los talleres ferroviarios, gestionando las estaciones o conduciendo las máquinas. Y eso fue exactamente lo que sucedió en España con los ferrocarriles. En cualquier caso, las fuentes técnicas de la época permiten constatar cuán profunda fue en el ámbito ferroviario la brecha entre el conocimiento formal disponible -literatura proveniente en general de técnicos extranjeros- y la capacidad para desarrollar un conocimiento tácito y autóctono, un hecho tan incontrovertible como difícil de medir.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

Aunque el tema no ha sido en realidad trabajado, sí se han hecho algunos aportes de indudable interés desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, las reflexiones que desde el punto de vista lexicográfico ha realizado Rodríguez Ortiz (1998) sobre las primeras traducciones en España. Estas fueron -explica- los primeros textos en lengua española que tratan asuntos técnicos, realizados durante el segundo cuarto del siglo XIX a partir de tratados y manuales franceses o de traducciones del inglés al francés, y cuando en Europa la tracción a sangre coexistía con la tracción a vapor.¹

Quienes esto escriben examinaron en 2009 la literatura ferroviaria aparecida en España desde los comienzos de la construcción de los caminos de hierro hasta el año de la nacionalización del sector en 1941. Una contribución relevante del artículo fue la relación de autores extranjeros reseñados, algunos un tanto olvidados (Martínez Vara y De los Cobos, 2009). Años después, Martínez Vara y Ramos Gorostiza (2016), basándose en la información proveniente de las ponencias sobre gestión de personal presentadas en los congresos ferroviarios de la época, examinaron los requerimientos formativos que las ferroviarias, siguiendo el modelo francés y la metodología de los mercados internos (cuya existencia constaron), exigían en España para acceder a determinadas categorías profesionales básicas.

Los viajes de los directivos y técnicos al exterior por diversos motivos (viajes de estudios, visita y participación en las exposiciones universales, participación en los debates de congresos internacionales) han sido siempre uno de los principales y más fértiles mecanismos de transferencia de conocimiento y de tecnología, entendida esta como un movimiento de capital intelectual de un entorno económico- social a otro, que resulta clave para el crecimiento y el desarrollo de países y regiones. Sobre este particular trató el número monográfico 49 de *TST*, coordinado por Martínez Vara y Muñoz Rubio (2022).

Finalmente, Cobos (2025), en un estudio muy reciente, ha demostrado, a partir de análisis comparativos entre diversos países europeos y Estados Unidos, que la transferencia del conocimiento alcanzó mayor profundidad y estabilidad cuando se sustentó en redes

¹ Cabe señalar que, durante esta época, los términos “camino de hierro” y “ferrocarril” se empleaban aún de manera indistinta, sin considerar el tipo de tracción, ya fuera de sangre o a vapor, lo que puede dar lugar a confusiones en la interpretación histórica.

nacionales de expertos capaces de adaptar el saber abstracto al contexto ferroviario específico. Para ello -dice Cobos- resultó decisivo disponer de un tejido laboral cuyas competencias se aprendían, modificaban y consolidaban mediante la práctica. Ejemplos ilustrativos al respecto los encontramos en Alemania y Francia, donde las innovaciones ferroviarias se integraban en sistemas profesionales que combinaban la formación técnica, la tradición artesanal y los vínculos entre empresas, ingenieros y operarios. Todo lo contrario, sucedió en España donde fue necesario atraer, mediante remuneraciones elevadas, a técnicos y trabajadores cualificados foráneos, mayoritariamente franceses. Lo que afianzó la dependencia tecnológica del exterior y retrasó el surgimiento aquí de saberes contextualizados; no así de los tácitos, pues los operarios españoles podían aprender de los expertos foráneos contratados (la conducción de máquinas, por ejemplo).

Este trabajo se centra en las primeras traducciones hechas en España. Y ello no tanto porque fueran -como señaló Rodríguez Ortiz (1998) - los primeros textos en lengua española que abordaron asuntos técnicos entre el segundo y tercer cuarto del siglo XIX (cuando aparecen los primeros manuales autóctonos como los de Espinosa o Valdés), sino porque, como se verá a continuación, sus traductores reflexionaron, de forma un tanto superficial, sobre el modelo ferroviario que debía adoptarse en el caso español, teniendo en cuenta, como condicionantes clave a la hora de la construcción, la orografía, la naturaleza y el volumen de las cargas, el número de viajeros, así como los beneficios esperados.

Dado el esfuerzo que realizaron en la difusión del saber técnico, parece obligado indicar ciertos rasgos biográficos de estos traductores en el contexto histórico en el que desarrollaron su actividad, prestando particular atención a su titulación y a la formación recibida en cada caso. Para ello nos serviremos de las biografías existentes, algunas de las cuales aportan información valiosa, aunque rara vez -eso sí- de carácter propiamente ferroviario. Una excepción a este respecto es, como se verá más adelante, el excelente estudio de Ángel M.^a Ormaechea (2021) dedicado a Gregorio González Azaola. La formación diversificada fue uno de los rasgos comunes más destacados del conjunto de traductores. De todo ello se ocupa el apartado segundo del texto. En el tercero se reflexiona sobre la viabilidad del ferrocarril (de sangre y a vapor) según estos autores, y también sobre sus distintas propuestas de factibilidad

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

técnica y económica. Y en el cuarto se exponen las consideraciones que algunos autores realizaron sobre la estructura y el trazado de la red (radial o reticular). La principal conclusión es que la contribución de estos científicos e intelectuales españoles al conocimiento ferroviario durante la primera mitad del siglo XIX fue limitada, testimonial si se prefiere.

1. LOS INTERMEDIARIOS DEL SABER EXPLÍCITO

En 1830 se inauguró el ferrocarril Liverpool-Manchester, el primero diseñado específicamente para la locomoción de vapor y como transporte común. El nuevo medio ofrecía un transporte más barato, rápido, regular y seguro. La nueva tecnología del transporte (la locomotora de vapor y sus inseparables compañeras, las vías de hierro o acero) despertó una enorme fascinación en todo el mundo, erigiéndose en el paradigma del desarrollo económico. España no constituyó ninguna excepción. El marco histórico y las condiciones en las que se fraguó el saber técnico sí fueron, sin embargo, diferentes (incluso opuestos) a los de los otros países desarrollados de entonces, en los que se dispuso de instituciones flexibles, capaces de adaptarse a los cambios del entorno, y se promovió una nueva actitud hacia el conocimiento técnico (y su difusión) basada en la tolerancia intelectual (Mokyr, 2009).

En efecto, desde 1808 España atravesaba un período sumamente azaroso, muy complejo, caracterizado por el atraso económico, la pobreza generalizada, la rigidez institucional y una inestabilidad política crónica, con continuas transferencias de poder. En 1814, Fernando VII, dentro de una coyuntura económica adversa, abolió la obra liberal, esfumándose con ello cualquier atisbo de cambio en el modelo educativo y técnico tradicional heredado, con muy escasas instituciones del conocimiento.² Tras el breve interludio del Trienio Liberal (1820-1823),

² La mayor parte de las pocas iniciativas docentes e investigadoras eran de carácter privado, como el Seminario de Vergara o las cátedras y escuelas de química, mineralogía, náutica o mecánica patrocinadas por consulados, juntas de comercio y sociedades económicas. Bajo iniciativa pública, además de los colegios vinculados a la Armada, debe recordarse el Real Gabinete de Máquinas (1788), impulsado por los pensionados que se habían formado en la *École des Ponts et Chaussées*, y la Real Escuela de Mineralogía. Esta última inspiró la fundación de la Escuela de Caminos y

que daría importancia al cultivo de las ciencias aplicadas -muy marginadas hasta entonces-, Fernando VII, apoyado por los franceses, retomó la represión, ahora infinitamente más grave que la de 1814. El exilio fue el camino obligado para los liberales en sus diversas militancias y creencias, viéndose España así privada de una buena parte de su minoría culta, lo que supuso una regresión sin paliativos para el pauperizado país.³

Lo primero que se hizo en el ámbito de la enseñanza técnica fue depurar a los profesores (¡y de qué manera!), cerrando por segunda vez la Escuela de Caminos. Se tomaron medidas que afectaron negativamente al Ejército y a la Armada, como la supresión de academias, colegios y escuelas militares públicas y privadas, por entender que su profesorado difundía ideas liberales, ilustradas o contrarias al absolutismo.⁴ Uno de los afectados (desterrado a Alcoi) fue Juan Subercase, diputado a Cortes por Valencia.⁵ Más adelante, entre 1837 y 1848, y nuevamente en 1855 y 1856, el valenciano sería director de la Escuela de Caminos. Subercase estuvo muy atento a lo que sucedía al otro lado de los Pirineos, y él sería quien sentó las bases del posterior desarrollo ferroviario español. El Informe Subercase (1844) ha sido considerado la carta fundacional de los ferrocarriles españoles.

Un oasis en medio de casi la nada lo representó, sin embargo, la creación en 1824, por parte del ministro de Hacienda Luis López Ballesteros, del Real Conservatorio de Artes, siguiendo los consejos del ilustrado Juan López de Peñalver. Esta institución abriría una vía institucional hacia la ingeniería industrial moderna en una España mayoritariamente rural (la tecnología del vapor se limitaba entonces a la

Canales (1802). Fue clausurada en 1808 -varios profesores, afrancesados y liberales, fueron perseguidos- y reabierta entre 1820 y 1823 (Ocampo y Antuña, 2020: 130-131).

³ Se persiguió a numerosos científicos, profesores y técnicos, vinculados al liberalismo. Una vez en el exilio, especialmente en Francia e Inglaterra, lograron integrarse en las redes de conocimiento europeo, y contribuyendo a la difusión y modernización de las ciencias y las técnicas.

⁴ Para la ingeniería militar y su peso en las obras públicas en aquel entonces, véase Muro Morales (2002) y Ferri (2015). Sus integrantes tuvieron un destacado papel en la plasmación territorial de políticas reformistas. Para estos autores, los ingenieros militares disponían de una amplia formación científica y técnica, alcanzada después de años de estudio en la academia.

⁵ Junto a Subercase hubo de exiliarse Pedro de Miranda, quien aún era alumno.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

industria textil catalana).⁶ Otra figura destacada de la época fue el secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina, Luis María Salazar. Bajo la tutela del Real Conservatorio de Artes (Teiselo, 2011), y pese a la precaria situación económica, surgió en 1829 una importante iniciativa: el envío de pensionados (muy seleccionados) al extranjero. Entre los agraciados con una beca de tres años (1834- 1837) para ampliar estudios en la parisina *École Centrale des Arts et Manufactures* se encontraba el joven liberal Cipriano Segundo Montesino.⁷ El Conservatorio le prorrogó la pensión por otros dos años, esta vez en la Universidad de Londres, para perfeccionar sus conocimientos en la construcción de máquinas. Montesino conocía bien la capital británica, pues vivió allí durante su infancia a causa del exilio familiar en la Década Ominosa. De hecho, mantendría siempre estrechos vínculos con los círculos liberales londinenses. Fue un acérrimo defensor de la aplicación de la ciencia y la técnica al progreso nacional. Como experto y activo político progresista (sobrino político de Espartero), participó decisivamente en la redacción de la Ley de Ferrocarriles de 1855, que abrió el camino al despegue de la red concebida a escala nacional-, atrayendo ingenieros y técnicos de prestigio internacional que se encargarían de construir y gestionar las principales compañías.

Pero, como se señaló en el apartado anterior, a falta de instituciones consolidadas -no surgirán hasta la segunda mitad del siglo XIX-, el primer conocimiento técnico propiamente dicho sobre el ferrocarril se basó en España en traducciones de obras extranjeras relevantes (manuales y tratados técnicos), a las que se añadían (no siempre) estudios introductorios o, en su caso, notas aclaratorias. No obstante, no hay que perder de vista los conocimientos adquiridos durante los viajes y estancias en el extranjero -ya fuera en calidad de exiliados o pensionados-, así como las lecturas de revistas científicas y profesionales allí editadas, como *Les Annales des Ponts et Chaussées*,

⁶ Incorporó al profesorado de la clausurada Escuela de Caminos, así como el material del Gabinete de Máquinas. Seguía el modelo francés del *Conservatoire des Arts et Métiers* y de la *École Polytechnique*, por lo que reprodujo su apuesta por un modelo centralizado y elitista, orientado a la formación de cuadros técnicos al servicio de la Administración. En 1850 sería sustituido por el Real Instituto Industrial de Madrid. Se buscaba un perfil profesional: el del “ingeniero civil” (Ocampo y Antuña, 2020: 132-133).

⁷ López de Peñalver aspiraba a tener una escuela de ingenieros similar en Madrid.

vinculada a *L'École Nationale des Ponts et Chaussées*, o la revista norteamericana *Mechanic's Magazine*, editadas desde 1831 y 1833 respectivamente.

Recordar algunos datos biográficos junto con los contextos históricos y sociales en los que vivieron los autores es importante para comprender el sentido de sus textos, sus propuestas y también sus limitaciones. Es lo que se va a hacer a continuación. Gregorio González Azaola, profesor de Química y encargado del laboratorio en el Real Museo de Ciencias Naturales (Madrid), así como Comisionado en las Reales Fábricas de Artillería de la Cavada (Cantabria) (Ormaechea, 2021), realizó diversos trabajos y memorias sobre minería y siderurgia. En 1828 el burgalés fue enviado por el Gobierno español a Inglaterra, Francia y Bélgica para obtener información sobre los últimos avances tecnológicos foráneos, en particular acerca del método de aplicar el carbón mineral a las fundiciones de hierro. En París se reuniría con exiliados (él mismo había conocido el éxodo obligado en 1823) a los que animó a su regreso; y en Lieja visitó el complejo siderúrgico de *Cockerill*, distinguido como uno de los centros más avanzados de la época. Llegó a proponer que vinieran a España algunos maestros para instruir a los españoles y disminuir la brecha del saber explícito y el tácito. En París publicaría *Hornaguera y hierro* (1829), una memoria dedicada a Luis de Salazar en la que expuso las ventajas de los carriles de hierro, recomendando su instalación en Castilla, La Mancha, Extremadura y Andalucía. En ese mismo año, la Real Junta de Aranceles, con autorización oficial para proponer los medios de realizar un ensayo de un carril de hierro desde las principales minas de carbón hasta el punto más próximo al destino, solicitó a González Azaola un informe sobre este asunto. El burgalés respondió a dicha demanda en 1831 con la traducción al castellano del texto del ingeniero inglés Thomas Tredgold (1825). Recurrió para ello a la versión francesa de Tomás Duverne (1826). En la introducción -“Advertencia”- González Azaola se limitó a glosar el tratado del ingeniero británico, aunque incorporó algunas observaciones sobre las teorías del vapor de Watt y Robison para expresar sus reservas respecto a cómo podían operar las máquinas. Si bien los datos aportados por los científicos ingleses procedían de extensas series de ensayos experimentales, persistía -subrayaba- la incertidumbre acerca de la interacción funcional de las distintas partes de las máquinas y sobre las condiciones para maximizar la potencia y la eficiencia de las

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

locomotoras. Una obra de esta naturaleza -señalaba en la “Advertencia” preliminar- debía servir no sólo de “norma a sabios e inteligentes”, sino también de “modelo a otros para discurrir atinadamente en materias de mecánica”, o incluso como un ejemplo de “lógica práctica”. El ingeniero británico veía en las locomotoras un avance crucial para el transporte y la industria. En el momento de la publicación de la traducción -1831- González Azaola fue nombrado director interino de las Reales Fábricas de La Cavada, cargo que mantuvo hasta 1833. González Azaola -adelantémoslo- tuvo un papel destacado en la promoción y difusión del conocimiento científico en España.

El mismo año de 1831 fue también traducida y adaptada al español la obra de Tredgold por el militar progresista, literato y aficionado a las matemáticas y la historia, don Jerónimo de la Escosura y López de Porto (1831), quien era a la sazón vocal de la Real Junta de Fomento de la Riqueza del Reino. Fue uno de los funcionarios que, gracias a su perfil técnico moderado, lograría sobrevivir con Fernando VII. De la Escosura utilizó para su traducción otra versión francesa, la de F. N. Mellet (1828). De la Escosura no incluyó ninguna observación propia, y en la traducción se dice muy poco de la aplicación de las máquinas de vapor a los transportes. Tan sólo se limitó a destacar en la breve (y muy retórica) dedicatoria al monarca que, gracias a la aplicación inmediata de la máquina de vapor, debía la industria extranjera su despegue; y que lo propio sucedería en España si se aplicaba aquí, aprovechando “la protección y fomento” dispensados por el magnánimo monarca.

En 1833, también desde el francés y por encargo del ministro López Ballesteros, hizo Francisco Javier Barra (1833) una traducción, libre y abreviada, del excelente estudio introductorio realizado por el ingeniero y matemático francés Pierre-Simon Girard (1827) a la memoria -impresa en Praga- del matemático e ingeniero Franz Josef von Gerstner (1813) sobre la comparativa entre caminos ordinarios, caminos de hierro y canales de navegación. Al estudio introductorio del ingeniero francés, Barra agregó unas notas propias que constituyen probablemente la primera reflexión autóctona de carácter técnico sobre este asunto (Sánchez Miñana, 2019: 83). Es un trabajo sólido y fundamentado. El madrileño era ingeniero extraordinario de Marina, comisario de la Inspección General de Caminos, y director de la Escuela de Caminos

cuando esta reabrió sus puertas durante el Trienio Liberal (1820- 1823). Esta experiencia concluyó con el retorno al régimen absoluto y, en consecuencia, con la reprobación del ingeniero madrileño. Fue en 1826 cuando -rehabilitado- Barra publicaría la primera memoria técnica española dedicada al diseño de firmes y pavimentos para caminos. Sus ideas al respecto resultaban anticuadas para la época, según ha contado Sáenz Ridruejo (2015). En esos años realizará también un ensayo sobre el trazado de canales y otro sobre el abastecimiento de agua a Madrid (1832). Barra calificó la obra de Gerstner (1813) de excelente y elogió en igual medida la introducción de Girard, quien incorporó como referencias los estudios de Palmer, Tredgold, Wood y Stephenson, así como las experiencias de los hermanos Seguin en el ferrocarril de *Lyon a Saint-Étienne* y las lecturas de *Annales des Ponts et Chaussées*. Con esta publicación, el ingeniero madrileño pretendía, según confesión propia en la “Advertencia” preliminar, “excitar a los ingenieros españoles” a que reconocieran y discurrieran sobre las aplicaciones que podrían hacerse en España con este “maravilloso invento en los diferentes puntos de la península en que se hallen destinados”. Las extensas notas propias, que añadió a las de Girard, son fundamentales, pues contextualizan y adaptan las ideas del original y de Girard a las condiciones geográficas, económicas y sociales de España. Barra no solo aborda cuestiones técnicas y establece cuadros comparativos de los costos de construcción y transporte (otra cosa es que los cálculos fueran acertados), sino que también ofrece perspectivas estratégicas sobre cómo mejorar la conectividad entre las distintas regiones.⁸ España debería adoptar, con limitaciones (debido a los elevados costes y el escaso tráfico) la tecnología ferroviaria para modernizar su transporte y economía. En reconocimiento a su antigüedad, a los servicios prestados y a su merecida reputación, al final de su vida - murió en 1841- Barra fue nombrado director general honorario del Cuerpo de Ingenieros de Caminos (Sánchez Miñana, 2019: 83).

Por su parte, el comerciante liberal y promotor de uno de los primeros ferrocarriles de España, Díez Imbrechts (1835), tradujo el manual del matemático e inventor británico Charles Babbage (1832), en una edición enriquecida con notas y un prólogo donde afirmaba que el trabajo humano constituía la fuente exclusiva de toda riqueza. Sostuvo

⁸ Los cálculos de los costes de construcción y conservación de los caminos de hierro y canales para España son los mismos que él ya había publicado en 1826.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

que el progreso futuro de la industria dependía del influjo de la ciencia, cuya aplicación debía expresarse en privilegios o patentes. Para defender sus tesis, recurrió a la autoridad intelectual de Adam Smith, Jean-Baptiste Say, José María Flórez Estrada, Damián de Olivares y Gaspar Melchor de Jovellanos. Dedicó la obra al político liberal exiliado Antonio Alcalá Galiano. En todo caso, las referencias a los ferrocarriles fueron escasas, quizá porque su objetivo principal consistía en destacar la relación entre el desarrollo de la ciencia y, como Babbage, el número de privilegios industriales que se registraban en cada país.

Para el capitán de la Armada, Juan José Martínez y Tacón (1835), el interés ferroviario surgió de manera tangencial, derivado de su fascinación por las máquinas de vapor y sus aplicaciones a la Armada. Destinado a Cuba, recibió el encargo del comandante del Apostadero de La Habana para evaluar la viabilidad de un pontón de vapor orientado a la limpieza del puerto. Esta misión lo condujo en 1831 a Estados Unidos, donde estudió y recopiló observaciones técnicas que incorporó a una memoria sobre las máquinas de vapor marinas. Incluyó notas divulgativas sobre los sistemas ferroviarios británicos y norteamericanos. El libro de Martínez y Tacón, que en realidad había sido escrito - y censurado, como recuerda en la "Advertencia"- en 1831, puede ser considerado un manual técnico- divulgativo, probablemente el primero en España, pensado para formar a oficiales de marina e ingenieros en la comprensión y el uso de las máquinas de vapor. La obra, que únicamente menciona *Mechanic's Magazine*, dedica muy poco a los ferrocarriles. Se utilizaría como texto básico en la Escuela Naval de Ingenieros de Buques.

El interés por los ferrocarriles por parte del granadino José Mariano Vallejo y Ortega se debe enmarcar dentro de compleja y contradictoria biografía. Su obra pedagógica y matemática (y también como editor) ha sido ampliamente estudiada y ensalzada. No somos nosotros quienes debamos valorarla. Diputado en el Trienio Liberal, partió al destierro a Inglaterra y luego a Francia. En ese tiempo conoció las fundiciones de *Cockerill* en Lieja y visitó a los hermanos Seguin, constructores del camino de hierro *Lyon-Saint-Étienne*. De nuevo en España en 1829, orientó sus estudios hacia el flujo y uso de las aguas, con lo que procuraba cumplir el propósito expresado por Fernando VII en 1808 de ofrecer "a la mayor brevedad un informe muy detallado de los

canales y caminos que se están construyendo” (Vallejo Ortega, 1833). En opinión de Vallejo y Ortega, el ferrocarril debía considerarse un complemento de las vías fluviales existentes. Pero una vez muerto Fernando VII, cambió de línea. En 1834 se incorporaría como profesor del ya citado Real Conservatorio de Artes, donde impartiría Aritmética y Geometría, y más tarde ingresaría en la Academia de Ciencias Naturales de Madrid. Ya no reanudaría su interés por los caminos de hierro hasta 1844, año en que leyó en la sección de Ciencias Físico- Matemáticas del Ateneo de Madrid, de la que era director, la conferencia mencionada. Vallejo Ortega reprodujo la monografía de Gerstner (1813). Las únicas referencias que incorporó fueron las de Tredgold (traducido por Alzaola) y *Annales des Ponts et Chaussées*. Se trataba de dilucidar si “los caminos de hierro podrían proporcionar en España las mismas ventajas que en el extranjero”. En el debate participaron -según él mismo cuenta, eufórico y presumido, aunque nada diga de lo que se habló- [José María] Orense, [Gabriel] Rodríguez y [Juan] Subercase, entre otros ilustres ateneístas. En cualquier caso, resulta llamativo que el texto careciera de referencias -la única mencionada era la de Tredgold, traducido por Alzaola-, pese a que, para en esa época, ya había autores tan reconocidos como, por citar sólo algunos nombres, J. Walker, E. Blot, F. Guyonneau de Pambour, P. E. Teisserenc de Bort, M. Seguin, J. M. Bineau, L. Châtelier, E. Flachet, J. Petiet o C. Polonceau.

Finalmente, resulta singular la perspectiva sociológica del jurista y periodista Fernando García Carrasco (1849), miembro de la aristocracia rural y católico social, quien, tras su viaje a Francia, escribió en una etapa en la que los ferrocarriles europeos habían alcanzado un grado notable de desarrollo, y en España ya operaba el de Barcelona- Mataró que no menciona. Describió tanto el funcionamiento del ferrocarril inglés como del francés, al que ponía como modelo. Recurrió a la autoridad de figuras clave como George Stephenson y Marc Seguin, director del ferrocarril *Lyon-Saint-Étienne*, a quien reconocía como el inventor de la caldera tubular. Concebía la infraestructura ferroviaria como el motor de los “intereses sociales” que -aclaraba- “representan las creencias, la fraternidad, la libertad, la verdadera emancipación del hombre por medio del trabajo inteligente”. García y Carrasco era un reformista liberal. En cualquier caso, su obra se percibe menos como un tratado técnico ferroviario y más como un ensayo con enfoque sociológico.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

Antes de pasar al siguiente apartado, parece obligado recalcar de los biografiados que provenían de ámbitos muy diversos (químico, matemático, ingenieril, militar, derecho); que sus motivaciones iban desde el interés científico hasta la modernización del país; y que en su mayoría vieron beneficiada su formación por estancias en el extranjero - ya fuera por razones de servicio, pensiones o, en la mayoría de los casos, la condición de transterrados- y el consiguiente intercambio intelectual con científicos, ingenieros y técnicos de otros países.

Sea como fuere, salvo los casos de González Azaola (1831) y Barra (1833), la contribución de los demás autores al avance del conocimiento científico- técnico fue muy pobre, un verdadero páramo, limitándose a reproducir, sin referenciarlas - práctica común entonces- obras que no siempre eran las más relevantes, quizá por desconocimiento. El panorama no cambiaría hasta mediada la centuria, cuando se institucionalizó la enseñanza de los caminos de hierro y los ingenieros españoles mostraron gran interés por conocer y adaptar los modelos técnicos más avanzados existentes en otros países.

2. SOBRE LA VIABILIDAD DE LOS CAMINOS DE HIERRO EN ESPAÑA EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX: MUCHAS DUDAS Y POCAS PROPUESTAS.

Constatada la eficacia del transporte de vagones por carriles mediante la fuerza animal, la inauguración en 1830 del camino de hierro entre Liverpool y Mánchester - movido en esta ocasión por locomotoras de vapor- reveló el gran potencial que este nuevo medio de transporte representaba para el progreso de las naciones. Este ferrocarril ofrecía un transporte más barato, rápido y seguro. En el continente, sin embargo, la construcción del ferrocarril de vapor fue más tardía. El primer ferrocarril parcialmente a vapor -que combinaba tracción animal y locomotoras- fue el de *Saint-Étienne a Lyon*, en Francia, mientras que el primero totalmente a vapor se inauguró en 1835 en Bélgica, entre Bruselas y Malinas.

Siguiendo el ejemplo de lo que ocurría en otros países europeos, aunque con cierto retraso, en España también comenzaron a estudiarse diversas alternativas a fin de determinar cuál era la más adecuada para los transportes del país. Se hicieron aportaciones propias que adaptaron

cuidadosamente el ferrocarril español a las características y necesidades del contexto nacional. Entre las variables que se tuvieron en cuenta figuran la orografía de la península, la naturaleza y el volumen de las cargas, el número de viajeros, los costos de las infraestructuras básicas, y la estimación de los beneficios de cada sistema de transporte. La consideración de todos estos elementos dio lugar -como se verá más adelante- a distintas valoraciones y propuestas.

Los diferentes autores, entre los que figuraban en lugar preeminente los traductores, comenzaron planteándose dos cuestiones esenciales. La primera, analizar la potencialidad del ferrocarril como factor de mejora del transporte en un territorio complejo y fragmentado; y la segunda, determinar qué líneas y qué tipo de red podrían responder de manera más eficaz a las necesidades del país.

González Azaola sostenía en 1829 que las locomotoras, aunque consumían grandes cantidades de carbón, no generaban la potencia necesaria para mover una carga suficiente que las hiciera realmente eficientes para el transporte. Además, cuestionaba que contaran con la adherencia suficiente para superar las pronunciadas pendientes de la geografía peninsular. La alternativa que el burgalés consideró más eficaz para arrastrar cargas en sentido descendente fue utilizar el sistema diseñado a principios de la década de 1820 por el ingeniero civil británico, Henry R. Palmer.

El mecanismo consistía en un monorraíl de tracción animal que, en determinados tramos, aprovechaba la fuerza de la gravedad para trasladar materias primas hasta los centros fabriles, canales navegables y puertos marítimos. Bastante después, Vallejo Ortega (1844) abundaría en la misma idea en la conferencia que pronunció en el Ateneo de Madrid. Aducía el granadino que, si bien la hegemonía de las locomotoras era ya una realidad en muchos lugares de Europa y Estados Unidos, la tracción por vapor en España resultaba aún, en su opinión, inadecuada por lo accidentado del relieve y su excesivo costo. Como solución, insistía en el monorraíl de Palmer, incorporando algunos aportes propios sin mayor importancia (“mi nueva invención no es más que una modificación del sistema de este”).⁹

⁹ El proyecto consistía en levantar torres desde las cuales se elevarían los carros mediante bombas de vapor, si bien también contemplaba el uso de fuerza animal, hidráulica o humana. Una vez en la cima, la energía cinética permitiría el desplazamiento por gravedad, con la posibilidad de emplear caballos en ciertos tramos

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

Con las notas a la obra traducida del alemán al francés por el ingeniero Girard en 1833, Barra buscaba difundir en España el conocimiento de los caminos de hierro, así como “averiguar” cuanto costaban y cómo se podía “extender” y “generalizar” su “utilidad” en el país. Gerstner comparó las ventajas y limitaciones de los caminos de herradura, los canales de navegación y las vías férreas. Identificó el impacto adverso de las pendientes pronunciadas, que aumentaban la resistencia al avance del material rodante y elevaban el consumo energético. En virtud de este descubrimiento, se asentó como principio fundamental en la ingeniería ferroviaria el priorizar la horizontalidad en el trazado, evitando pendientes pronunciadas aun cuando ello implicara asumir los elevados costes que esta condición exigía. Por ello, antes de optar por un determinado medio de transporte, Gerstner recomendaba que en los presupuestos ferroviarios se incluyeran el importe monetario de la infraestructura, los costes operativos directos, y las partidas destinadas a mantener del sistema; además, subrayaba - con especial relevancia para el caso español- que los habitantes de las regiones montañosas no tenían las mismas facilidades para establecer infraestructuras de transporte que quienes residían en zonas llanas y costeras, donde la topografía facilitaba el trazado de canales de navegación y ferrocarriles de tracción animal.

En la línea de Gerstner (1813), Girard (1827) y Barra (1826), González Azaola (1831) advertía que invertir en caminos de hierro de uso general debía supeditarse a la existencia de un tráfico intenso, una condición que, en contraposición al dinamismo comercial de Liverpool y Manchester, en España no existía. De ahí su escepticismo respecto a la posibilidad de extender la red a todo el territorio nacional. Asimismo, recogía de Tredgold (1825) la perspectiva -que se revelaría cierta- de que en pocos años las locomotoras alcanzarían potencia suficiente para sustituir de forma progresiva la tracción animal en el transporte. Este cambio reduciría la necesidad de terrenos de pasto y, además, permitiría

para facilitar el avance. En último término, el sistema incorporaba mecanismos de freno para moderar la velocidad y garantizar su parada.

destinar la fuerza de las bestias de carga a labores agrícolas con mayores rendimientos, lo que favorecería un uso más eficiente de los recursos.

Barra (1833) asumió las reservas de Girard (1827) y Wood (1825), quienes manifestaron dudas y reticencias sobre la viabilidad del vapor como medio de tracción terrestre. La dependencia de un combustible con disponibilidad limitada fuera del territorio británico, generaría - creían estos autores- un gran incremento de la demanda de carbón y, como lógica consecuencia, un aumento sostenido de su coste, sin excluir la eventualidad de su posible agotamiento. Sobre esta base, Barra suponía incuestionables las ventajas que derivaban de los ferrocarriles impulsados por animales en el transporte de cargas sobre superficies llanas o descendentes. Consideraba que los animales constituían una fuente de energía prácticamente inagotable, pues los recursos naturales, a su juicio, se renovaban de manera cíclica y aumentaban conforme al progreso agrícola. Las máquinas de vapor debían restringirse, en consecuencia, al ámbito de los yacimientos de carbón y a tráficos descendentes y cortos. Finalmente, Barra tuvo en cuenta una consideración más: el flujo de las cargas en ambas direcciones. Suponía, como hiciera antes González Azaola, que, para facilitar el rodaje de las locomotoras, se debía diseñar una traza sin pendientes y con curvas de radio reducido, lo que obviamente incrementaría de forma significativa los costes de la infraestructura.

Con el fin de superar el problema del relieve en el transporte, Vallejo y Ortega (1833) elaboró un tratado en varios tomos -mezcla de teoría científica, ingeniería práctica y manual técnico- donde diseñó un proyecto de aprovechamiento de los recursos hídricos del país que, asimismo, podría servir para trasladar mercancías y personas. Recomendó un sistema interconectado de canales navegables, carreteras y ferrocarriles, aunque no realizó cálculos sobre el volumen de tráfico ni los costos de construcción y mantenimiento para evaluar su viabilidad. Aun así, el granadino argüía que la implementación de sus proyectos hidráulicos sería más económica que la conclusión de los canales de Castilla y Aragón. En su sistema el ferrocarril era un medio auxiliar de las rutas fluviales. Para reforzar su plan, adelantó que, en una futura obra, detallaría un método innovador para los ferrocarriles. Lo concretaría una década después, en 1844, con la propuesta de adaptación del monorraíl de Palmer. Este proyecto -ya referido al analizar la intervención de Vallejo y Ortega en el Ateneo- integraba el transporte terrestre y la

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

planificación hidráulica en un sistema eficiente que aprovechaba el relieve y los recursos naturales del país.

3. ¿TRAZADO RADIAL O RETICULAR EN EL SISTEMA FERROVIARIO ESPAÑOL?

Al plantearse cómo desarrollar el país a través de los caminos de hierro, surgieron dudas respecto a la fiabilidad tecnológica del sistema ferroviario, los elevados costos de su construcción y la viabilidad económica de su explotación. Teniendo presentes todas estas variables, en los primeros años se plantearon (y realizaron) algunos tendidos cortos y descendentes que permitían el transporte de mercancías a los puertos y, de manera paralela, se diseñaron trazados complementarios a los Canales de Castilla y Aragón. Desde mediados de la década de 1840, consolidados los elementos técnicos que hacían posible su correcto funcionamiento, las reflexiones cambiaron, abriéndose el debate sobre los dos modelos con los que cubrir el territorio de la España peninsular: uno basado en una red radial tomando como centro Madrid, y el otro en un diseño reticular que buscaba integrar las regiones interiores. Se iniciaba uno de los grandes debates en la historiografía española.

En los comienzos, la opción más económica era la de establecer ferrocarriles de corta longitud, que facilitarían la exportación de productos agrícolas y mineros, esperando recibir como retorno los bienes manufacturados de los que el país carecía. El primer intento en este sentido tuvo lugar en 1829, cuando Diez Imbrechts obtuvo la concesión para construir un ferrocarril de tracción animal entre Jerez y El Porta. Los exportadores de vino, principales beneficiarios potenciales del proyecto mostraron sin embargo escaso interés en suscribir acciones. Surgió entonces otro emprendedor, Marcelino Carrero (Moreno, 2018), quien obtuvo permiso para un trazado concurrente entre Jerez y el Puerto de Santa María (en este caso sí preveía locomotoras de vapor). Como reacción a esta nueva línea, en 1831 Imbrechts modificó su solicitud con el propósito de tender carriles entre el Puerto de Santa María, Sanlúcar y Bonanza. Para “estudiar sus caminos de hierro” viajó a Francia e Inglaterra, donde se detuvo particularmente. Como resultado del periplo, publicó la ya aludida monografía que, en realidad, no era otra cosa que la traducción de la obra de Babbage, acompañada -eso sí- de un prólogo y

varias notas en las que no ofrecía información del ferrocarril que proyectaba construir.

Con igual objetivo -facilitar el transporte descendente de mercancías hacia la costa-, González Azaola (1831) perfiló varios ferrocarriles de pequeña escala para conectar zonas productivas con puertos, como Jerez con la bahía de Cádiz, Somorrostro con Las Venas, Langreo con Gijón, Reus con Salou, Reinosa con La Requejada y Valencia con su Grao. Por su parte, Barra (1833) exponía el obstáculo que representaban las extensas zonas montañosas del país, pues incrementaban el presupuesto para establecer un ferrocarril. Se sumaba así a la propuesta de Gerstner, quien consideraba como imprescindible que, antes de aprobarse cualquier línea férrea, se tuviera en cuenta el volumen (y la naturaleza) de las mercancías a transportar y, lo que es más importante, se determinase con suma precisión el coste final de la obra a ejecutar. Experto en caminos de herradura, Barra contempló dos líneas férreas orientadas al mar: una en Asturias, pensada para el carbón mineral; y otra en Cantabria, desde la villa de Reinosa al mar, destinada al traslado de trigos y vinos. Barra calculó el coste de construcción, estimó su posible rendimiento económico y expresó su preocupación por la escasez de retornos.

Asimismo, en un escenario en el que Canal Imperial de Aragón y el Canal de Castilla -destinados a movilizar el transporte interior de zonas agrarias- permanecían inconclusos, sin unirse entre sí ni alcanzar el Mediterráneo o el Cantábrico, resultaba coherente concebir los ferrocarriles como infraestructuras complementarias a estas vías fluviales, buscando así obtener un retorno de la inversión prevista. En todo caso, las posibilidades de estos caminos de hierro estaban condicionadas en gran medida por la navegabilidad de los canales y de diversos tramos de río, que presentaban fuertes limitaciones.

Para superarlas, González Azaola (1829) había propuesto monorraíles que conectaran las industrias al servicio de la Marina y las fundiciones de hierro, al estilo inglés, con los canales de Castilla y Aragón y sus extensiones. Además, planteaba enlazar ambas vías acuáticas en Burgos y concluir el canal de Aragón hasta su desembocadura en el Mediterráneo. Relacionaba la expansión de este sistema de transporte con la prosperidad de las Mesetas. Ahora bien, una vez garantizada su abundancia, podrían construirse dos carriles de hierro -“o doscientos si se necesitan”- desde Castilla hasta el Océano.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

En su segunda obra, González Azaola (1831), convencido ya de las ventajas de la tracción a vapor, sostenía que deberían explotarse ferrocarriles destinados a la actividad extractiva. Entre ellos, enlazar minas de carbón con el embarcadero del Guadalquivir y con los canales de Aragón y de Castilla. Además, para aprovechar las infraestructuras existentes, pensaba conectar Zaragoza con el Canal Imperial y Tudela con su cabecera. Por su parte, Vallejo Ortega abogó por un colosal plan de infraestructuras que reformuló en 1844, limitándolo a los itinerarios de Jerez al Portal y la línea de Langreo a Pravia para transporte de carbón.

Más allá de la intención inicial de enlazar algunas líneas con las vías acuáticas, pronto surgió el debate sobre la necesidad de articular un sistema de transporte eficaz para todo el territorio peninsular. En este contexto aparecieron dos propuestas contrapuestas. Una basada en un modelo radial que situaba Madrid como centro de la red y proyectaba las conexiones hacia la periferia, y otra en un diseño reticular que aspiraba a integrar las regiones interiores mediante una malla más equilibrada.

La propuesta de emular la estructura radial de los Caminos Reales, al servicio de la capital del Reino, respondía al objetivo de consolidar y potenciar los flujos de tráfico de viajeros, correos y mercancías de alto valor añadido consolidados. El tejido radial se ajustaba a los flujos vigentes. Al mismo tiempo, se priorizaba la conexión de la capital con la periferia, reforzando el entramado político-administrativo centralista heredado del siglo XVIII. En tal sentido, Vallejo Ortega (1833) juzgaba que debían tenderse vías férreas complementarias a los canales para, de este modo, conectar Madrid con el litoral peninsular a través de ocho puntos estratégicos. Dichos accesos incluían los puertos cantábricos de Orio y Suances; los atlánticos de Oporto, Lisboa, Ayamonte y Sanlúcar de Barrameda; y los mediterráneos de Alicante o Guardamar y Tortosa.

Frente al modelo radial, representado por Vallejo Ortega, se planteó como alternativa una red ferroviaria estructurada en ejes transversales y disposición mallada. Sus defensores opinaban que esta estructura dinamizaría las economías agrarias y las manufacturas incipientes del interior peninsular, al tiempo que impulsaría y sería un articulador de los mercados regionales. En relación con una supuesta red a construir, Barra (1833) confrontaba los costes de los portes carreteros en España y Francia, y precisaba que, aunque el relieve del país vecino

era llano y el español montañoso, la principal causa de la carestía de tráfico en España no residía en su orografía, sino en la configuración radial de la red. Francia, en cambio, estaba surcada por caminos transversales, lo que permitía a los carreteros encontrar mercancías que transportar en casi cualquier punto sin tener que retornar de vacío.¹⁰ Barra solo confiaba en los ferrocarriles destinados a bajar mineral al Cantábrico ya que, además de la onerosa construcción, pensaba que las locomotoras de entonces no estaban en condiciones de arrastrar carga ascendente.

Díez Imbrechts (1835), por su parte, se manifestó contrario al excesivo protagonismo del modelo centralista. También lo hizo en su texto divulgativo García Carrasco (1849), porque privilegiaba la consolidación de los intereses existentes, que no eran otros que los emanados del casi nulo comercio madrileño, orientado básicamente a las contratas con el gobierno y las operaciones en fondos públicos. El jurista extremeño apoyaba las redes transversales de ferrocarriles con el propósito de articular el país de manera equitativa. Entre las propuestas que formuló destacaban la creación del eje Vigo- Barcelona, destinado a vertebrar las regiones del norte peninsular, y el corredor Lisboa- Levante, que facilitara sinergias sociales más allá del dominio madrileño. A diferencia de otros autores, García Carrasco sí se informó - aunque en ningún momento expresó la fuente de la información- del coste por kilómetro construido en los ferrocarriles de Inglaterra, Bélgica, Alemania y Francia, así como de las fórmulas con las que las empresas recibían apoyo, ya fuera mediante préstamos del gobierno con intereses bajos o con el compromiso estatal de pagar un interés anual sobre el capital invertido hasta que concluyeran las obras. En la Ley General de Ferrocarriles de 1855 se sugerirá el carácter radial, ratificado veinte años después por la Ley Ferroviaria de 1877 y el “Plan General” de 1879. No es el momento ni el propósito de este trabajo entrar a valorar si este diseño fue erróneo o no para el fomento económico y la cohesión territorial. Recordar tan sólo que el modelo se importó de Francia, donde entre 1820 y 1842 (Plan Legrand) se fijó un sistema radial con París como centro, del que partían líneas hacia las principales ciudades y regiones del país.

¹⁰ En Francia predominaban, según Caron (1997), las líneas aisladas, cortas y locales, construidas con fines industriales o mineros. Estas líneas eran precursoras del ferrocarril moderno, pero no formaban aún una red nacional.

CONCLUSIONES

La transferencia del conocimiento técnico ferroviario en España en la primera mitad del siglo XIX revela la existencia de factores estructurales, políticos y culturales que dificultaron la asimilación los avances tecnológicos europeos y la creación de redes de intercambio de ideas. A diferencia de países como Francia, Inglaterra o Bélgica, que contaban con redes consolidadas de intercambio científico, instituciones académicas técnicas afianzadas y un marcado interés por la formación de trabajadores especializados durante el avance de la tecnología del vapor, España se enfrentó a un exilio forzoso de sus intelectuales (liberales) y a la ausencia de institucionalización del conocimiento técnico.

En este trabajo se ha tratado de establecer la contribución de científicos e intelectuales españoles al conocimiento de los caminos de hierro mediante las traducciones de obras extranjeras y las observaciones personales efectuadas en el exilio, una aportación que -digámoslo claro- resultó casi testimonial. Desde otro enfoque, la dependencia de fuentes foráneas - que obligaba a contrastar con referencias bibliográficas especializadas, lo que pocas veces se hacía- confirma que los asuntos ferroviarios sólo se asimilaron de forma fragmentada. Además, la falta de una infraestructura científica sólida impidió que, en esas primeras décadas del siglo, se formara una comunidad técnica y un conocimiento tácito nacional.

Del examen de las propuestas planteadas por los autores se advierte la admiración que profesaban por el progreso industrial europeo, así como los intentos de adaptar la aún limitada tecnología del ferrocarril a las condiciones geográficas y económicas locales (relieve complicado, poca población, tráfico comercial escaso y tejido industrial prácticamente inexistente en buena parte del país). Ya fuera desde un criterio realista o desde concepciones idealizadas, se propusieron breves líneas descendentes hacia vías acuáticas, sistemas alternativos al ferrocarril o la integración del tren en redes que combinaban caminos de herradura y canales.

En lo que se refiere a su trazado, las redes ideadas oscilaron entre modelos centralizados y alternativas transversales de carácter más integrador. Sin embargo, a todas estas iniciativas les faltaron estudios de

base sobre su viabilidad técnica y económica. Sólo a partir del Bienio Progresista, con la llegada de capital y técnicos extranjeros para construir las grandes líneas férreas, comenzaron a darse las condiciones para que los técnicos españoles desarrollaran un conocimiento propio.

BIBLIOGRAFÍA

- Babbage, Charles (1832). *On the Economy of Machinery and Manufactures*. London: Charles Knight.
- Barra, Francisco Javier (1826). *Memoria sobre la construcción del pavimento ó firme de los caminos*. Madrid: Imprenta Real.
- Barra, Francisco Javier (1833). *Comparación entre los caminos ordinarios, los caminos de hierro, y los canales de navegación*. Madrid: Imprenta de D. Manuel de Burgos.
- Caron, François (1997). *Histoire des chemins de fer en France. Tome I: 1740-1883*. Paris: Fayard.
- Cobos Arteaga, Francisco de los (2025). “Racionalidad instrumental y gestión laboral en los ferrocarriles del siglo XIX”. *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 37, pp. 151-166. <https://doi.org/10.20932/barataria.v0i37.721>
- Collins, Harry M. (2010). *Tacit and Explicit Knowledge*. Chicago: University of Chicago Press.
- Díez Imbrechts, José trad. y notas (1835). *Tratado de mecánica práctica y economía política: Economía de máquinas y manufacturas*. 3.^a ed. Por C. Babbage. Madrid: Litografía de Martínez.
- Duverne de Praile, Thomas (1826). *Traité pratique sur les chemins en fer et sur les voitures destinées à les parcourir*. Paris: Bachelier.
- Escosura, Jerónimo de la (trad.) (1831). *Tratado de las máquinas de vapor, y de su aplicación a la navegación, minas, manufacturas, etc.* Madrid: Imprenta de D. León Amarita.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

Ferri Ramírez, Marc (2015). *El ejército de la paz. Los ingenieros de caminos en la instauración del liberalismo en España (1833-1868)*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.

García Carrasco, Fernando (1849). *Caminos de hierro. Nociones sencillas al alcance de todos....* Madrid: Imprenta de E. García.

Gerstner, Franz Josef von (1813). *Zwey Abhandlungen über Frachtwägen und Strassen....* Praga: Gottlieb Haase.

Girard, Pierre-Simon (1827). *Mémoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de navigation*. Paris : Bachelier.

González Azaola, G. (1829). *Hornaguera y hierro: s*. Paris: Imprenta de David.

González Azaola, Gregorio (trad.) (1831). *Caminos de hierro. Tratado práctico... (sobre los caminos de carriles de hierro...)*. Madrid: Oficina de D. Federico Moreno.

Landes, David S. (1969). *The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*. Cambridge: Cambridge University Press.

Martínez Vara, Tomás; Cobos Arteaga, Francisco (2009). “Una mirada al pasado de la literatura ferroviaria: Notas críticas sobre los textos anteriores a la nacionalización”. *Biblio 3W: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 14. URL: <https://www.ub.edu/geocrit/b3w-834.htm>

Martínez Vara, Tomás & Muñoz Rubio, Miguel (eds.) (2022). “Editorial: Los viajes de directores y técnicos”. *TST. Transportes, Servicios y Telecomunicaciones*, 49, pp. 13-15. <https://doi.org/10.24197/tst.49.2022>

Martínez Vara, Tomás; Ramos Gorostiza, José Luis (2016). “Ferrocarril, capital humano y mercados internos de trabajo en España durante

- la época de las compañías privadas”. *Revista de Historia de la Economía y de la Empresa*, 10, 345-378.
- Martínez y Tacón, Juan José (1835). *Descripción de las máquinas de vapor y de sus más importantes aplicaciones*. Madrid: León Amarita.
- Mellet, François Noël (1828). *Traité des machines à vapeur et de leur application à la navigation, aux mines, aux manufactures etc.*. Paris: Bachelier.
- Mokyr, Joel (2009). *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain 1700-1850*. New Haven and London: Yale University Press.
- Moreno Fernández, José (2018). *Prehistoria del ferrocarril*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- Muro Morales, José Ignacio (2002). “Ingenieros militares en España en el siglo XIX. Del arte de la guerra en general a la profesión del ingeniero particular”. *Scripta Nova*, 6(119), (93). <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/561>
- Ocampo, Joaquín; Antuña, Guillermo (2020). “Economistas e ingenieros, industriales y políticos: industrialismos en la España liberal (1800-1850)”. *Revista de Historia Industrial*, 80, pp. 119-147. <https://doi.org/10.1344/rhi.v29i80.31653>
- Ormaechea, Ángel María (2021). “Gregorio González Azaola, promotor de la Revolución Industrial y el ferrocarril”. Comunicación presentada en el Congreso de Historia Ferroviaria, Lisboa. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. docutren.com/HistoriaFerroviaria/Lisboa2021/pdf/Ormaechea.pdf
- Ortega Vallejo, José Mariano (1844). *Nueva construcción de caminos de fierro adaptable al territorio desigual y montuoso de nuestra península*. Madrid: Garrasayaza.

La Ilustración en las vías: los primeros textos técnicos ferroviarios españoles del siglo XIX y su relación con la técnica y el progreso social

- Rodríguez Ortiz, Francisco (1998). “Tratados ferroviarios en España: primeras traducciones”. En Juan Luis García Hourcade, Juan Manuel, Moreno Yuste, y Gloria, Ruiz Hernández, (coords.), *Estudios de historia de las técnicas, la arqueología industrial y las ciencias: VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Segovia-La Granja, 9–13 de septiembre de 1996*. Vol. 1. Valladolid: Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, pp. 449–456. <https://neolcyt.net/wp-content/uploads/2023/03/rod1998a.pdf>
- Sáenz Ridruejo, Fernando (2015). “La Escuela de Caminos, Canales y Puertos”. En Pedro Navascués Palacio y Bernardo Revuelta Pol (coords.), *Ingenieros arquitectos*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano, pp. 23-36.
- Sánchez Miñana, Jesús (2019). “Los primeros facultativos de la Inspección de Caminos y Canales (1799)”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, 17, pp. 67-111. <https://hdl.handle.net/2117/175580>
- Shinn, Terry; Ragouet, Pascal (2005). *Controverses sur la science : Pour une sociologie transversaliste de l’activité scientifique*. Paris: Raisons d’Agir.
- Teijelo, Javier Ramón (2002). “Aproximación al Real Conservatorio de Artes (1824-1850): precedente institucional de la ingeniería industrial moderna”, *Quaderns d’història de l’enginyeria*, 5, pp. 45-65.
- Tredgold, Thomas (1825). *A practical treatise on rail-roads and carriages*. New York: E. Bliss and E. White.
- Tredgold, Thomas (1827). *The Steam Engine....* London: J. Taylor.
- Vallejo, José Mariano (1833). *Tratado sobre el movimiento y aplicaciones de las aguas....* Madrid: Imprenta de D. Miguel de Burgos.

Vallejo, J. M. (1844). *Nueva construcción de caminos de fierro...*
Madrid: Imprenta Garrasayaza.

Wenger, Etienne (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning,
and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wood, Nicholas (1825). *A Practical Treatise on Rail-roads, and Interior
Communication in General*. London: Knight and Lacey.