

MEDIR LA POTENCIA Y MEDIR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES. LOS PRIMEROS MAQUINISTAS FERROVIARIOS ENTRE LA ECONOMÍA CLÁSICA Y LAS CIENCIAS DEL TRABAJO

Measure power and measure worker productivity. The first railway engineers between
classical economics and labor sciences

FRANCISCO DE LOS COBOS ARTEAGA
Universidad de Castilla-La Mancha
ORCID: 0000-0002-5107-6895

Resumen

El objetivo del presente estudio es analizar la implementación de criterios de productividad laboral en los primeros maquinistas ferroviarios. Se plantea la hipótesis de que, en la etapa inicial, pudo haber una disociación entre la ciencia que consideró las condiciones de vida y trabajo del factor humano y, por otro lado, las prácticas de las empresas ferroviarias. Las fuentes proceden de la revisión sistemática de los textos científicos de la época que estudiaron la potencia de humanos, animales y máquinas, en el contexto de las diversas corrientes de pensamiento de la ingeniería y de la economía a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. Asimismo, se recurre a las publicaciones que trataron de la organización del trabajo en el sector ferroviario y, de forma específica, el rendimiento de los maquinistas en los países continentales europeos, Inglaterra y Estados Unidos de Norteamérica. Como principales resultados, se evidencia que introducir criterios de productividad en los maquinistas significó ahorros colosales para las compañías ferroviarias. En contrapartida, los trabajadores recibieron primas con las que, según la narrativa empresarial, disfrutaban de buena vida. Sin embargo, la realidad fue otra. Por causa, de intensificar el trabajo, numerosos maquinistas abandonaban su oficio, enfermaban o fallecían de manera prematura.

Abstract

The aim of this study is to analyze the implementation of labor productivity in the first railway engineers. It is hypothesized that, in the initial stage, there may have been a dissociation between the science that considered the living and working conditions of the human factor and, on the other hand, the practices of the railway companies. The sources come from the systematic review of the scientific texts of the time that studied the power of humans, animals and machines, in the context of the various currents of engineering and economic thought in the late eighteenth and early nineteenth centuries. It

Recibido: 04/03/2024 – Aceptado: 19/04/2024
<https://doi.org/10.47101/llull.2024.47.95.Cobos>

also draws on the publications that dealt with the organization of work in the railway sector and, specifically, the performance of engineers in continental European countries, England and the United States of America. The main results show that the introduction of productivity criteria for engine drivers resulted in colossal savings for the railroad companies. In return, the workers received bonuses with which, according to the corporate narrative, they enjoyed a good life. However, the reality was different. Because of the intensified workload, many enginemen quit, fell ill or died prematurely.

Palabras clave: Transmisión de la ciencia, ciencia, técnica, liberalismo, salud pública, sociología médica, ferrocarril

Keywords: Transmission of science, science, technology, liberalism, public health, medical sociology, railway

1. INTRODUCCIÓN

Obtener el máximo esfuerzo útil de los humanos, animales y máquinas constituyó el fin medular del pensamiento ingeniero en los siglos XVIII y XIX, una búsqueda con dos grandes tendencias. En síntesis, primero, Watt determinó una equivalencia entre la potencia de los motores de sangre con los artefactos de vapor. Más allá de su dimensión de magnitud física, la medida de Watt permitió el cálculo monetario de cada unidad de potencia y, por esta propiedad, entroncó con los principios de la economía clásica. Poco después, Coulomb y sus discípulos realizaron correcciones decisivas a los experimentos de Watt y, al introducir las capacidades fisiológicas e intelectuales humanas, propusieron razonamientos más exhaustivos. Una vez confrontadas estas dos perspectivas, el objeto de este artículo es analizar cómo se determinó la productividad de los maquinistas ferroviarios durante las décadas de los treinta y cuarenta del siglo XIX, como una excepción en el rendimiento de los obreros. Se plantea como hipótesis que, durante este periodo, pudo existir una disociación entre la ciencia que contempló el factor humano y, por otra parte, las prácticas de las empresas ferroviarias.

Cuando surgió el ferrocarril, ya existían modelos contrastados para gestionar el trabajo en la industria. No obstante, durante las primeras décadas de la explotación ferroviaria, se presentaron dos problemas cruciales. En primer lugar, las locomotoras de vapor y otros componentes de la tecnología ferroviaria estaban aún en desarrollo y presentaban deficiencias. En segundo lugar, para calcular el beneficio empresarial, se hizo necesario desarrollar una contabilidad que incluyera todos los elementos materiales involucrados en la producción de los ferrocarriles. Ante estos retos, las compañías tuvieron que crear un sistema específico de relaciones laborales para los maquinistas de las locomotoras de vapor. Hubo que establecer criterios de productividad relacionados con el consumo de carbón, la distancia recorrida por las locomotoras antes de precisar reparaciones en los talleres y la prestación de los servicios con puntualidad. Este último criterio tenía por objeto sincronizar el sistema ferroviario y, de este modo, garantizar que el tráfico de pasajeros y mercancías fuera puntual y, sobre todo, seguro.

Las singularidades y rendimiento de los motores de sangre y mecánicos y el problema de reposición de la energía se analizan en la primera parte de este estudio. Estos temas, desde

diferentes perspectivas, han sido tratados por, entre otros, Rabinbach [1990], Vatin [2008], Le Roux [2013] y Jarrige [2017]. De forma específica en los ferrocarriles, de las finanzas, obras civiles, máquinas o de cualquier pieza constitutiva del activo contable de estas empresas, puede conocerse casi todo. Pero, de la materia de este análisis, los pioneros que operaron con las locomotoras, aunque pueda parecer sorprendente, apenas sabemos nada. Los estudios de Caron [1965], Stein [1978], McKenna [1980] y Licht [2016], sin duda valiosos, están centrados en etapas posteriores y adolecen de una perspectiva comparada entre países. A su vez, Ribeill [2009] y Schivelbusch [2014] observaron que la salud de los maquinistas pudo verse afectada por estar sometidos a un trabajo volcado en lograr el máximo rendimiento; si bien, sus estudios abarcan otro periodo temporal y, en consecuencia, faltan la génesis de las condiciones laborales y sus relaciones con la productividad.

Acerca de los vínculos de la ciencia dedicada a analizar el trabajo en las compañías de ferrocarriles en el siglo XIX, es de interés un relato cronológico que cubra los vacíos señalados y recupere textos clave de los orígenes de los caminos de hierro. Por lo demás, el estudio aquí presentado solo puede ser una aproximación a la productividad de los maquinistas, porque las fuentes a revisar abarcan un periodo de tiempo más extenso. La principal se localiza en las actas y boletines del *Congreso Internacional de Ferrocarriles* publicadas a partir de 1887. También, hay temas apuntados en el texto que precisan de un debate historiográfico todavía insuficiente. Habrá que analizar, desde una perspectiva comparada, los modelos de productividad de las compañías y de los países y cómo afectaron los cambios tecnológicos y organizativos al trabajo. De igual forma, deberá profundizarse en las razones por las cuales, en Europa, la pareja de maquinista y fogonero dirigía una única locomotora que tenía asignada de forma permanente. Mientras que, en cambio, en Estados Unidos, este equipo de trabajadores tenía la flexibilidad de operar con cualquier artefacto rodante. Asimismo, se examinan de forma tangencial los primeros mercados internos creados para reclutar a los maquinistas y adiestrarlos en habilidades prácticas o dotarlos de formación reglada. Por último, los hallazgos quedan restringidos a los países precursores en implementar la organización del trabajo en el ferrocarril. Sobre todo, se tratará el objeto de estudio desde textos ingleses, los fundadores de los caminos de hierro, y de franceses, los más prolíferos en explorar el factor humano. Con estas acotaciones, y a la espera de más estudios, los resultados de forma provisional pueden extrapolarse a los países periféricos de la revolución industrial. Al respecto, se advierte que el grueso de las normas acerca del trabajo quedó promovido desde las casas inversoras en el ferrocarril domiciliadas en los estados centrales del capitalismo.

La estructura de este texto es la siguiente. Después de la introducción donde se presenta el objeto, método, aportes y limitaciones del estudio, se exploran las medidas de potencia y las ventajas que podían facilitar los motores mecánicos respecto a los de sangre. El tercer apartado está dedicado a la conexión de estos indicadores con los fundamentos de la economía clásica y con la ciencia que apreció el potencial humano. Los puntos subsiguientes están relacionados con los caminos de hierro. Se examinan las particularidades de la productividad de los maquinistas ferroviarios que ocuparon un lugar destacado en la fuerza de trabajo del

siglo XIX. El estudio concluye con algunas notas, que apuntan a futuras investigaciones, acerca de la separación entre la ciencia reflexiva sobre el factor humano y la praxis técnica y gerencial en los ferrocarriles.

2. DE LAS VENTAJAS DE LOS MOTORES MECÁNICOS SOBRE LOS DE SANGRE

Analizar las facultades de hombres y caballos, con el fin de sustituirlos por la acción de un fuego que moviera una máquina, motivó el estudio de Amontons [1699] presentado a la *Académie des Sciences*. En su argumentación, el físico francés destacó que los artefactos disponían como ventajas respecto a los motores de sangre la opción de emprender y cesar el trabajo a voluntad y, asimismo, de lograr una potencia igual y continua por no depender para funcionar de la variable e incierta energía de hombres y caballos. Poco después, Newcomen y su socio Savery [1827, [1702], p. 26], al patentar una bomba de drenaje de minería, presentaron una aproximación sobre el número de caballos a ser reemplazados por una máquina. Por su parte, Desaguliers [1745, [1719], p. 241], asistente de Newton, examinó la potencia de los caballos, durante una jornada de ocho horas, a través de medir el peso que podían levantar a una determinada altura en una unidad de tiempo. Gracias a replicar estos experimentos sería James Watt, creador de las primeras máquinas fijas de vapor industriales, el distinguido por haber calculado el esfuerzo de un caballo respecto a un artefacto. Como resultado de los ensayos del inventor escocés, en 1782 fue acuñada la medida *horsepower* que permitía conocer cuánto importaba en términos monetarios la potencia ofrecida por un caballo y una máquina.

Poco antes, el economista Smith [1996, [1776], p. 31] había considerado las caballerizas, carros o diligencias ineficientes, respecto al tráfico naval, por su limitada capacidad de carga y la exigencia de mantener a numerosas bestias y hombres. En otro orden de cosas, Smith [1996, [1776], pp. 125-127] apuntó que los animales de tiro alteraban el precio de los alimentos. En las cercanías de las grandes ciudades debían ubicarse campos de pastos para mantener a los caballos, por el coste y dificultad de mover esta mercancía voluminosa, circunstancia que encarecía el trigo por deber cultivarse a una distancia mayor. Perronet [1782-1783], fundador de *l'École des Ponts et Chaussées*, desarrolló el dilema planteado por Amontons acerca de la incierta y variable energía de los motores de sangre respecto a las máquinas y, asimismo, las inquietudes de Smith sobre los costes de sustentar a caballos y personas. Durante los periodos de escasez de provisiones, un suceso frecuente en la Revolución Industrial, la mayor fuerza entregada por las bestias a la producción suscitaba cultivar lo más rentable. En consecuencia, debía decidirse a quienes mantener de forma prioritaria, a los humanos o a los animales. Para resolver esta dicotomía, cuando proyectó el canal de Bourgogne, Perronet sostuvo que, por efecto de esta vía, se precisaría menor número de caballos para trasladar cargas. Por consiguiente, en la superficie roturada para la comida animal podría sembrarse trigo, hortalizas o forrajeras, con lo cual se facilitaría la vida de miles de humanos.

Aun cuando las ventajas de los mares y canales para el transporte de mercancías se valían de firmes argumentos, solo parte de ellas podían encauzarse por agua. Es cierto que, en el medio terrestre, hubo experimentos con locomotoras de vapor de alta presión, patentadas a

principios del siglo XIX por Trevithick en Inglaterra y Evans en Estados Unidos, pero, además de su potencia escasa, durante tiempo albergaron reticencias. Tredgold [1825] las consideraba de consumo muy elevado y Poncelet [1832] peligrosas. Sin resolverse el tipo de energía óptima para los tránsitos terrestres, en los primeros años del siglo XIX aumentó la movilidad por carruajes y calesas. De forma asociada, esta demanda incrementó el precio de compra de los caballos, su manutención y, por la necesidad de destinar más terrenos a cultivos forrajeros, se encareció el sustento de las personas.

Para intentar resolver estas cuestiones, en Inglaterra fueron publicados estudios cuyo fin radicaba en obtener más provecho de los animales, entre ellos Robison [1822], Leslie [1823] y la primera edición del exitoso manual de ferrocarriles de Wood [1825]. En otro sentido, la obra del abogado Thomas Gray que, desde 1821 y en sucesivas ediciones ampliadas, pretendió exponer la “gran superioridad” de los caminos de hierro sobre el resto de los medios de transporte. Gray y el ingeniero civil Tredgold [1825] evidenciaron que la vida de los animales se supeditaba a la oferta y demanda del comercio. Cuando su número era estimado como excesivo, se sacrificaban, porque, si el patrón asumía cuidarlos rebajaba su beneficio. En caso de ser pocos, el esfuerzo de los animales se acrecentaba y morían de forma prematura. Asimismo, ambos autores señalaron que, para cumplir con los tiempos de viaje, quienes guiaban las cada vez más veloces diligencias y postas, infligían gran crueldad a los caballos. Convencido de sustituir la tracción de sangre por la de vapor, y declarándose heredero de los estudios de Coulomb sobre el rendimiento humano, Tredgold [1825] tasó la potencia media de un caballo durante un día sin que cayera en la extenuación. Al respecto, observó que, para obtener de un animal el máximo efecto útil (conjuguar carga, velocidad y la inclinación ascendente o descendente a superar), de forma común, se había fijado una jornada de ocho horas. Si bien, reparó que, para evitar lesiones en los caballos, la experiencia aconsejaba reducir su esfuerzo a seis horas [TREGOLD, 1825, p. 65].

En breve plazo, este debate mudó estéril. Adamson [1826, pp. 27-28] analizó los estudios de Wood y Tredgold y razonó como ventaja decisiva de la fuerza del vapor la capacidad de convertir en rápidos los tráficos de mercancías ligeras y pasajeros. A similares conclusiones, una vez examinadas las monografías de Wood, Tredgold y Leslie, llegaron Howard, Long y M’Neill [1828, pp. 81-82], ingenieros del *Baltimore-Ohio*. Establecieron que una locomotora ofrecía la potencia de cinco caballos, pero como se precisaba de una tracción continua, sin descanso de los animales, la equivalencia máquina-animal quedaba elevada a doce a uno. Ahora bien, al aumentar la velocidad a 8 millas por hora debían utilizarse 48 caballos para igualar el esfuerzo de la máquina. En corolario, conforme con sus análisis, el uso de locomotoras se mostraba decisivo por sus mayores facultades de carga y velocidad.

3. LA MEDIDA ECONÓMICA DE LOS MOTORES HUMANOS

3.1. La economía clásica de Smith

Acerca de cómo obtener el máximo esfuerzo posible de los caballos y de las máquinas fueron dedicadas numerosas monografías, aquí solo se han podido apuntar algunas, pero la

reflexión sobre lo humano fue escasa. Es plausible que, al establecer Smith como principio la división del trabajo en las manufacturas se admitiera que el fraccionamiento a tareas muy simples permitía su ejecución por cualquiera y, en consecuencia, para algunos técnicos ya no era preciso cualificar a los empleados. Según Smith, acaso el obrero podía alcanzar cierta habilidad y, a veces, lograr presteza para dar un rendimiento similar al de un artillero, pero se precisaba invertir mucho tiempo y dinero para lograrlo. Otra de las ventajas de las máquinas, apuntada por Smith, residía en el hecho de conocerse su vida útil y, por tanto, el capital necesario para ser aseguradas y reemplazadas por otras, aspectos que evitaban los riesgos monetarios. En otra dirección, el coste de formar a un obrero, ya de por sí con cualidades inferiores a la máquina, albergaba incertidumbres, porque podía incapacitarse por accidente o fallecer antes de haber ofrecido el rendimiento esperado por el empleador [SMITH, 1996, [1776], p. 155].

De forma paralela a presentar los avances que, a su juicio, significaba dividir el trabajo y, cuando fuera posible, trasladarlo a las máquinas, Smith sostuvo que el obrero debía recibir una remuneración destinada a comer, vestir y contar con un techo para refugiarse del clima y descansar. En segundo término, podría disfrutar de comodidades y diversiones, pero solo quien obtuviera jornales elevados por su esfuerzo, habilidad o participara en sectores donde, por la escasez de brazos, se debiera retribuir de forma profusa. Respecto a esta jerarquía de necesidades, el autor de *La Riqueza de las Naciones* reconoció que la generalidad de quienes trabajaban dedicaba un porcentaje elevado para costear lo esencial y, como norma, se nutría de patatas, lo más barato. El alimento que Smith [1996, [1776], p. 232] asociaba a la fuerza de los más pobres y favorable a su salud.

Por más que Smith [1996, [1776], p. 40] sostuviera que “no es fácil encontrar una medida precisa ni de la fatiga ni de la destreza”, la ciencia realizó cálculos sobre la equivalencia de potencia en los seres animados y máquinas. Desaguiliers [1745, [1719], p. 253] había establecido que la fuerza desarrollada por un caballo, en el transcurso de ocho horas, era cinco veces superior a la de un hombre. Una equivalencia reproducida por Evans [1805, p. 57], en Norteamérica y Bergery [1829, I, p. 132], en Francia, sin aportar nuevos elementos de juicio. Aunque, también, podía aumentarse el tiempo de trabajo. Al respecto, Leslie [1823, p. 252], profesor de filosofía natural en la Universidad de Edimburgo, que asumía la medida de Desaguiliers, apostilló “un hombre continúa fácilmente sus esfuerzos durante diez horas”.

Ahora bien, para la práctica empresarial más importante que teorizar acerca del tiempo de trabajo eran sus resultados. Una vez fragmentados los productos en tareas simples, se hizo posible precisar las unidades (piezas, kilos o metros lineales o cúbicos) que un obrero debía completar en un período temporal. Estas cantidades constituyeron una de las claves para calcular los patronos sus ganancias y, de forma asociada, determinar cómo pagar al asalariado. Por tanto, en los sectores en los que pudo implementarse el trabajo por pieza o destajo, de manera completa o parcial, el pago por bienes finalizados sustituyó al sueldo por horas rendidas. Al establecerse el número de unidades a ejecutar como medida del trabajo, en muchos empleos las horas destinadas a quehaceres perdieron sentido. Como consecuencia, el

tiempo de trabajo aumentó y, sobre todo, lo hizo la intensidad para cumplir los objetivos de producción.

3.2. El factor humano en Coulomb y el *Conservatoire des Arts et Métiers*

Si los ingresos eran suficientes para adquirir los elementos materiales reparadores de la energía, o si los trabajadores descansaban más o menos, que los bien estudiados caballos, fueron temas sin gran interés hasta las aportaciones de Coulomb [1798]. El físico francés concibió el cuerpo humano como una máquina cuyo rendimiento podía optimizarse si se observaba el esfuerzo de manera simultánea a la reparación de la energía. Para ello, a partir de la teoría de la fatiga humana de Bernoulli, calculó la cantidad máxima de trabajo a realizar por un varón de fuerza media durante una jornada hasta alcanzar el umbral de fatiga. En divergencia con los experimentos con caballos de Watt realizados en superficies lisas, Coulomb [1798] introdujo el concepto “cantidad de acción”, que relacionaba la velocidad, la distancia a recorrer, las rampas o escaleras a superar, con peso o sin él, y el tiempo de trabajo. También, Coulomb propugnó evaluar el consumo de energía de las máquinas vivas en los contextos climáticos diferentes de las estaciones y de cada país. Por último, y este matiz es decisivo para los motores de sangre, a diferencia de los ensayos de Watt, incluyó el descanso, el sueño y los alimentos como factores reparadores del cuerpo [COULOMB, 1798, p. 427].

Estos análisis tuvieron continuidad en los profesores del *Conservatoire des Arts et Métiers*, partícipes de dos ideas clave. De Coulomb asimilaron que la fatiga laboral podía medirse y los cuerpos ser repuestos en su capacidad fisiológica. De la crítica de Lemontey [1801] a la división del trabajo de Smith, recogida en el *Traité d'économie politique* de Say [1803], que los productores debían adquirir cualificaciones más allá de ejecutar tareas simples y monótonas. En tal sentido, el director del *Conservatoire*, Christian [1819] indagó acerca de las combinaciones mecánicas facilitadoras de realizar cualquier tarea a la perfección y sin aprendizaje previo. De la misma forma, pretendió que, con esta forma de organizar el trabajo, se redujeran los errores debidos a la mala voluntad o por falta de atención motivada por la fatiga. En el seno de este grupo, el *Polytechnique*, Dupin [1826] destacó los beneficios de encontrar el modo de realizar los movimientos y los ritmos óptimos en cada tarea, con el fin de reducir la fatiga y evitar accidentes. Por su parte, Bergery [1829] bosquejó un método para ordenar la actividad del cuerpo en cada tipo de trabajo, mediante analizar el equilibrio entre esfuerzo y velocidad. Consideraba que, en tal situación, podría definirse una fatiga asumible para mejorar el rendimiento del obrero. Como elementos reponedores de la energía física, los miembros del *Conservatoire* abogaron por una dieta tipo, que suministrara gran fuerza y permitiera tolerar la fatiga dura y prolongada. Esta alimentación consistía en el pan blanco, el bistec de vacuno y la buena cerveza que, según algunos relatos, se había extendido entre los trabajadores de Inglaterra. En contraste con estos hábitos saludables, Bergery [1829, I, p. 43] apuntó a la comida fugaz, la holgazanería, la falta de aseo y ejercicio y, sobre todo, a la intemperancia como causas que disminuían o destruían la fortaleza requerida por los organismos obreros.

Dentro del grupo del *Conservatoire*, Jean-Baptiste Say merece una mención aparte. Aunque a menudo se le identifica como mero publicista de la obra de Smith, el economista francés contaba con experiencia como empresario del textil y, por lo tanto, conocimientos del trabajo humano y del funcionamiento de las máquinas en sus hilaturas. Primero impulsadas por molinos hidráulicos, de fuerza gratuita, pero no constante, y después por las *Mule-Jenny*. Convencido de las ventajas de las máquinas –“*les moteurs aveugles*”, los motores ciegos en palabras de Say–, este economista liberal introdujo dos temas clave. Primero debía evaluarse el coste de sustituir los motores de sangre por los ciegos. En Inglaterra, donde las provisiones no eran baratas y los salarios debían ser más elevados que en otros países, era rentable desplazar la producción de los hombres a las máquinas. Pero, fuera de Inglaterra, si se consideraba el coste de sustitución, prescindir de los humanos podía ser una alternativa sin beneficios. En segundo término, Say matizaba el entusiasmo de los industriales por dividir el trabajo en tareas tan simples que cualquiera pudiera ejecutarlas, por la razón de tenerse en cuenta lo prestado por “los trabajadores con su inteligencia, habilidad y talento. Un tipo diferente de servicio que se paga por separado” [SAY, 1828, II, pp. 161-162].

4. ESTABLECER MEDIDAS DE PRODUCTIVIDAD EN EL FERROCARRIL

Al reclutar a los primeros maquinistas ferroviarios, ya se había demostrado que el manejo de una caldera fija, de funcionamiento más simple que un artilugio rodante, exigía seguir ciertas instrucciones para atenderla. Valga como ejemplo que, hijo de un minero, George Stephenson comenzó a trabajar a los catorce años como ayudante de fogonero en una bomba de extracción minera, con la posibilidad, una vez demostrada cierta destreza, de convertirse en fogonero y más tarde en maquinista [SMILES, 1858, p. 25]. Sin embargo, en los comienzos de los ferrocarriles no hubo posibilidad de esta carrera formativa. Ingenieros y administradores de las compañías recurrieron a quien afirmase conocer cómo funcionaba una caldera. Esta insuficiencia de mano de obra cualificada reveló tres tipos de problemas que repercutieron de forma negativa en los resultados económicos de las empresas: 1) el elevado gasto de carbón para alimentar a las máquinas; 2) la dificultad de mantener las complejas, frágiles y costosas locomotoras y, asimismo, evitar sus averías; y 3) la precisión estricta de todas las operaciones ferroviarias. La solución de estos problemas se confió a mejoras técnicas. Pero, el factor humano resultó decisivo para el rendimiento, existencia y funcionar fiable de las locomotoras. Con este fin, se establecieron objetivos de productividad e indicadores complejos para su cumplimiento.

4.1. Costes de manutención del motor mecánico o de la tracción ferroviaria

Al plantearse sustituir el transporte conducido por caminos o canales a los ferrocarriles, los ingenieros, como se refleja en las memorias fundacionales de estas empresas, calculaban si podían o no ofrecer un precio competitivo por tren respecto a las alternativas existentes. La medida adoptada fue el importe de trasladar una unidad de peso (tonelada) a una distancia (milla o kilómetro), aunque solo apreciaron los costes de tracción, los vinculados al funcionamiento de la locomotora. Tal como los presentaron Howard *et al.* [1828] en el

Baltimore-Ohio, Walker [1829] en el *Liverpool-Manchester* o Peyret [1832] en el *Saint-Étienne-Lyon*, los costes de tracción comprendían los gastos de maquinista, fogonero, carbón, lubricantes, reparaciones y renovación de la locomotora, contingencias e intereses.

Entre estas partidas de gastos, la primera estrategia para medir la productividad de los trabajadores en el ferrocarril fue reducir el consumo de carbón o coste de alimentar al artilugio rodante. Tomlinson [1915, p. 132] relató que en el *Stockton and Darlington Railway* a los maquinistas se les satisfacía un salario, aunque pronto los empresarios evaluaron un gasto de carbón desproporcionado. Esta situación motivó que, a partir de 1826, comenzara a pagárseles un tanto por tonelada transportada a una milla. Con este abono debían retribuir a un fogonero y a ayudantes y, asimismo, realizar el mantenimiento básico del artilugio y procurarse el combustible y lubricante. Satisfacer un fijo por cada milla recorrida por la máquina, también, fue el criterio de los Stephenson en el *Liverpool-Manchester*. En este camino de hierro, el ingeniero civil Walker [1829, p. 23] explicó que, sin conocimiento de los operarios, podía averiguarse el consumo real de combustible, ya que desde la empresa infirieron que al comprar los maquinistas el carbón no lo dispendiaban. A pesar de las evaluaciones sobre este gasto, la puesta en marcha de los tráficos regulares hizo imprescindible ampliar el número de maquinistas. Se intentó incorporar a los que dispusieran de experiencia en los ferrocarriles carboneros cercanos a Newcastle, sin embargo, la única opción fue recurrir a quien refiriera cierta idea acerca de cómo funcionaban las máquinas fijas” [SMILES, 1859, p. 272].

En todo caso, la rápida difusión de los caminos de hierro justificó que, en la década de los treinta del siglo XIX los trabajadores de Newcastle relacionados con las calderas migraran a otros ferrocarriles ingleses, continentales o norteamericanos. Acudían a quien les diera mayores soldadas, sin acompañarse de cualificaciones. Así ocurrió en el caso francés, cuando Peyret [1832, p. 14] imputó a la inexperiencia y falta de habilidad de los maquinistas traídos de Inglaterra un consumo de carbón muy elevado. Sin embargo, no podían atribuirse todas las carencias a los trabajadores. Los celos por la fiabilidad de los artilugios de vapor también motivaron contratar la tracción a riesgo de sus fabricantes. Edward Bury, con un tipo de locomotora poco experimentado, ofreció al *London-Birmingham* que, por un precio fijo por pasajero o tonelada a una milla, se responsabilizaría de todos los gastos –reparaciones, combustible, grasas y maquinistas– [BINEAU, 1840, p. 348].

Con objeto de optimizar el rendimiento de las locomotoras, el ingeniero civil Gregory [1841] difundió pautas para que los maquinistas regularan el vapor de sus locomotoras y, así, obtuvieran ahorros en el consumo de carbón. Una economía por la cual, según el autor, las empresas deberían proporcionar recompensas. Acerca de estos incentivos, el ferrocarril *London-Birmingham* satisfizo al personal de tracción un ligero extra a los cuidadosos con el consumo de carbón y los fogoneros más capaces ascendían a maquinistas [POUSSIN, 1840, p. 231]. En los caminos de hierro belgas hay evidencias de que, a partir de 1842, se empezó a otorgar primas al personal de tracción cuando quemaba menos combustible que el óptimo calculado para cada tipo de locomotora, velocidad y peso de la composición y perfil del trazado [LARDNER, 1850, pp. 69-70]. Este sistema de recompensas por una conducción económica, descrito de forma detallada en el caso prusiano por Le Châtelier [1845], con

distintos cálculos y mayor o menor complejidad, se extendió a la francesa *Nord* [CARON, 1965] y, poco más tarde, a las administraciones ferroviarias de todos los países. Los gerentes quedaron persuadidos de que este sistema de recompensas a los maquinistas proporcionaba beneficios a su negocio y, cada empresa, introdujo las primas que estimó adecuadas para incrementar la productividad.

4.2. Esfuerzo y vida útil de las locomotoras

Determinadas las equivalencias de potencia y costes entre la tracción de sangre y mecánica, a semejanza de un animal de tiro, una locomotora debía amortizarse durante su vida útil. Si bien, a disimilitud de los caballos, había nula experiencia sobre cómo se depreciaban por su uso las máquinas rodantes. Walker [1829, p. 14] tasó entre 12,5 y 20 años la vida útil; por su parte, Peyret [1832] recogió en la misma partida contable el mantenimiento y depreciación de la máquina e imputó por los dos conceptos un 10 % anual. En Estados Unidos de América, Poussin [1836] valoró una década como tiempo de duración de la caldera, pero advirtió que otras partes de las locomotoras –ruedas, ejes y correas– se desgastaban antes, lo cual suponía importantes gastos por reparaciones.

Walker [1829] estimó que, para disponer de cinco locomotoras en servicio debía adquirirse una adicional. Esta serviría para remplazar a las averiadas, auxiliar a las accidentadas y componer trenes para mantener la infraestructura y superestructura ferroviaria. Ahora bien, estas y otras estimaciones se realizaron con optimismo. Con locomotoras casi artesanales provistas de piezas irregulares y sin ensayos suficientes en vía, pronto se verificó que cada máquina rodaba de forma singular. A esto, también, contribuía un camino del tren tendido con carriles ligeros no fijados de forma adecuada con balastro y traviesas. Por causa de estas imperfecciones, los artefactos rodantes sufrían averías asiduamente y se inmovilizaban en los talleres.

Es cierto que, sin más allá de recibir unas instrucciones, los maquinistas habían sido trasladados de operar con una caldera fija en el suelo a operar con un artefacto complejo rodante. Aun así, a juicio de Robert Stephenson el uso descuidado y, a veces, imprudente de las primeras locomotoras se adeudaba a la carencia de talento y conducta apropiada para el servicio ferroviario [JEAFFRESON, 1866, p. 115]. Con estas y otras valoraciones, en Europa se prescribió que maquinista y fogonero formaran una pareja estable asignada a una locomotora. El objetivo era que se familiarizaran con los mecanismos para conservarlos o repararlos mientras rodaban por la línea del tren. Al mismo tiempo, se les requirió colaborar en las reparaciones de las máquinas en los talleres.

Sin embargo, también tuvo que considerarse la baja fiabilidad de las tecnologías de los caminos de hierro Bineau [1840], Tourneux [1844] o Le Châtelier [1845] significaron que el personal de tracción debía vigilar de forma escrupulosa los dispositivos de las locomotoras en ruta, engrasar las piezas móviles en las estaciones y revisar el encendido y apagado de las calderas en los depósitos. Teisserenc [1847, p. 782] y Lardner [1850, p. 64], también destacaron el cuidado extremo de la pareja de cada máquina y recurrieron a la metáfora de concebirla como un caballo de hierro que, como los motores de sangre, precisaba reposar por la fatiga.

A la hora de evaluar el rendimiento de las primeras locomotoras, se estableció el número de kilómetros recorridos por las máquinas como unidad de producción. Pero, aunque se dispone de datos de varios países, las cifras recopiladas son difíciles de comparar. Con la única referencia de la vía férrea de *Darlington*, Walker [1829, p. 40] valoró que cada artilugio del *Liverpool-Manchester* podía rodar 90 millas durante 312 días. Poussin [1836], en el *Baltimore-Washington*, cifró el arrastre de las locomotoras en 128 km por jornada, con un aprovechamiento en las cercanías de los 40.000 km al finalizar el año. Seguin, el ingeniero que patentó la caldera tubular de las locomotoras y comenzó a fabricarlas en los talleres de Parrache, destacaba su menor precio respecto a las importadas de la Isla y, además, que completaban 28.800 km al concluir el año [VALENTIN-SMITH, 1837, p. 170]. En Inglaterra, Bineau [1840, p. 329-3] estimó en 200 km el recorrido diario de las locomotoras inglesas. No obstante, advirtió que a cada jornada de circulación en las vías debía asignarse otra para tareas de revisión en los depósitos y, asimismo, sumar las paradas necesarias para grandes reparaciones en los talleres. Por tanto, su kilometraje era más reducido. De Bélgica calculó una media de 91 km por jornada al concluir el mes. Por su parte Chevalier [1847, p. 45], dio cuenta que, entre Londres y Birmingham, los artilugios circulaban 225 millas en días alternos. En el renombrado manual *Railway Economy*, Lardner [1850, pp. 76-77] analizó el recorrido medio diario de las locomotoras en los ferrocarriles belgas, las compañías francesas *Nord*, *Orleáns*, *Paris a Rouen*, *Alsace* y *Mines de la Grand'Combe et des chemins de fer du Gard* y los caminos de hierro de Renania con amplias variaciones entre las 28 y 45 millas diarias. En cuanto a los datos de los ferrocarriles ingleses, el autor advirtió que eran limitados e imprecisos y, en consecuencia, no proporcionaban una base adecuada para realizar comparaciones con otros países. Por último, Le Châtelier *et al.* [1851, pp. 390-391] indicaron que los artefactos más antiguos quedaban obsoletos o no proporcionaban la velocidad y potencia de tracción necesarias después de aproximadamente 200.000 km. En otro sentido, estos ingenieros destacaron mejoras en las máquinas construidas a finales de los años cuarenta, que ya podían recorrer 300.000 km durante 15 años antes de ser reemplazadas o reconstruidas.

4.3. Competencias del maquinista: cualificaciones técnicas o jerarquía y obediencia a las normas

Después de la fase en la que se incorporó a quien refiriese manejar el fuego de una caldera, Flachat y Petiet [1840, p. 5] estimaron que un operario inteligente y atento con el cuidado de la locomotora y el ahorro de carbón facilitaba a la empresa de 200 a 250 francos al día. Coste [1847, pp. 11-13], antiguo ingeniero de Cockerill, evaluaba que un maquinista con un recorrido medio de 45.000 km, si demostraba habilidad economizaba en combustible y grasas 10.000 francos al año. Una cifra a la que sumar el aumento de la vida útil del artefacto, la carencia de averías y las cuantiosas pérdidas ocasionadas en los accidentes.

Con objeto de lograr estos ahorros, se consideró que los maquinistas debían aprender conocimientos técnicos o, en otra dirección, simplemente que obedecieran a la jerarquía de los superiores y a las normas de las compañías. Es cierto que, al emprender los tráficos, para detallar las tareas a ejecutar por los trabajadores cada compañía confeccionó reglamentos e instrucciones sobre todos los aspectos de los caminos de hierro. Normas de obligado

cumplimiento acompañadas de prácticas disciplinarias internas de las compañías, cuyas sanciones fueron asignadas a los jefes de los ferroviarios. En el seno de este régimen de sumisión al mando y para evitar cuestionar la autoridad experta, se hizo recaer en la imprudencia, ineptitud y desobediencia de los maquinistas gran parte de los accidentes. Al respecto de sus circunstancias hay una extensa literatura que excede los objetivos de este análisis. Motivados por el factor humano, las imperfecciones técnicas o de la gestión o por ambos elementos, los sucesos significaron cuantiosas pérdidas para las empresas, conmocionaron a la opinión pública y disuadieron de utilizar el ferrocarril. De ahí que, pronto se extendiera en el sector la exigencia de reclutar personas con conducta estable y moral adecuada a las demandas de las empresas. Flachet y Petiet [1840, p. 5] dictaron que los encargados de la tracción debían asumir como guía de conducta un severo sentimiento de disciplina militar. En reivindicación del orden interno, uno de los ingenieros más afamados de la época [BRUNEL, 1841, p. 226], despreció las cualificaciones de la mano de obra y, al respecto, manifestó ante el *Select Committee on Railways* que, para dirigir las locomotoras, “preferiría no tener un hombre pensante [...] El deber del maquinista es lo más simple posible [...] debe estar acostumbrado a seguir órdenes, no deseoso de infringirlas”, sentenciaba el ingeniero jefe de *Great Western Railway*.

Sin embargo, las órdenes no garantizaban el cumplimiento de objetivos de los trabajadores. En Francia, Seguin [1839, pp. 340-342] se manifestó hastiado de los maquinistas ingleses que, a su juicio, eran caros e incapaces. Como alternativa escogió en los talleres de Parrache a jóvenes a quienes valoró con inteligencia para aprender cómo construir, operar y reparar locomotoras. Este criterio también inspiró al ministro de obras públicas belga Nothomb que, al reglamentar el trabajo ferroviario, impuso la selección de los hombres “más inteligentes y honrados de los talleres”, para someterlos a pruebas y convertirlos en maquinistas. Teisserenc [1839] y Flachet y Petiet [1840] reflexionaron que, disponer de nociones del ajuste y montaje de los dispositivos de la locomotora debía ser uno de los requisitos de los profesionales de tracción. En Inglaterra, en un breviario Gregory [1841] demandaba similares competencias para reclutar maquinistas y, además, consideraba esencial adquirir destrezas mediante largas prácticas circulando sobre los raíles. Chadwick [1846, p. 26], en su propuesta para regular las condiciones laborales en el ferrocarril inglés sintetizó que los maquinistas debían integrar conocimientos técnicos –las reglas simples de la aritmética y de la física, las propiedades de la fuerza del vapor y de las locomotoras así animadas– e indudablemente mostrar hábitos sobrios y conducta moral ejemplar.

5. LAS CONDICIONES LABORALES DE LOS MAQUINISTAS FERROVIARIOS

Como fusión de las tendencias acerca de la mano de obra analizadas en el anterior epígrafe, las empresas de los caminos de hierro confluyeron en atraer al oficio de maquinista, con la promesa de remuneraciones elevadas, a jóvenes fuertes con conocimientos de mecánica por trabajar en los depósitos o talleres ferroviarios. Logrados los aspirantes fueron instruidos en cumplir con rectitud los reglamentos y las órdenes promulgadas por las compañías y, a pie de vía, eran adiestrados en las habilidades necesarias para los ferrocarriles en una selectiva carrera

profesional. Es necesario recalcar que el principal atractivo para convertirse en maquinista se concretó en las primas por productividad. Gracias a estos ingresos extras, con relación a los obreros de la época, algunos maquinistas podían acceder a bienes restringidos para la mayoría. Adquirir comida nutritiva, contar con ropa de calidad protectora de las inclemencias y disponer de un buen alojamiento. Hasta aquí lo presentado como apetecible para facultarse como operario de la tracción ferroviaria, pero, junto al reclamo, hubo exigencias del oficio no reveladas al público.

5.1. Tiempo e intensidad de trabajo

El tiempo e intensidad de trabajo, tal como fue recogido por Bineau [1840], Poussin [1840], Tourneux [1844] o Chevalier [1847] con jornadas reducidas, en un quehacer sencillo y con reposos prolongados, parecía aceptable. Pero, hay otros relatos acerca de una dedicación indefinida subordinada a atender a los trenes: Flachet y Petiet [1840], en el caso francés; Le Châtelier [1845], en el alemán y Chadwick [1846], en el inglés. De todas formas, para la lógica empresarial el tiempo de trabajo se cumplía sobre la máquina. Una atenta lectura de los textos permite verificar, que fuera de la vía no se contemplaban una diversidad de tareas, consideradas por las empresas como trabajo sedentario [BINEAU, 1840, p. 329] o tiempo de reposo [POUSSIN, 1840, pp. 237-238]. Quedaban sin computarse los largos trabajos preparatorios de encendido, engrasado y revisión para hacer funcionar las locomotoras y, es más, solo mediante orientar de forma presencial el mantenimiento y las reparaciones podía lograrse que los artefactos circularan con cierta regularidad. Con frecuencia, debido a la escasez de maquinistas, junto a sus gráficos de trabajo estaban obligados a atender las frecuentes incidencias en forma de retraso, avería o por formar trenes especiales. En definitiva, aunque no lo manifestaran las empresas, se exigió entrega plena y, por tanto, el personal de tracción se convirtió en sirviente de la máquina.

En una dirección muy diferente sobre el tiempo de trabajo, el ingeniero jefe Knight [1833, p. 116] participó que el criterio para retribuir a los primeros maquinistas radicaba en completar viajes con una duración de 10 horas. Aquí finalizaban las ocupaciones del personal de tracción norteamericano. Inspeccionar, limpiar y encender la maquina no les incumbía, porque al terminar el servicio en los carriles, la locomotora se entregaba al personal especializado del depósito y, en su caso, al de talleres. A la sazón, se instauró una estricta división del trabajo basada en el principio que cada uno en el ferrocarril debía hacer lo que mejor sabía hacer. Los maquinistas manejar locomotoras, los obreros de los depósitos mantenerlas y los de los talleres repararlas. Solo a partir de la década de los ochenta del siglo XIX, en Europa comenzó a considerarse cómo se organizaba la tracción en Estados Unidos. A través del análisis de estadísticas empresariales norteamericanas, Lavoine y Pontzen [1882] observaron que sus máquinas recorrían más kilómetros y no aumentaban los costos de mantenimiento y reparación. Estas ventajas de este uso intensivo las explicaron por la construcción de los artefactos rodantes, más robustos y estandarizados, pero, también, por disponer de parejas de tracción que circulaban con cualquier máquina, sin tener una asignada de forma específica como en Europa. Con la difusión de esta monografía se registraron experimentos en las redes europeas sobre esta forma de disponer el trabajo ferroviario, que

quedaron recogidos por Banderali [1887]. Sin embargo, al igual que otras innovaciones norteamericanas, como generalizar los coches largos de bujes y el frenado automático, esta forma de organizar la tracción no tuvo acogida en Europa.

El primer sistema integrado de reclutamiento y remuneración de maquinistas que ha podido localizarse es el del ferrocarril de Magdeburgo a Leipzig y, del mismo, hay evidencias de su difusión en otros países, con algunas singularidades. Después de una breve dependencia del personal de tracción inglés, la citada compañía decidió aumentar los salarios, de forma gradual, durante los cinco primeros años de trabajo. Buscaba asegurarse la continuidad de los trabajadores que, en otras empresas de ferrocarriles, abandonaban su puesto y acudían al mejor postor. Además, y esta es una particularidad de Prusia y países vecinos, se impusieron exámenes prácticos para obtener la licencia de manejo de las locomotoras, que podía revocarse por incompetencia en el desempeño. Por añadido, se instituyó un orden estricto sobre el personal de las locomotoras. Como ejemplo, en el ferrocarril Viena-Gloggnitz los maquinistas debían subordinarse al mando de los superiores de las divisiones de Dirección, Tracción y Movimiento, aparte de rendir cuentas ante los supervisores del Estado. De acuerdo con Le Châtelier [1845, pp. 461, 469-470], forjarlos en competencias y docilidad y convertirlos en fieles a la empresa, junto al sistema de primas, del que se dará cuenta en apartados próximos, atrajeron a numerosos aspirantes. Además, este ingeniero de minas estudió varios ferrocarriles que implementaban diversos incentivos para reducir el consumo de carbón, aceite y grasas lubricantes. En estas compañías para determinar las primas, se evaluaban las variaciones en estos gastos que podían ser atribuidas al clima de cada estación del año, porque el calor o la humedad alteraban las necesidades de presión de los artefactos. Aparte, había bonificaciones a los maquinistas si la locomotora cumplía un determinado número de kilómetros sin averías graves, que forzaran el inmovilizado extraordinario en talleres. De esta forma, las empresas se aseguraban del trato esmerado de la costosa máquina. Por último, con objeto de sincronizar el tráfico y, con este proceder, evitar retrasos en los trenes de viajeros y mercancías percederas, se concedían primas por puntualidad [LE CHÂTELIER, 1845, pp. 470-472]. A continuación de estudiar el caso prusiano, el citado ingeniero quedó encargado en Francia de organizar el servicio de material en la compañía *Nord* y, a similitud de los estados germánicos, instituyó tres grupos de recompensas: 1) por kilómetros recorridos por la pareja de la máquina, 2) por ser puntuales y 3) por reducir el combustible y lubricantes asignados [CARON, 1965, pp. 16-17; RIBEILL, 1987, p. 1014]. En estas fechas a efecto de recompensar a los maquinistas, según Chevalier [1847, pp. 43-44], algunas empresas inglesas satisfacían las horas extras de trabajo, la manutención cuando se pernoctaba fuera de casa, en navidad regalaban ropa de abrigo y, al mismo tiempo, en algunas líneas había gratificaciones por ahorrar carbón.

Sin embargo, para ascender a la cima de los maquinistas debía recorrerse un largo itinerario jerárquico. Se empezaba en las locomotoras de maniobras y, a continuación, a operar con trenes de mercancías y, más tarde, con los de viajeros hasta alcanzar a dirigir los expresos de primera clase. La carrera no era fácil. Hubo maquinistas de tres clases y en bastantes compañías de cuatro y, cada categoría, estaba limitada por cuotas máximas.

Cuando había posibilidad de ascender, como precisó Williams [1852, pp. 352-353], se dependía, en buena medida, del albedrío de los superiores. Ellos evaluaban las cualidades de obediencia y moral y, asimismo, cumplir objetivos que, junto a la antigüedad, constituían los criterios para promocionar. Después de varios ascensos podía lograrse la élite, la categoría de maquinista de primera clase. Unos pocos que disfrutaban de generosos sueldos, primas y benévolas jornadas de trabajo en las locomotoras más fiables de los trenes expresos. De este camino, en Europa hay descripciones en Chevalier [1847], With [1854] o Soulé [1864]. Para el caso inglés, con limitados textos autóctonos sobre el elemento humano, puede localizarse el manual de Fletcher [1867].

5.2. Primas de productividad

Las primas significaban un elevado porcentaje de las remuneraciones, pero, de forma inflexible, se penalizaba no cumplir con las metas, lo que las convertía de facto en obligaciones. En busca de recibir los complementos salariales, los trabajadores se exponían a tiempos e intensidades desproporcionadas que podían malograr su salud. En pocos años, gran parte de quienes participaban en la tracción de los trenes presentaban deterioro manifiesto, patologías crónicas, algunos fallecían, otros dimitían o se acogían a cometidos inferiores. Una certeza que se desprende de la atenta lectura de los textos de médicos e ingenieros. Le Châtelier et al. [1851, pp. 390-391] revelaron que los fogoneros inválidos para el servicio en vía fueron encargados de encender las calderas de las locomotoras durante la noche en los depósitos, para que las máquinas dispusieran de la presión necesaria para iniciar los servicios matutinos. Ahora bien, por este trabajo recibían una remuneración muy inferior a la que cobraban antes de que su carrera se truncara. El higienista Duchesne [1857, p. 183] documentó que, después de unos años sobre las locomotoras, muchos trabajadores eran reubicados en puestos sedentarios en depósitos, talleres o como guías de locomotoras de maniobras. Del mismo modo, el médico de empresa Soulé [1864, p. 40] advirtió que maquinistas de primera clase, incapacitados para su cometido, eran degradados a subjefes de depósito.

Sin duda, en el número de años de vida laboral antes de ser degradado, separado por inútil o fallecer en el trabajo, radicó el indicador preciso del deterioro físico de estos trabajadores. Por eso, Duchesne [1857, p. 281] apuntó veinte años como límite del esfuerzo de los maquinistas y no fue una cifra caprichosa. Ya, en 1854 la francesa Nord había incorporado la posibilidad que el personal de tracción pudiera jubilarse a los 50 años, después de veinte años de servicio. Ahora bien, las metas para dejar de trabajar no eran homogéneas. Por ejemplo, en *L'Est* debían cumplirse 55 de edad y 25 años en la empresa. Un requisito a juicio de Sauvage, su director y anterior ingeniero jefe de Material y Tracción, demasiado riguroso y casi imposible para la mayoría de los ferroviarios. Así lo recogió Noblemaire [1902] que, en su ejercicio como director del *Paris-Lyon-Méditerranée*, afirmaba retirar a los maquinistas a los 15 años de servicio.

De acuerdo con el historiador francés Caron [1965], jubilarse en el intervalo de 50 a 55 años proporcionaba una buena medida del desgaste ocupacional. Significaba que la retirada ocurría después de treinta o más años de entrega, porque el trabajo realizado en talleres o como alumno en la locomotora no formaba parte del tiempo computado para la jubilación.

En el caso inglés, Coste [1847, p. 16] y Fletcher [1867, pp. 24-25] también indicaban el límite de los veinte años, pero con el propósito de significar que, una vez dedicada alguna época al empleo, los maquinistas alcanzaban una plácida jubilación, porque habían logrado ahorrar suficiente dinero para dedicarse a ellos y comprar propiedades. En Francia, de otros países carecemos de exámenes al respecto, se admitió que muchos maquinistas no recibieron la pensión de vejez. Fallecieron, abandonaron el trabajo o incapacitados a edad temprana cabía la posibilidad de destinarlos a un oficio menos penoso y con retribuciones inferiores. Pero, mientras que el accidente tuvo carácter objetivo e implicaba reparar el daño, la intensificación del trabajo se cobró víctimas de forma lenta, subjetiva a los ojos de los patronos. En cualquier caso, los ferroviarios no estaban incluidos en el activo empresarial en términos contables. Si se desgastaban, resultaban consumidos por el trabajo, sin implicar gastos, simplemente, eran reemplazados por otros.

6. CONCLUSIONES

Si solo se demandaba fuerza, animales y humanos manifestaban similar comportamiento fisiológico. No ofrecían potencia continua, se fatigaban y debían tomar un descanso más o menos largo para recuperar energía. Ahora bien, en términos económicos, había diferencias significativas. Los caballos desarrollaban más potencia que los hombres, eran de manutención barata y cabía la posibilidad de sacrificarlos y aprovechar de sus cuerpos la carne y otros géneros. Bestias y máquinas al ser adquiridas por las empresas formaban parte de su activo y, según la contabilidad seguida por técnicos y capitalistas, en los gastos se cargaban su manutención y reparaciones. Es más, debían imputarse los costes de reposición de animales y locomotoras, a efectos de ser amortizados y, para ello, se precisaba conocer sus años de vida útil. Por su parte, los humanos no formaban parte del activo empresarial. Más allá de ofrecer el mayor trabajo posible carecían de interés para un determinado tipo de ciencias y de valor para los patronos. De esta suerte, si se admitían los fundamentos de la economía política de Smith las competencias de los trabajadores quedaban rebajadas a entregar fuerza, a modo de una bestia o máquina.

Para la praxis empresarial, determinar la potencia de los animales y los humanos y sus costes constituyó el objetivo central, para sustituir los motores de sangre por una máquina alimentada con carbón. Sin embargo, la tracción solo representaba una parte pequeña de los gastos del ferrocarril, ya que los indicadores productivos por unidad de peso, recorrido y precio estaban vinculados al rendimiento de la máquina. Al mismo tiempo, las locomotoras al circular por vías de armazón defectuoso se manifestaron más frágiles que lo supuesto por los ingenieros. Como secuelas de estas imprevisiones, las averías y descarrilamientos fueron frecuentes con la subsiguiente parada de las máquinas en talleres. Ante los problemas, los ingenieros trasladaron la responsabilidad de la sincronización del sistema ferroviario a los maquinistas, lo que debía traducirse en puntualidad y en ser seguros en el servicio. Sin embargo, en aquellas fechas todavía faltaba desarrollar elementos clave en el ferrocarril, como una señalización adecuada y un sistema de frenado eficaz.

Algunos técnicos y gerentes consideraron a los maquinistas pioneros como simples ejecutores de un pequeño número de operaciones determinadas por la locomotora. Sin embargo, a finales de la década de los cuarenta del siglo XIX, se demostró que, si los maquinistas poseían conocimientos y destrezas inéditas en otros sectores, podrían generar importantes ahorros a las empresas. Estas implementaron indicadores de productividad dirigidos a maximizar el beneficio, sin contemplar las necesidades vitales de los trabajadores y las condiciones laborales. Por último, durante el periodo objeto de estudio, las tecnologías y los conocimientos de los ingenieros y administradores acerca de los distintos elementos partícipes en la producción ferroviaria eran rudimentarios. Como contrapartida a las primas, y con las evidencias ya conocidas en los motores de animales y mecánicos, se intensificó el esfuerzo de los maquinistas hasta su extenuación.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMSON, James (1826) *Sketches of our Information as to rail-roads. Also, an account of the Stockton and Darlington with observations on rail-ways*. Newcastle, Edward Walker.
- AMONTONS, Guillaume (1699) “Moyen de substituer commodément l’action du feu à la force des hommes et des chevaux pour mouvoir les machines”. *Mémoires de l’Académie des Sciences de Paris*, 112-126.
- BANDERALI, David (1887) “Roulement des mécaniciens au point de vue d’une meilleure utilisation des machines”. *Bulletin de la Commission Internationale du Congrès des Chemins de Fer*, 1(8), 855-882.
- BERGERY, Claude-Lucien (1829) *Économie industrielle, Économie de l’ouvrier. Tome 1*. Metz, Thiel.
- BINEAU, Jean-Martial (1840) *Chemins de fer d’Angleterre : Leur état actuel ; Législation qui les régit ; conditions d’art de leur tracé ; leur mode et leurs frais d’établissement ; leur système et leurs fais d’exploitation ; leur circulation ; leurs tarifs et leurs produits. Application à la France de Résultats de l’expérience de l’Angleterre et de la Belgique*. Paris, Carilian-Goerey et Vr. Dalmont.
- BRUNEL, Isambard Kingdom (1841) “Report from the select committee on railways”. En: *Select Committee on Railway*. Civil engineer and architect’s journal, july, 225-227.
- CARON, François (1965) “Essai d’analyse historique d’une psychologie du travail: Les mécaniciens et chauffeurs de locomotives du réseau du Nord de 1850 à 1910”. *Le Mouvement social*, 50, 3-40.
- CHADWICK, Edwin (1846) *Statements as to some of the effects produced in this country by the past expenditure of capital on labour in the construction of Railways*. En: *Manchester Statistical Society. Papers read before the Statistical Society of Manchester, on the demoralisation and injuries occasioned by the want of proper regulations of labourers engaged in the construction & working of railways*. Manchester, Simms and Dinham, 17-45.
- CHEVALIER, Auguste (1847) *Mémoire sur l’exploitation des chemins de fer anglais*. Paris, Carilian-Goery et Vor.
- CHRISTIAN, Gérard-Joseph (1819) *Vues sur le système général des opérations industrielles, ou Plan de technonomie*. Paris, Mme. Huzard.
- COSTE, Florentin (1847) *Vade-mecum du mécanicien conducteur de machines locomotives*. Paris, Carilian-Goerey et V. Dalmont.
- COULOMB, Charles-Agustin (1798) “Résultats de plusieurs expériences destinées à déterminer la quantité d’action que les hommes peuvent produire par leur travail journalier suivant les différentes manières dont ils utilisent leurs forces”. *Mémoires de l’Institut national des sciences et arts-Mémoires de mathématiques et de physique*, 2, 380-428.

- DESAGUILIERS, John Theophilus (1745) *A course of experimental Philosophy*. London, W. Innys. 2ª edición corregida del original en 1719.
- DUCHESNE, Édouard-Adolphe (1857) *Des chemins de fer et de leur influence sur la santé des mécaniciens et des chauffeurs*. Paris, Mallet-Bachelier.
- DUPIN, Charles François (1826) *Géométrie et mécanique des arts et métiers et des beaux-arts, Tome Troisième*. Bruxelles, C.J. de Mat Fils et H. Remy.
- EVANS, Oliver (1805) *The abortion of the young steam engineer's guide*. Philadelphia, Printed for the author by Fry Kammerer.
- FLACHAT, Eugène y PETIET, Jules (1840) *Guide du Mécanicien conducteur de machines locomotives*. Paris, Mathias.
- FLETCHER, Ogden James (1867) *Railways in their medical aspects*. Birmingham, Cornish Brothers.
- GRAY, Thomas (1821) *Observations on a general iron rail-way*. London, Baldwin Cradock.
- GREGORY, Charles Hutton (1841) *Practical rules for the management of a locomotive engine in the station, on the road, and in cases of accident*. London, Weale.
- HOWARD, William; LONG Stephen Harriman y M'NEILL, William Gibbs (1828) *Report of the engineers, on the reconnaissance and surveys, made in reference to the Baltimore and Ohio rail road*. Baltimore, William Woody.
- JARRIGE, François (2017) "L'invention de 'l'ouvrier-machine': esclave aliéné ou pure intelligence au début de l'ère industrielle?" *L'Homme & la Société*, 205, 27-52. <doi: 10.3917/lhs.205.0027>
- JEAFFRESON, John Cordy (1866) *Life of Robert Stephenson*. London, Longmans.
- KNIGHT, Jonathn (1833) "Report of J. Knight, Chief Engineer, in relation to the proposed Rail Road between Baltimore and Washington". En: *Seventh annual report of the president and directors to the stockholders of the Baltimore and Ohio rail road company*. Baltimore, William Woody, 44-167.
- LARDNER, Dionysius (1850) *Railway economy: a treatise on the new art of transport, its management, prospects and relations, commercial, financial and social*. London, Taylor, Walton & Maberly.
- LAVOINNE, Ernest y PONTZEN, Édouard (1882) *Les chemins de fer en Amérique. Tome Second. Exploitation*. Paris, Dunod.
- LE CHÂTELIER, Louis (1845) *Chemins de fer en Allemagne. Description statistique, système d'exécution, tracé, voie de fer, stations, matériel, frais d'établissement, exploitation, produit de l'exploitation*. Paris, L. Mathias.
- LE CHÂTELIER, Louis; FLACHAT, Eugène; PETIET, Jules y POLONCEAU, Camile (1851) *Guide du mécanicien constructeur et conducteur de machines locomotives*. Paris, Paul Dupont & Lacroix et Baudry.
- LE ROUX, Thomas (2013) "Hygienists, workers' bodies and machines in nineteenth century France, European Review of History". *Revue européenne d'histoire*, 20(2), 255-270. <https://doi.org/10.1080/13507486.2013.766523>
- LEMONTÉY, Pierre-Édouard (1801) "Influence morale de la division du travail". En: Pierre-Édouard Lemontéy. *Raison folie. Petit cours de morale mis à la portée des vieux enfants*. Paris, Guilleminet, 154-180.
- LESLIE, John (1823) *Elements of Natural Philosophy. Vol 1*. Edinburgh, W. & C. Tait.
- LICHT, Walter (2016) *Working for the railroad: The organization of work in the nineteenth century*. Princeton, University Press.
- McKENNA, Frank (1980) *The railway workers 1840-1970*. London, Faber and Faber.
- NOBLEMAIRE, Gustave (1902) "Les conditions du travail dans les chemins de fer". *Revue des Deux Mondes*, 7, 179-200.

- PERRONET, Jean-Rodolphe (1782-1783) *Description des projets de la construction des ponts de Neuilly, de Mantes, d'Orléans & autres; du projet du canal de Bourgogne, pour les communications des deux Mers par Dijon; et de celui de la conduite des eaux de l'Yvette et de Bièvre à Paris. Volume 1.* Paris, Imprimerie royale.
- PEYRET, Alphonse (1832) *Situation du chemin de fer de St-Etienne à Lyon, au commencement de 1832; et résultats probables de cette entreprise.* Sl., sa.
- PONCELET, Jean-Victor (1839) *Introduction à la mécanique industrielle, physique ou expérimentale.* Deuxième édition. Metz, M. Thiel libraire-éditeur.
- POUSSIN, Guillaume Tell (1836) *Chemins de fer américains; historique de leur construction, prix de revient et produit : mode d'administration adopté: résumé de la législation qui les régit.* Deuxième édition. Bruxelles, Th. Lejeune.
- POUSSIN, Guillaume Tell (1840) *Notices sur les chemins de fer anglais.* Paris, L. Mathias.
- RABINBACH, Anson (1990) *The Human Motor: Energy, fatigue and the origins of modernity.* New York, Harper Collins Publishers.
- RIBEILL, Georges (1987) "Gestion et organisation du travail dans les compagnies de chemin de fer, des origines à 1860". *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 5, 999-1029.
- RIBEILL, Georges (2009) "Vives controverses sur une prétendue maladie spéciale des mécaniciens et chauffeurs (1857-1861)". *Historail, La Vie du rail*, 8, 56-66.
- ROBISON, John (1822) *A System of Mechanical Philosophy. Vol 2.* London, John Murray.
- SAVERY, Thomas (1827) *The miners friend: or an engine to raise water by fire described. And of the manner of fixing it in Mines.* London, S. Crouch. 1ª edición 1702, reimpresión 1827.
- SAY, Jean-Baptiste (1803) *Traité d'économie politique ou simple exposition de la manière dont se forment, se distribuent et se consomment les richesses.* Paris, Deterville.
- SAY, Jean-Baptiste (1828) *Cours complet d'économie politique pratique. Volume II.* Paris, Chez Rapilly.
- SCHIVELBUSCH, Wolfgang (2014) "The pathology of the railroad journey". En: Wolfgang Schivelbusch (ed.) *The railway Journey. The industrialization of time and space in the nineteenth century.* Berkeley, University of California Press, 113-123.
- SEGUIN, Marc (1839) *De l'Influence des chemins de fer et de l'art de les tracer et de les construire.* Paris, Carilian-Goeury et Vr. Dalmont.
- SMILES, Samuel (1858) *The life of George Stephenson, railway engineer.* Boston, Ticknor and Fields.
- SMITH, Adam (1996) *La riqueza de las naciones.* Madrid, Alianza. 1776. Primera reimpresión de primera edición traducida por Carlos Rodríguez Braun.
- SOULÉ, Eugène (1864) *Réflexions pratiques sur les maladies qu'on observe chez les employés des chemins de fer.* Bordeaux, Émile Crugy.
- STEIN, Margot B. (1978) "The meaning of skill: The case of the French engine-drivers, 1837-1917". *Politics & Society*, 8(3-4), 399-427. <<https://doi.org/10.1177/003232927800800304>>
- TEISSERENC, Edmond (1839) *Les travaux publics en Belgique et les chemins de fer en France.* Paris, L. Mathias.
- TEISSERENC, Edmond (1847) *Études sur les voies de communication perfectionnées et sur les lois économiques de la production du transport suivies des tableaux statistiques sur les frais de navigation et d'une analyse raisonnée des comptes des principaux chemins de fer française, belges, anglais et allemands.* Paris, L. Mathias.
- TOMLINSON, William Weaver (1915) *The North Eastern Railway: Its rise and development. Newcastle-upon-Tyne: A. Reid & Company, limited.* London, Longmans, Green & Company.
- TOURNEUX, Félix (1844) *Encyclopédie des chemins de fer et des machines à vapeur, à l'usage des praticiens et des gens du monde.* Paris, Jules Renouard Cie.

- TREGOLD, Thomas (1825) *A practical treatise on rail-roads and carriages: shewing the principles of estimating their strength, proportions, expense, and annual produce, and the conditions which render them effective, economical, and durable: with the theory, effect, and expense.* London, Josiah Taylor.
- VALENTIN-SMITH, Joannès-Erhard (1837) *Lois européennes et américaines sur les chemins de fer.* Saint Étienne, Gonin.
- VATIN, François (2008) *Le travail et ses valeurs.* Paris, Albin Michel.
- WALKER, James (1829) *Report to the directors on the comparative merits of loco-motive & fixed engines, as a moving power.* London, John and Arthur Arch Cornhill.
- WILLIAMS, Frederick Smeeton (1852) *Our Iron Roads: Their history, construction and social influences.* London, Ingram Cooke.
- WITH, Émile (1854) *Les accidents sur les chemins de fer, leurs causes, les règles à suivre pour les éviter.* Paris, Mallet-Bachelier.
- WOOD, Nicholas (1825) *A practical treatise on rail-roads, and interior communication in general; with original experiments, and tables of the comparative value of canals and rail-roads.* London, Knight and Lacey.