



Innovación e industria. Una aproximación a la dinámica económica en la segunda mitad del siglo XIX

Joaquín Perren^(*)

ARK-CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s24690732/8knoabcp0>

Resumen

El artículo analiza el papel de la innovación tecnológica en el crecimiento económico de la segunda mitad del siglo XIX desde una perspectiva integrada. Se sostiene que dicho crecimiento no puede explicarse únicamente por el cambio técnico, sino por la articulación entre transformaciones en el transporte, mutaciones en los paradigmas productivos y nuevas formas de organización empresarial y del trabajo. La expansión ferroviaria y la modernización del transporte marítimo redujeron costos y ampliaron mercados, mientras que la segunda revolución industrial reconfiguró las bases materiales de la producción. A su vez, la emergencia de la empresa moderna y los cambios en la organización del trabajo permitieron gestionar una creciente complejidad productiva. El trabajo propone así una interpretación que enfatiza la interacción entre tecnología, organización y escala en la consolidación del capitalismo industrial.

Palabras clave: Innovación tecnológica; Segunda Revolución Industrial; Empresa moderna.

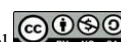
Innovation and Industry: An Approach to Economic Dynamics in the Second Half of the Nineteenth Century

Abstract

The article examines the role of technological innovation in economic growth during the second half of the nineteenth century from an integrated perspective. It argues that such growth cannot be explained solely by technical change, but rather by the interaction between transformations in transportation, shifts in productive paradigms, and new forms of business and labor organization. The expansion of railways and the modernization of maritime transport reduced costs and expanded markets, while the Second Industrial Revolution reshaped the material foundations of production. At the same time, the emergence of the modern firm and changes in labor organization made it possible to manage increasing productive complexity. The article thus offers an interpretation that emphasizes the interaction between technology, organization, and scale in the consolidation of industrial capitalism.

Key Words: Technological innovation; Second Industrial Revolution; Modern enterprise.

^(*) Profesor en Historia (Universidad Nacional del Comahue. UNComahue); Especialista en Historia Regional (UNComahue); Doctor en Historia (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires). Profesor Adjunto (Departamento de Economía. UNComahue). Investigador Independiente (Instituto Patagónico de Estudios en Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Comahue / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Argentina. Email: joaquinperren@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1033-6144>



Innovación e industria. Una aproximación a la dinámica económica en la segunda mitad del siglo XIX*

Introducción

El presente artículo tiene por objetivo examinar el papel de la innovación tecnológica en la configuración de la dinámica económica durante la segunda mitad del siglo XIX, una etapa decisiva en la consolidación del capitalismo industrial y en la expansión global de sus estructuras productivas. Más que un estudio sobre los orígenes de la industrialización, el texto propone una lectura centrada en el modo en que las economías ya industrializadas redefinieron sus mecanismos de crecimiento y sus patrones de organización a partir del cambio técnico. En este sentido, se busca comprender cómo las transformaciones tecnológicas, la evolución del transporte y las nuevas formas de gestión empresarial alteraron el mapa económico mundial, configurando un escenario de creciente interdependencia entre los países del centro y la periferia.

Ahora bien, estos procesos no operaron de manera independiente ni pueden ser comprendidos como planos causales autónomos. Por el contrario, la innovación tecnológica, la ampliación de los mercados y las transformaciones organizativas se articularon en un mismo movimiento, en el que cada dimensión reforzó a las otras: la reducción de costos y la expansión de la escala productiva habilitaron nuevas formas empresariales, al tiempo que estas últimas permitieron aprovechar de manera más eficiente las oportunidades abiertas por el cambio técnico.

Desde una perspectiva histórico-estructural, el trabajo se apoya en una metodología de carácter analítico-comparativo que combina evidencias cuantitativas y cualitativas procedentes de distintas economías industriales —Gran Bretaña, Alemania, Estados Unidos y Francia—, con el propósito de identificar los rasgos comunes y las particularidades nacionales del proceso. La estrategia metodológica articula la teoría económica con la interpretación histórica, integrando los aportes de autores clásicos y contemporáneos de la historia económica, como Schumpeter, Hobsbawm, Mokyr y Chandler. Este enfoque permite situar la innovación no como un fenómeno aislado, sino como un componente estructural del desarrollo capitalista, cuya evolución condicionó tanto el ritmo del crecimiento como la reorganización del trabajo y del capital.

El recorrido analítico se organiza en tres secciones interrelacionadas. En primer lugar, se examina la revolución de los transportes, destacando su papel en la reducción de costos, la ampliación de mercados y la mundialización de los flujos comerciales. En segundo término, se analiza la segunda revolución industrial, haciendo foco en la combinación entre innovaciones radicales e incrementales que reconfiguraron el paradigma tecnológico de la primera industrialización. Finalmente, se abordan las transformaciones empresariales y laborales que dieron origen a la empresa moderna y a las nuevas formas de organización del trabajo, entre ellas el taylorismo y el fordismo, que anticiparon la lógica productiva del capitalismo del siglo XX. Lejos de constituir esferas separadas, estas tres dimensiones serán analizadas como partes de un mismo proceso histórico, cuyo resultado fue una aceleración del crecimiento económico acompañada por una creciente complejidad organizativa. En conjunto, el artículo busca ofrecer una síntesis interpretativa que permita comprender las bases históricas de la economía industrial contemporánea.

Revolución de los transportes: alimento del desarrollo industrial y vector de la mundialización económica

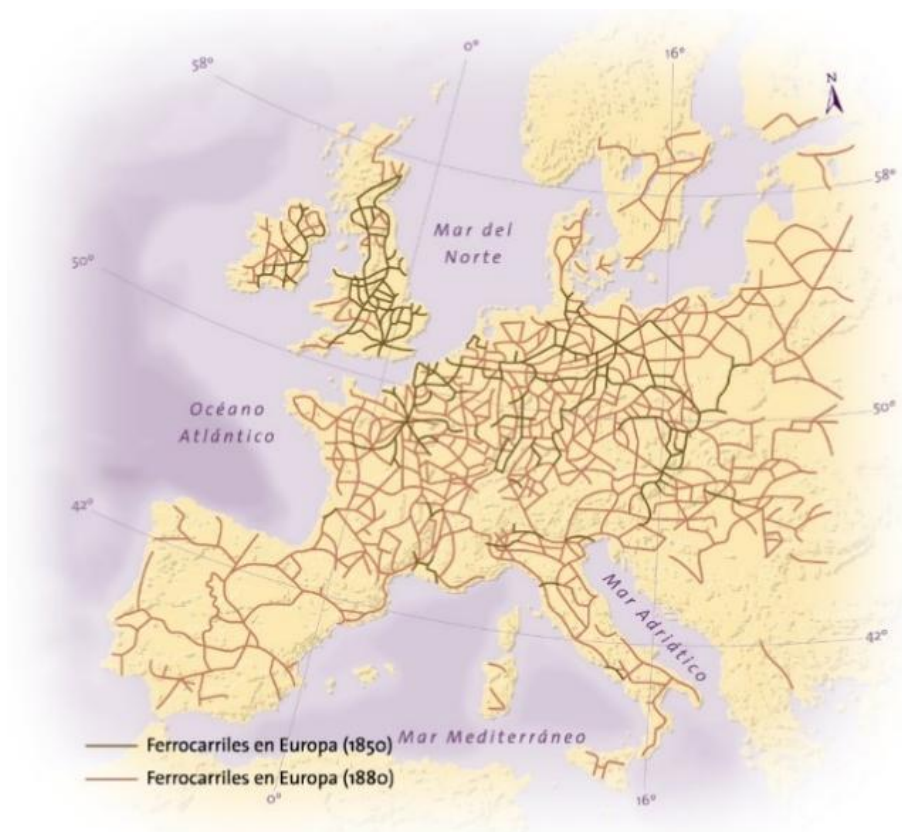
Comencemos por la primera de las asignaturas, aquella que refiere a transformaciones en la esfera de la distribución que se evidencian sobre todo en el tercer cuarto del siglo XIX. Sabido es que el despliegue del ferrocarril, desde la década de 1830, desempeñó un papel estelar en la expansión de las fuerzas productivas. Las vías ferroviarias integraron mercados “hacia adelante” y “hacia atrás”, aumentando la demanda de aquellos insumos que este novedoso sistema de transporte necesitaba para funcionar. En este sentido, más que un simple sector dinámico, el ferrocarril actuó

* El presente texto fue elaborado en el marco de la cátedra de “Historia Económica y Social General”, dictada en la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Nacional del Comahue.

como un mecanismo de ampliación de la escala económica, reduciendo costos de transacción y habilitando niveles de producción que, en ausencia de estas infraestructuras, hubieran resultado inviables. Sin embargo, y pese a esta explosión inicial, hacia 1850 solo los países que habían avanzado en la implantación del sistema fabril contaban con redes ferroviarias de auténtica envergadura. Puede que un dato nos ayude a clarificar este punto: hacia mediados del siglo XIX, la extensión ferroviaria conjunta de Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemania se situaba en el orden de las decenas de miles de kilómetros, reflejando el carácter aún incipiente de la infraestructura ferroviaria en sus primeras etapas de expansión (Bairoch, 1993).

En la segunda mitad del siglo XIX, la ampliación del sistema ferroviario imprimió una notable aceleración, perdiendo en ese tránsito su carácter embrionario. En efecto, en aquel arco temporal los países centrales completaron la modernización de su sistema de transporte y los que ocupaban una posición periférica o semiperiférica comenzaron a desarrollar su infraestructura ferroviaria. Solo basta con echar un vistazo al mapa 1 para comprobar este punto. Aunque enfocado en el caso europeo nos muestra a la perfección cómo la red ferroviaria en 1850 estaba concentrada en el cuadrante noroccidental del continente, con claro predominio de Gran Bretaña. Esa geografía, en las siguientes tres décadas, se amplió significativamente, pero su configuración inicial no había cambiado demasiado: la densidad de la red seguía siendo fuerte en los países en los que la industria había germinado tempranamente y perdía fuerza a medida que nos desplazamos en sentido sur y este, donde —salvo bolsones industriales muy puntuales— la agricultura seguía marcando el pulso de economías que preservaban su carácter rural.

Mapa 1
Expansión de la red ferroviaria. Europa, 1850-1880



Fuente: Mapas de Europa de temas históricos - Educ.ar

A pesar de esta desigual distribución, reflejo del dispar despliegue del humo de las fábricas en el paisaje económico europeo, los cien mil kilómetros de rieles construidos en el tercer cuarto del siglo XIX no solo dieron forma a un mercado de alcance continental, sino también impulsaron una etapa de crecimiento económico que Joseph Schumpeter (1939) dio en llamar un “Kondratieff

ferroviario”. Este impulso no debe entenderse como un efecto puramente técnico: la reducción de costos de transporte, la ampliación de los mercados y la mayor previsibilidad en los flujos comerciales generaron condiciones favorables para la inversión y la expansión de la producción industrial. Recordemos que Nikolai Kondratieff (1925) fue un economista ruso que describió las fluctuaciones económicas en la larga duración, identificando ondas de medio siglo en las que determinadas innovaciones tecnológicas insuflaban a la economía una mayor velocidad de crecimiento. En la mirada de Schumpeter, que contaba con la ventaja de analizar estos procesos en perspectiva, pocas dudas cabían que la expansión ferroviaria y el desarrollo del acero habían actuado como esas turbinas que permitieron a la economía mundial emprender vuelo. Las intuiciones del economista de origen austriaco demostraron a la postre ser ciertas: de acuerdo con estimaciones contemporáneas, la economía mundial en el tercer cuarto del siglo XIX duplicó la velocidad de su crecimiento (Maddison, 2007).

Claro que este efecto benéfico no fue uniforme en términos territoriales. El arrastre de la revolución de los transportes fue distinto si posamos nuestra mirada en los países pioneros en lo que a industrialización se refiere o bien en economías que se acoplaron al comercio internacional en calidad de proveedores de materias primas y alimentos. Los eslabonamientos del ferrocarril en el primer lote fueron múltiples y en diversas direcciones, desde el estímulo a las industrias de base hasta el acortamiento de las distancias. En el segundo grupo, en cambio, la tracción generada por la modernización del sistema de transporte fue mucho más limitada. En estos casos, la expansión ferroviaria tendió a integrarse a estructuras productivas preexistentes, reforzando su especialización primaria más que transformándola. La lógica extractiva fue la predominante, con capitales foráneos que remitían dividendos y con redes ferroviarias que convergían en puertos desde donde se despachaban productos primarios. El caso argentino es claro: miles de kilómetros de rieles, lejos de sustentar un proyecto industrial, consolidaron al país como el “granero del mundo”. Las empresas ferroviarias de origen británico permitían a la región pampeana explotar su potencial agropecuario, pero todos los bienes que precisaban para operar impulsaron el proceso de industrialización de Gran Bretaña (por caso, la producción de carbón, locomotoras, rieles, puentes y hasta las estaciones ferroviarias).

Si el ferrocarril fue alimento de la industrialización, las transformaciones que experimentó el transporte marítimo permitieron poner al planeta bajo un mismo signo. Ambos procesos — transporte terrestre y marítimo— actuaron de manera complementaria, integrando economías regionales en un sistema de intercambio cada vez más denso y articulado. Gracias a esta segunda vertiente de la revolución de los transportes, los países centrales, con sus capitales, productos y población excedente, dieron forma a una auténtica globalización. No es que esta palabra resultara ajena a procesos de expansión del mercado internacional, desde la “ruta de la seda” hasta el comercio colonial, pero en estos años el capitalismo, ese modo de producción que en el siglo XVIII había ampliado su cobertura espacial, alcanzó hasta el último rincón de la Tierra. Más allá de los detalles anecdóticos, y en con el propósito de dibujar los límites de una periodización, podríamos decir que, a partir de 1840, hicieron irrupción una serie de innovaciones que redefinieron el transporte ultramarino. Entre ellas es justo mencionar tres en particular. La primera de ellas fue la adopción de la hélice en lugar de las tradicionales palas de rueda de agua para la propulsión de los barcos de vapor. En 1838, el barco británico *SS Great Western* comenzó a utilizar hélices, lo que mejoró la eficiencia de los barcos y permitió una mayor maniobrabilidad y velocidad. La segunda se vincula a la motorización. En la década de 1840 advertimos el creciente uso de motores compuestos. En lugar de liberar el vapor después de su primera expansión, como en los motores simples, este nuevo dispositivo lo reutilizaba en cilindros adicionales de mayor tamaño y menor presión, reduciendo el consumo de combustible y aumentando la autonomía de los barcos. Por último, es menester referirnos al cambio de los materiales usados en la construcción de los buques: hasta mediados del siglo, eran mayormente de madera o hierro forjado, pero con la aparición del acero como material estructural, se lograron avances clave en resistencia, eficiencia y capacidad de carga.

A estas transformaciones técnicas debemos sumarle otras de índole logística que dieron forma a un sistema de abastecimiento de alcance planetario. Si bien el uso del vapor permitió a los barcos emanciparse de los humores del viento, este tipo de vehículos debían repostar carbón con frecuencia. La consecuencia lógica de ello fue la conformación de una red que abarcaba puertos

tan diversos como Valparaíso (Chile), Ciudad del Cabo (Sudáfrica) y Singapur (sudeste asiático), todos fundamentales para las rutas transoceánicas. También cobraron importancia estratégica islas, como Madeira, Cabo Verde y Santa Elena, que servían de escala en el cruce del Atlántico. No menos relevantes comenzaron a ser algunas obras de infraestructura, inimaginables algunas décadas antes, que acortaron los traslados de forma significativa. El canal de Suez, por ejemplo, construido en plena revolución de los transportes, permitió ahorrar siete mil kilómetros en la travesía entre Europa y Asia.

Esta nueva forma de surcar los mares volvió necesaria la inmovilización de grandes *stocks* de capital y esto hizo de la actividad naviera comenzara a recorrer un corporativo. En la primera mitad del siglo XIX, el transporte marítimo era aún un negocio de pequeñas compañías y armadores privados. Luego, con la consolidación de los barcos de vapor de acero, el aumento de costos de inversión y la necesidad de infraestructura para abastecimiento de carbón, el sector empezó a concentrarse. En caso de hilvanar una cronología veríamos cómo en los años centrales de la centuria aparecieron grandes jugadores cuyo impacto no haría más que acrecentarse con el paso de las décadas: entre 1837 y 1847, fueron fundadas la *Cunard Line* -especializada en el transporte de pasajeros y correspondencia entre Europa y América-, la *Peninsular and Oriental Steam Navigation Company* que dominó el comercio con India y el Lejano Oriente, y la alemana HAPAG que operaba en el Atlántico Norte (North, 1968).

A pesar de este proceso de cartelización, no podemos dejar de señalar el impacto positivo de las transformaciones que experimentó el transporte naviero en el tercer cuarto del siglo XIX. Permitieron una reducción significativa del costo del transporte marítimo -en algunos casos cercana al 50% respecto de la navegación a vela (Headrick, 1988)-, además de aumentar la velocidad y regularidad del tráfico. Este abaratamiento de los fletes tuvo efectos directos sobre los precios relativos, favoreciendo la integración de mercados y reduciendo las brechas entre regiones. Al mismo tiempo, y por la misma razón, la depresión de los fletes se trasladó al valor de los productos, galvanizando un mercado internacional en el que la divergencia de precios tendió a reducirse. Por último, la introducción de barcos de mayor tonelaje y la expansión de rutas hizo que el volumen de carga global creciera de forma exponencial. Este impacto centrípeto del transporte marítimo no podía dejar de afectar a una periferia o semiperiferia que terminó de definir su rol en esta economía que adquiría creciente dimensión, países tan distantes entre sí como Uruguay, Nueva Zelanda o Rusia aprovecharon la caída de costos de flete para integrarse a los mercados europeos con exportaciones de origen agropecuario.

El proceso de concentración que venimos comentando coincidió con una hegemonía británica. Si Gran Bretaña comenzaba a perder terreno frente a competidores que habían irrumpido en el olimpo industrial en las primeras décadas del siglo XIX, en materia de transporte marítimo aun conservaba su predominio. Y no solo eso: en el periodo que estamos estudiando, no dejó de aumentar su peso relativo en el comercio internacional, reforzando esa imagen que la tiene como “la reina de los mares”. Eran los tiempos en los que reinaba Victoria, quien repetía con insistencia que en sus dominios el sol nunca se ponía, dando cuenta de la envergadura de su sistema colonial, pero también de la cobertura espacial de su influencia comercial. Este tipo de representaciones, aunque seguramente exageradas por el aparato de propaganda británico, tenían un costado factico que las respaldaba: si, en 1850, Gran Bretaña movía alrededor de 4 millones de toneladas de carga anualmente a través de sus puertos, solo veinticinco años después ese valor había trepado hasta llegar más de 10 millones de toneladas (O'Brien, 2002).

Segunda revolución industrial: sobre relanzamientos y emergencias tecnológicas

Con una idea clara de la revolución de los transportes pasemos ahora a revisar el impacto del segundo andarivel por el que circuló la innovación en la segunda mitad del siglo XIX: la segunda revolución industrial. Una definición standard al respecto es aquella que asocia este término con un conjunto de transformaciones tecnológicas que dejaron su huella en los niveles de productividad, aunque no modificaron en demasía la estructura social, una que ya había sido sacudida con la irrupción del sistema fabril y la mecanización del sector secundario de la economía. Si escarbamos un poco más podríamos describir este proceso de un segundo modo, quizás más ajustado a los objetivos del presente texto. La segunda revolución industrial podría

Innovación e industria. Una aproximación a la dinámica económica en la segunda mitad del siglo XIX

imaginarse como el relanzamiento del paradigma tecnológico de la primera revolución industrial y el momento en el que comienza a rodar un nuevo paradigma que alcanzará su forma definitiva en el siglo XX. En otras palabras, y abusando del lenguaje metafórico, la segunda revolución industrial es un tiempo de transición en el que lo viejo no termina de morir (es más, se expande hasta su propio límite) y lo nuevo no termina de asentarse.

Esta caracterización resulta clave en términos analíticos: más que una ruptura abrupta, lo que observamos es una superposición de dinámicas tecnológicas en la que la expansión del viejo paradigma convive con la emergencia de nuevas trayectorias de innovación, generando un entorno particularmente dinámico en términos de crecimiento económico. Pero antes de ahondar en esta segunda acepción conviene abrir un breve paréntesis teórico. En lugar de seguir usando el término innovación de manera recurrente, parece prudente hacernos dos preguntas: ¿de qué hablamos cuando nos referimos a aquellas? ¿Qué diferencias existen entre una innovación y una invención, términos que muchas veces se usan de forma intercambiable?

Hagamos un esfuerzo por responder ambos interrogantes con algunas afirmaciones que conformarán una grilla que nos permitirá procesar la evidencia histórica. Una invención es un descubrimiento que se da en la esfera técnico-científica, es un hallazgo de laboratorio si se nos permite la digresión. Una innovación, en cambio, es un fenómeno que ocurre en el campo de lo técnico-económico. No es más que la aplicación económica de una invención: se trata de una nueva combinación de los factores productivos que permite generar una ganancia de productividad. Pensados ambos conceptos de esta manera, podríamos decir que todas las innovaciones son invenciones, pero no todas las invenciones se convierten en innovaciones. O mejor aún, una invención puede ser un producto o idea completamente nueva, aunque solo se convierte en innovación cuando se implementa de forma que tenga un impacto real en la vida de las personas o de las empresas (Tidd, Bessant y Pavitt, 2005).

Tabla 1
"Diferencias clave entre la innovación radical e incremental"

Característica	Innovación Radical	Innovación Incremental
Alcance	Cambio disruptivo y transformador	Mejoras graduales y continuas
Tipo de cambio	Nuevo producto o proceso que altera la industria	Mejoras sobre un producto o proceso existente
Riesgo	Alto riesgo, debido a lo desconocido y no probado	Bajo riesgo, mejora de lo que ya funciona
Impacto	Afecta a toda la industria o sociedad	Impacto limitado a productos, procesos o servicios específicos
Ejemplos	Invencción del automóvil, Internet, teléfono móvil	Mejora de versiones de productos, software o procesos existentes

Fuente: elaboración propia.

Pero no todas innovaciones son iguales (Tabla 1). En principio, y abreviando de forma criminal los aportes de Joseph Schumpeter (1942), podemos identificar dos tipos: las radicales y las incrementales. Las primeras se encuentran asociadas a la generación de un nuevo rumbo tecnológico a partir de la creación de un producto, proceso o mercado. Las segundas, en cambio, se producen cuando la nueva frontera fue definida. Son, en todo caso, mejoras sucesivas que acompañan a un cambio radical. Las innovaciones radicales, entonces, son procesos revolucionarios por su impacto profundo, una especie de salto adelante; mientras que las incrementales asumen una lógica más cercana a la difusión, cubriendo con su manto al conjunto de la economía. Desde el punto de vista del crecimiento económico, esta distinción es central: mientras las innovaciones radicales abren nuevas trayectorias tecnológicas, las incrementales

permiten su difusión, amplificando sus efectos sobre la productividad y consolidando el nuevo patrón de desarrollo. Más allá de sus diferencias, ambas definiciones convergen en una categoría de alcance general: el paradigma tecnológico, que no es otra cosa más que una innovación radical acompañada de un sinnúmero de innovaciones incrementales. Dicho más claro todavía, un paradigma es “sentido común” en materia tecnológica que señala la dirección del crecimiento y, por ende, da previsibilidad a la economía (Drucker, 1985).

Apliquemos estas ideas al devenir histórico, prestando especial atención en el siglo XIX. En la primera mitad de la centuria estuvo dominado por un paradigma tecnológico que reposaba sobre tres pilares: hierro, carbón y vapor, un tridente cuyo producto estrella fue, sin dudas, el ferrocarril. Este esquema no solo definía las tecnologías dominantes, sino también las condiciones de costo y las posibilidades de expansión de la producción industrial. En la segunda mitad del siglo XIX, gracias al impacto de la segunda revolución industrial, vemos la actualización y relanzamiento del paradigma tecnológico de la revolución industrial en mayúscula, usando los términos de Landes (1998). Lejos de languidecer, la producción de carbón se expandió, la era del hierro dio paso a la era del acero y el aprovechamiento del vapor se perfeccionó a tal punto que alcanzó el límite mismo de sus posibilidades. Las palabras de Joel Mokyr (1990), uno de los referentes de la historia económica contemporánea, son elocuentes y no precisan demasiadas aclaraciones:

Hacia 1850, el paradigma tecnológico de la primera revolución industrial se estaba relanzando. Los nuevos avances, especialmente en la máquina de vapor, las redes de transporte y la mecanización de los textiles, sentaron las bases para el rápido crecimiento económico que definiría la mitad del siglo XIX. Para este momento, los avances clave ya se habían logrado, pero el impacto completo de las nuevas tecnologías apenas comenzaba a ser reconocido. (Mokyr, 1990, p. 111)

En torno al carbón basta con decir que mantuvo su primacía como fuente energética. Al calor de la revolución de los transportes —con sus locomotoras y barcos a vapor— vemos dos tendencias indubitables: la mayor producción se vio acompañada de un abaratamiento. Este doble movimiento —expansión de la oferta y reducción de costos— fue clave para sostener el crecimiento industrial, al abaratar un insumo energético fundamental. Por el lado de la oferta advertimos un incremento de las toneladas producidas que abarcó, en mayor o menor medida, a todos los integrantes del club de los industriales.

En torno al carbón basta con decir que mantuvo su primacía como fuente energética. Al calor de la revolución de los transportes —con sus locomotoras y barcos a vapor— vemos dos tendencias indubitables: la mayor producción se vio acompañada de un abaratamiento. Este doble movimiento —expansión de la oferta y reducción de costos— fue clave para sostener el crecimiento industrial, al abaratar un insumo energético fundamental. Por el lado de la oferta advertimos un incremento de las toneladas producidas que abarcó, en mayor o menor medida, a todos los integrantes del club de los industriales. Por el lado de la oferta advertimos un incremento de las toneladas producidas que abarcó, en mayor o menor medida, a todos los integrantes del club de los industriales. Quien llevó la delantera en este rubro fue Gran Bretaña: su producción carbonífera experimentó un crecimiento sostenido a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, reflejando la expansión de la base energética de la industrialización (Smil, 2017, pp. 210–215). Mucho más impresionante fue la performance de Estados Unidos que, en el mismo periodo, experimentó un crecimiento acelerado de su producción carbonífera, pasando de niveles relativamente modestos a mediados del siglo XIX a volúmenes que, hacia las décadas siguientes, lo ubicaron entre los principales productores mundiales (Maddison, 2007). Alemania lo seguía de cerca a partir de la demanda de la *Krupp* y con foco en la cuenca del Ruhr, al oeste del actual territorio teutón.

Como dijimos, el mayor volumen de lo producido estuvo asociado a un desplome del precio de venta del carbón. En el plano explicativo este comportamiento puede entenderse a partir de la mejora en las técnicas de extracción: el uso de maquinaria más avanzada permitió extraer el recurso de manera más eficiente. También debe mencionarse que tuvo la puesta en marcha de nuevos yacimientos, especialmente en Reino Unido y en Estados Unidos, que tenían la ventaja de

ser mucho más accesibles, lo cual hizo posible una mayor producción a menor costo. El efecto de la revolución de los transportes es innegable: fletes mucho más baratos empujaron hacia abajo el precio del carbón y, con un mercado de alcance mundial, la creciente competencia operó en la misma dirección. El cuadro quedaría completo si incorporamos un detalle adicional: la escasa legislación laboral hizo que, pese a la expansión, el costo de la fuerza de trabajo se mantuviera particularmente estable.

Si el carbón despegó en su producción y se desplomó en su precio, el hierro fue el que más transformaciones experimentó en la segunda mitad del siglo XIX. Al ritmo de la segunda revolución industrial advertimos el paso de la “era del hierro”, coincidente con el despegue de la economía británica, a la del acero que, como veremos, tuvo otros países que llevaron la delantera. En las primeras décadas del siglo XIX, la producción de acero era limitada y costosa. Se seguía dependiendo del hierro forjado en la medida que los métodos para producir acero eran todavía ineficientes. Esta dependencia tenía un costado complejo desde lo económico: aunque era el metal predominante en la construcción y los transportes, el hierro tenía problemas de resistencia y durabilidad. No extraño que, por esta razón, el acero haya sido por mucho tiempo un bien de lujo, usado solo en herramientas, armas y piezas especializadas. En las primeras décadas del siglo XIX, la producción de acero era limitada y costosa, situación que comenzó a revertirse de manera acelerada en la segunda mitad del siglo, cuando nuevas técnicas productivas permitieron ampliar la escala y reducir los costos (Landes, 1998).

Esta auténtica explosión de la oferta de acero que se registró en el tercer cuarto del siglo XIX se debió a una innovación radical que cambió el paisaje económico de Alemania y Estados Unidos, países que llevaron la delantera en lo que a nuevas tecnologías se refiere. La primera de ellas fue el desarrollo del método Bessemer en 1856 que, al convertir el hierro fundido en acero al oxigenar el metal a través de una corriente de aire, permitió la producción de acero de manera más económica y eficiente. La segunda fue el método Thomas-Gilchrist que hizo posible el tratamiento de los metales que contenían fósforo, mejorando la calidad del acero producido y poniendo en valor reservas de hierro de alta fosforización que, hasta allí, eran desaprovechadas. Por último, el método de ferrocromo, introducido por Siemens en la década de 1860, que utilizaba un horno de reverbero para producir acero a partir de hierro fundido y chatarra reciclada. Este abaratamiento del acero no solo incrementó la producción, sino que permitió extender su uso a múltiples sectores, reduciendo costos de inversión en infraestructura y habilitando una expansión más acelerada de la actividad económica.

El escalamiento de la producción, en compañía de los grandes desembolsos de capital que requería la nueva tecnología, condujo a un proceso de concentración como pocas veces ocurrió en la historia. La mortalidad de las pequeñas empresas fue en alza y los grandes conglomerados se volvieron dominantes en un sector que asistió a procesos de integración vertical. Una compañía pasó a controlar cada una de las fases que conformaban la cadena de valor, desde la extracción del mineral hasta la producción y comercialización de dispositivos como armas o maquinarias. El caso de la Carnegie Steel Company, en los Estados Unidos, es paradigmática en ese sentido: en 1900, cuando el siglo XX estaba dando sus primeros pasos, aportaba poco más de un tercio de la producción estadounidense de acero, haciendo de Andrew Carnegie, su fundador, en uno de los hombres más ricos del planeta y el mecenas más destacado de la escena artística mundial.

La abundancia y el menor costo del acero impactaron en todas las economías industriales. Lejos de ser un sector que siguió la lógica de enclave, con un arrastre limitado en el conjunto, la siderurgia generó todo tipo de eslabonamientos. Algunos fueron “hacia atrás” estimulando la minería en general y la producción carbonífera en particular; mientras que otros fueron “hacia delante” proveyendo insumos para astilleros que producían buques cada vez más grandes, obras civiles que desafiaban la ley de la gravedad y una industria mecánica que diseñaba máquinas y herramientas cada vez más sofisticadas. Las palabras de Eric Hobsbawm, aunque lanzadas hacia fines de la década de 1960, no han perdido fuerza a la hora de describir el proceso:

La industria siderúrgica fue la columna vertebral de la economía industrial moderna. No solo abasteció de materiales esenciales a sectores estratégicos como el ferroviario, la construcción y la maquinaria, sino que también impulsó el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos productivos. Su demanda de

carbón y mineral de hierro estimuló la minería y el transporte, mientras que su producción masiva permitió la creación de infraestructuras fundamentales para la expansión de la economía capitalista a nivel mundial (Hobsbawm, 1968, p. 120).

Cerremos este paseo por el relanzamiento del paradigma tecnológico de la primera revolución industrial con una apretada síntesis de lo ocurrido con su tercer pilar: el aprovechamiento del vapor. Si bien fue una de las protagonistas de la segunda revolución industrial, no podemos dejar de mencionar que, en la segunda mitad del siglo XIX, comenzó a mostrar sus primeras señales de agotamiento. A medida que las industrias crecían y se expandían, la máquina de vapor se convirtió en un elemento esencial para la producción, el transporte y la innovación tecnológica. Gran Bretaña, pionero en lo que a industrialización se refiere, es un caso testigo al respecto: a finales del siglo XIX, su sector textil estaba conformado por siete mil establecimientos que habían adoptado máquinas de vapor. Lo mismo sucedía en los Estados Unidos: entre 1870 y 1900, el número de empresas tecnificadas se había triplicado, siempre con base operativa en Nueva Inglaterra, en la región nororiental del país. Un poco más atrás se encontraba Alemania: aunque había avanzado de forma sustancial desde su unificación política de 1871, con cuatro mil establecimientos mecanizados, todavía estaba lejos de sus competidores más cercanos.

La expansión del uso del vapor vino acompañado de la aparición de los primeros problemas técnicos que demostraron ser difíciles de franquear. El más importante de ellos es la dificultad de convertir la fuerza del vapor en electricidad, algo que, en el último cuarto del siglo XIX, obligó a buscar alternativas que superasen esta limitación. Las máquinas podían convertir la energía térmica en mecánica, pero lo hacían de un modo muy ineficiente. Al mismo tiempo, las centrales eléctricas de este tipo eran grandes y complejas, requiriendo albergar no solo la máquina de vapor, sino también grandes sistemas de calderas, alternadores y otros equipos que hacían que la infraestructura fuera costosa y voluminosa. Y si esto fuese poco, tampoco eran dispositivos demasiado fiables: las calderas precisaban una constante revisión y reparación, lo que representaba un desafío logístico de auténtica envergadura y, aun así, eran habituales los accidentes y las explosiones. Este cuello de botella fue una sentencia de muerte para esta tecnología y condujo al uso de otras fuentes de energía, mucho más estables, renovables y con reducidos costos operativos.

La triada constitutiva de ese sentido común tecnológico fue acompañada de la emergencia de un nuevo paradigma que marcó el pulso del crecimiento en las dos últimas décadas del siglo XIX. Todavía no era hegemónico y no lo va a ser hasta avanzado el siglo XX, pero sus cimientos fueron contruidos en el periodo que nos ocupa. En esas economías que se habían acostumbrado a la sociedad indivisible entre carbón, hierro y vapor, se produjeron una serie de innovaciones que dibujaron los límites de un nuevo paradigma sostenido en tres nuevos pilares: el petróleo, la electricidad y la industria química. En esta etapa, Gran Bretaña, líder de la primera revolución industrial, tenía mucho menos que mostrar que Estados Unidos y Alemania, países que funcionaron como áreas más dinámicas de un capitalismo que, como dijimos, transitaba por tiempos de globalización. Claro que la coexistencia de ambos paradigmas no fue neutra: la emergencia de nuevas fuentes de energía y sectores industriales introdujo ventajas competitivas que desplazaron progresivamente a las economías que habían liderado la primera industrialización.

Iniciemos este itinerario relatando las ventajas que tenía el petróleo respecto a las fuentes energéticas previamente utilizadas, especialmente con respecto al carbón. Sin ánimos de exhaustividad, podríamos decir que el primero tenía mayor poder calorífico que este último: con el mismo volumen de combustible, el petróleo producía más energía. Y no solo eso: era también más fácil de transportar y almacenar, básicamente por su carácter líquido. Podía resolver con facilidad problemas logísticos que con el carbón dispararían hacia arriba los costos de generación de energía y un tanque puede con facilidad reemplazar los grandes almacenes donde se apilaba el recurso mineral. Dejemos hablar a Vaclav Smil, un referente ineludible de la historia energética, para comprender cuanto del siglo XX se estaba definiendo en esa transición energética:

El petróleo ofreció varias ventajas críticas: un mayor contenido energético por unidad de peso, lo que lo hacía más eficiente para el transporte y almacenamiento. Además, su facilidad de manejo, almacenamiento y transporte lo convirtió en una opción más viable para aplicaciones industriales y de transporte a gran escala, especialmente en la emergente industria automotriz y la navegación. La transición del carbón al petróleo no solo fue un cambio técnico, sino también un cambio económico y estratégico, pues permitió una expansión más rápida de la industria y el transporte, proporcionando una base más flexible para el crecimiento económico del siglo XX” (Smil, 2017, p. 245)

Los primeros pasos en el aprovechamiento del “oro negro” se dieron hacia mediados del siglo XIX, no por casualidad, en los Estados Unidos, a la postre líder de lo que a segunda revolución industrial se refiere. En un principio se comercializaba como fuente de iluminación. A posteriori de la primera perforación petrolera en Pensilvania, el derivado que alcanzó cierta difusión fue el kerosene, un combustible más barato y eficiente que el aceite de ballena, ampliamente utilizado en lámparas de la época. El petróleo también se utilizó para lubricar las máquinas impulsadas por la industrialización norteamericana. La fricción en las piezas móviles de los dispositivos mecánicos podía causar un desgaste rápido, lo que devenía en costosas reparaciones y detenciones de la producción. Los aceites derivados del petróleo fueron eficaces para reducir este desgaste, mejorando la durabilidad de las máquinas y aumentando la eficiencia en las fábricas. Por fuera de estos usos dominantes, el recurso en cuestión se utilizaba en ungüentos medicinales y en el asfalto de algunas arterias que dieron vida al proceso de urbanización. Ejemplo de esto último fue una prueba piloto ejecutada en la París a fines de la década de 1850, cuando se introdujo el uso de asfalto natural alrededor de la emblemática *Place de la Concorde*.

Pese a estos destinos y a su creciente popularidad, el impacto del petróleo en la economía fue limitado. Fue solo con la aparición del motor a combustión interna que vemos emerger un nuevo paradigma tecnológico. Este tipo de dispositivos que, a partir de una explosión producían movimiento, requerían destilados más volátiles del petróleo sobre los cuales se construyó la industria petroquímica y, a continuación, la automovilística. El primer prototipo fue presentado en 1890 por Daimler Benz y sus ventas se dispararon en la Francia del novecientos, cuando el automóvil comenzó a ser utilizado por las clases adineradas en reemplazo a la tracción animal. Pero no dejaba de ser un producto suntuario para un segmento diminuto (y distinguido) del mercado. A comienzos del siglo XX, en los Estados Unidos, Henry Ford va a redefinir a partir del automóvil no solo la forma de producir, sino también la vida misma de las personas. Una innovación radical nacida en Alemania y “popularizada” en Francia, generó en el país del norte una muy larga serie de innovaciones incrementales, entre las que contamos la cadena de montaje, las empresas proveedoras de repuestos, las estaciones de servicio, las zonas residenciales suburbanas y una red de carreteras. En pocas palabras, un complejo tecno-económico construido alrededor del automóvil y que es una de las características más salientes de la economía mundial hasta el día de hoy. Así pues, el petróleo no solo introdujo una nueva fuente de energía, sino que contribuyó a redefinir las condiciones de producción y transporte, ampliando las posibilidades de crecimiento en sectores emergentes.

La segunda avenida por la que circuló el nuevo paradigma tecnológico de la segunda mitad del siglo XIX fue la electricidad. En este rubro distinguimos en los primeros cincuenta años de la centuria una larga serie de descubrimientos que no tuvieron aplicaciones prácticas. Se trataba de invenciones, pero no innovaciones. Un repaso de las más relevantes no debería prescindir de la batería desarrollada por Alejandro Volta, el hallazgo de Hans Christian Ørsted sobre la relación entre electricidad y campos magnéticos, o las investigaciones de Michael Faraday acerca de cómo un campo magnético podía inducir corriente eléctrica en un conductor. Todas estas líneas encontraban un obstáculo que no permitía volverlas innovaciones e impactar en la esfera económica: la posibilidad de contar con un generador que transformara de un modo eficaz la energía mecánica en electricidad. Ese problema encontró solución con el dínamo desarrollado por Werner von Siemens, en 1867, que mejoró los diseños anteriores al utilizar un sistema de autoexcitación para mantener el campo magnético sin necesidad de imanes permanentes.

Esta innovación radical rompió un dique que contenía un sinnúmero de innovaciones incrementales que conformaron un sector de la economía mundial. Aparecieron desarrollos que, además de la generación, afectaron el transporte de electricidad. Allí es indudable la disputa entre Thomas Edison y Nikola Tesla que dio curso a la “guerra de las corrientes”. El afamado inventor norteamericano había presentado en sociedad en 1882 la primera red comercial de distribución eléctrica basada en corriente continua (CC) en Nueva York, un sistema que servía para áreas densamente pobladas, pero -por sus elevadas pérdidas de energía- limitaba su expansión a largas distancias. Seis años después, el científico de origen europeo, asociado a Westinghouse, puso en marcha un sistema en la que el flujo de electrones cambia de dirección periódicamente y que resolvía con éxito dos problemas insuperables (CA), por un lado, podía transportar a altas tensiones, reduciendo pérdidas; por el otro, gracias al uso de transformadores, podía reducir el voltaje para el uso de distinto perfil de usuarios, desde grandes industrias hasta hogares.

Las desventajas de la corriente continua no fueron obstáculos para que Thomas Edison impulsara una campaña publicitaria en contra de la corriente alterna, asociando el desarrollo de Tesla y Westinghouse con el peligro de electrocución. Que haya elegido la corriente alterna en un dispositivo para efectivizar las sentencias a muerte en el estado de Nueva York, la famosa silla eléctrica, es la muestra palpable de lo virulenta de la disputa. Estas pequeñas victorias en lo que hoy llamamos *marketing* negativo no evitaron lo que parecía lógico: que el sistema más eficiente fuera el que finalmente se impusiera. Esto ocurrió en dos compulsas en las que primó un criterio económico y no propagandístico: la elección del nuevo sistema en la muestra universal de Chicago en 1893 y, tres años después, en una central hidroeléctrica en las cataratas del Niagara. La suerte estaba sellada para la corriente continua, pero el legado de la guerra fue mucho más duradero: en menos de una década, avanzó raudamente la electrificación de ciudades e industrias, impulsando el desarrollo de las redes eléctricas modernas y de los generadores de alta tensión.

Con el transporte de energía resuelto como desafío logístico, las aplicaciones de la electricidad se multiplicaron en la última década del siglo XIX. A la lámpara incandescente que desafió los ciclos de la naturaleza inició una fiebre de innovaciones que involucró la electrificación del transporte urbano, con tranvías y trenes eléctricos, y mejoras en las comunicaciones gracias al telégrafo inalámbrico y el teléfono. La lista es larga y no tiene mucho sentido completarla en este texto. Sí parece importante señalar el impacto económico (y no tanto) de la nueva tecnología y, para ello, nada mejor que las palabras de Nicola Tesla:

El siglo XIX fue el siglo de la electricidad. A principios del siglo, la electricidad era apenas una curiosidad científica; al final del siglo, era la fuerza que había transformado por completo la vida humana. La electricidad ha proporcionado al hombre el control sobre las fuerzas de la naturaleza y la capacidad de dirigirlas hacia fines que antes solo podían haber sido soñados. A través de la transmisión de energía eléctrica, el hombre ha ganado el poder para mover montañas, iluminar ciudades y transformar la vida misma. Esta es la era de la electricidad, y al final de este siglo, ya no hay aspecto de nuestra existencia que no haya sido tocado por su influencia. (Tesla, 1900, p.174)

Aunque mencionemos nombres propios no podemos desconocer que este nuevo sector económico no fue precisamente democrático. Por el contrario, las grandes corporaciones como *Edison Electric* (devenida luego en la *General Electric*) y *Westinghouse Electric* dominaron el mercado de la electricidad, controlando tanto la producción de electricidad como las redes de distribución. Estos gigantes industriales tenían recursos significativos para desarrollar la infraestructura, lo que generó una concentración del poder económico en manos de unos pocos actores. Al mismo tiempo, y precisamente por su escala, podían financiar laboratorios de investigación dirigidos por científicos que colaboraban con ingenieros y técnicos para convertir los descubrimientos en productos comercializables; algo que, por supuesto, no estaba al alcance de pequeñas y medianas empresas. En pocas décadas, el sector eléctrico quedó dominado por grandes corporaciones que controlaban tanto la generación como la distribución de energía, consolidando estructuras empresariales altamente concentradas (Hughes, 1983).

Innovación e industria. Una aproximación a la dinámica económica en la segunda mitad del siglo XIX

La tercera columna sobre la que se apoyó el nuevo paradigma tecnológico fue la industria química. Fue uno de los sectores de punta de la economía mundial en las dos últimas décadas del siglo XIX y estaba en la frontera del conocimiento de la época. A diferencia de la industria eléctrica que debió esperar algunas décadas para resolver el paso de invención a innovación, la química fue prolífica tanto en lo que a procesos como productos se refiere. Sería muy largo y tedioso enumerar la totalidad de transformaciones que experimentó el sector durante el periodo que estamos estudiando, pero podríamos afirmar que fue clave en la ganancia de productividad del sector secundario. Los colorantes y fibras sintéticas dieron impulso a una industria textil que, luego de un siglo de progresos, evidenciaba rendimientos decrecientes. La fuerza de los explosivos asistió a la construcción y fue una aliada fundamental en la revolución de los transportes. El caucho vulcanizado se convirtió en un insumo clave en la naciente industria automovilística y los productos de la industria farmacéutica fueron tan novedosos como rentables. Sobre estos últimos, buques insignia de la segunda revolución industrial, podemos algo tan elemental en nuestra vida cotidiana como la aspirina, desarrollada por la alemana Bayer en 1897, pero también un tónico energizante que, tomando distancia de su posología inicial, se volvería la bebida más consumida en el siglo XX, la Cola Cola.

Pero el impacto de la industria química fue mucho más allá de la industrial, irradiando su influencia en el sector primario de la economía. El desarrollo de fertilizantes artificiales, especialmente la producción de amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno, permitieron a Europa dar una segunda vida a sus cansadas tierras y restar importancia a fertilizantes naturales como el guano. No debemos olvidar que la Guerra del Pacífico (1879 y 1884), que enfrentó a Chile, Perú y Bolivia, tuvo como uno de sus catalizadores una disputa de soberanía sobre enormes reservorios de guano cuya extracción había mostrado ser extraordinariamente rentable. No menos importante fue el efecto que la industria química tuvo en la ganadería de esa periferia que reforzaba su inserción en la economía mundial. Antes de la Segunda Revolución Industrial, la carne se conservaba con salazón, ahumado o hielo natural. Con los refrigerantes sintéticos se pudieron exportar carnes en barco a largas distancias, reduciendo las pérdidas por descomposición. El paso de la invención a la innovación fue inmediato. Para una fecha tan temprana como 1876 se realizó el primer envío exitoso de carne refrigerada desde Argentina a Francia con el buque *Le Frigorifique*, utilizando un sistema basado en amoníaco y dando pie a la moderna industria frigorífica.

Un terremoto sacude a las empresas. El management moderno y los cambios en la organización del trabajo

Repasados los cambios asociados a la revolución de los transportes y la segunda revolución industrial podemos sumergirnos en el mundo de las empresas. En ese sentido, podríamos decir que la segunda mitad del siglo XIX asistió al nacimiento de la empresa moderna. Este fenómeno no puede entenderse al margen de las transformaciones previamente analizadas: el aumento de la escala productiva, la complejidad de los procesos industriales y la expansión de los mercados generaron necesidades de coordinación que desbordaron las capacidades de las formas empresariales tradicionales. En caso de tomar como referencia la propuesta de Alfred Chandler Jr. (1977), podríamos definirla a partir de tres rasgos distintivos. Se trata, en primer término, de una organización burocrática, en esencia jerárquica y cuya forma más representativa es una pirámide. Esta estructura es administrada por gerentes asalariados o, lo que es igual, por personas especializados en el arte de la gestión, configurando una segunda singularidad de las empresas modernas. En tercer lugar, estas organizaciones toman la forma jurídica de sociedades anónimas, algo sobre lo que volveremos más adelante. Su desigual difusión entre los países industriales nos habla de un relevo en lo que a liderazgos se refiere: Estados Unidos y Alemania tomaron la delantera en materia de empresas modernas; mientras que Gran Bretaña y Francia tuvieron un claro predominio de empresas tradicionales.

Pero antes de seguir conviene hacernos una pregunta que por elemental no deja de ser profunda: ¿Qué diferencia existe entre ambas modalidades empresariales? ¿Qué juego comparativo podemos establecer al interior del universo de firmas que dio vida a la segunda revolución industrial?

Tabla 2
Empresa tradicional versus empresa moderna

Criterio	Empresa Tradicional	Empresa Moderna
Tamaño	Pequeña: Suele ser de dimensiones reducidas, con operaciones limitadas a mercados locales o regionales.	Grande: Con operaciones a gran escala, tanto a nivel nacional como internacional.
Estructura organizacional	Unitaria: La empresa tiene una estructura simple, con pocas divisiones y la administración centralizada en pocas manos.	Multiunitaria: Con múltiples divisiones, sucursales o unidades de negocio, cada una con cierto grado de autonomía.
Diversificación de productos	Monoproductora: La empresa produce y comercializa un solo producto o una gama limitada.	Diversificada: Produce y comercializa una amplia gama de productos o servicios, a menudo en distintos sectores o industrias.
Propiedad y gestión	Propiedad y gestión unidas: La misma persona o familia posee y gestiona la empresa.	Divorcio entre propiedad y gestión: Los accionistas son los propietarios, mientras que los gerentes profesionales se encargan de la administración.

Fuente: elaboración propia en base a Chandler (1977)

Una empresa tradicional es, por lo general, pequeña, tiene una sola unidad productiva, se especializa en la producción de una mercancía y es conducida por sus propios dueños (Tabla 2). Como vemos, la propiedad y la gestión se solapan: quienes deciden el destino de la compañía son, a su vez, los dueños de los medios de producción. Las empresas modernas, en cambio, son emprendimientos de mayor envergadura que cuentan con distintas unidades de negocios - multiunitarias en términos de Chandler- y son diversas en términos productivos: ofrecen distinto tipo de bienes y servicios. Pero el divorcio que se produce en el par propiedad-gestión aquello que mejor caracteriza a esta morfología empresarial: los gerentes desempeñan un papel clave en la planificación, coordinación y control de las operaciones; mientras que la propiedad va a pasar a manos de una multitud de propietarios que portan una acción, un instrumento financiero que representa una porción de la firma. Justamente por esta última razón, la forma jurídica de la empresa moderna es la sociedad anónima en la medida que su capital social está dividido en acciones.

Las empresas modernas o simplemente corporaciones fueron las hijas dilectas de la Segunda Revolución Industrial. Surgieron de sectores más dinámicos de la economía mundial en las últimas décadas del siglo XIX, cuando aumentaron los requerimientos de capital conforme la industria pesada iniciaba su apresurado carreteo. No es extraño que hayan emergido de procesos de integración horizontal y vertical. Si con los primeros las empresas grandes absorbían por medio de la competencia o fusiones a las compañías más pequeñas de un determinado sector, con los segundos una misma empresa controlaba la totalidad de los eslabones de una determinada cadena productiva. Ambos procesos se intensificaron tras la crisis de 1873, que actuó como un mecanismo de selección económica, acelerando tendencias previas de concentración vinculadas a la creciente escala de producción y a las exigencias del cambio tecnológico (Hobsbawm, 1968; Landes, 1998). En este sentido, la crisis no generó ex nihilo la concentración, sino que aceleró tendencias estructurales asociadas al cambio tecnológico y a la necesidad de operar a gran escala. En los ejemplos que podemos dar de empresas modernas vemos hasta qué punto es artificial establecer límites entre cada uno de los procesos que venimos revisando. Empecemos por el ejemplo más claro: las compañías ferroviarias. En ellas vemos la convergencia entre revolución de los transportes, segunda revolución industrial y transformaciones en el management. Esta convergencia no es meramente descriptiva: la magnitud de las inversiones requeridas y la complejidad operativa obligaron a desarrollar nuevas formas de gestión capaces de coordinar

actividades a gran escala. Requirieron enormes inversiones de capital para montar su infraestructura, desde las vías hasta dispositivos tan complejos como las locomotoras. Fueron por su escala de las primeras empresas en cotizar en bolsa y captar financiamiento a través de la emisión de acciones. Fueron pioneras en la adopción de estructuras burocráticas con gerentes, departamentos y especialización del trabajo; es decir, en su seno surgió una administración centralizada con funciones como contabilidad, mantenimiento, operaciones y marketing.

Los ferrocarriles no fueron el único modelo de organización empresarial a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX. En el caso alemán vemos como el Estado recién unificado tomó la delantera en lo referido al arte de gestionar, inspirado, claro, en la larga tradición militarista del reino de Prusia, unidad política que puso fin a siglos de fragmentación política. Fueron los funcionarios públicos, antes que los empresarios, quienes oficiaron de agentes de cambio: tuvieron un rol destacado en la educación técnica, en el desarrollo de las ingenierías y en la conformación de las primeras asociaciones científicas. Muchos de ellos fueron los administradores de empresas estatales que comandaron el acelerado proceso de industrialización que experimentó Alemania en el último tercio del siglo XIX. Y fue de la mano de estos burócratas que comenzaron a aplicarse normas impersonales, técnicas de planificación de mediano y largo plazo, racionalización de procesos de producción, y sistemas de contabilidad y de ventas a gran escala. Este cúmulo de saberes fue aplicado a sectores estratégicos de la economía germana, especialmente transporte, correo y la producción de armas, en los que el cumplimiento de metas estratégicas no fue a contramano de la rentabilidad. Esto fue así al punto que, en el periodo que nos ocupa, el modelo estatal de gestión fue el espejo en el que se intentaron reflejar el sector privado alemán (y no al revés). Este conjunto de capacidades no se limitaba al plano del conocimiento técnico, sino que formaba parte de un entramado institucional orientado a sostener el proceso de industrialización y la proyección de poder económico.

Ya sean en el ámbito público o privado, la difusión de las mejoras organizativas, de este *management* profesionalizado, fue clave en el funcionamiento económico. Sin embargo, estas transformaciones no pueden entenderse exclusivamente como un cambio en las técnicas de gestión: estuvieron estrechamente vinculadas a la reorganización del proceso productivo y a nuevas formas de control del trabajo. No fue un ingrediente menor, sino que constituyó una ventaja operativa de primer nivel en un capitalismo que, de la mano de la revolución de los transportes, había alcanzado una escala mundial. Para redondear nuestra aproximación al impacto de las transformaciones operadas en la gestión durante las décadas finales del siglo XIX, nos parecen adecuadas las palabras de Alfred Chandler Jr.:

En las grandes empresas modernas, la competencia ya no se daba solo en los mercados de bienes, sino también en los mercados de capacidad organizativa. La dirección administrativa fue la que permitió la creación de grandes conglomerados empresariales al coordinar las actividades productivas y distribuidoras dentro de una estructura verticalmente integrada. El mercado ya no era la única fuerza que determinaba la distribución de recursos. La ‘mano visible’ de los directivos sustituyó la ‘mano invisible’ del mercado. (Chandler Jr, 1977, p. 10)

Con la segunda revolución industrial no solo se produjeron cambios en el *management*, sino también en la organización del trabajo. Ambas dimensiones formaron parte de un mismo proceso: la necesidad de aumentar la productividad y reducir la incertidumbre en la producción condujo simultáneamente a innovaciones en la gestión y en el control del trabajo. Las expresiones más conocidas de estas transformaciones en materia de modelos productivos fueron el taylorismo, primero, y el fordismo, después. Más allá de sus diferencias, que trabajaremos en detalle más adelante, ambas propuestas tenían un denominador en común: se presentaban a sí mismas como formas racionales de ordenar las labores al interior de las fábricas y así generar un aumento de la productividad. Ahora bien, si era necesario asistirse de la ciencia para mejorar la rentabilidad del capital, esto era debido a que existían elementos en las formas productivas previas que funcionaban como barreras a la realización de la ganancia. La pregunta derivada de este razonamiento es fácil de imaginar: ¿Cómo se organizaba la producción a mediados del siglo XIX?

Más allá del innegable impacto de la revolución industrial británica, con sus máquinas y supervisión permanente, el trabajador todavía tenía incidencia en las condiciones y el nivel de la producción. Esto lo convertía en el factor productivo más costoso y un recurso que se encontraba por fuera del control del patrón. Si bien el sistema artesanal había retrocedido de manera sustantiva, el obrero calificado, una suerte de secuela de los oficiales medievales, siguió conservando los secretos de la producción, un *know how* en el lenguaje de la administración, que lo volvía un engranaje clave de la producción fabril. Este dominio no debe entenderse como un resabio directo de formas medievales, sino como la persistencia de saberes de oficio en un contexto industrial en transformación. Ese saber de oficio cobró mayor fuerza a partir de un tejido organizativo que ganó en densidad en las primeras décadas del siglo XIX. Ambos elementos, conocimiento y organización, reforzaron el ejercicio de la resistencia al interior del sistema fabril, tal como queda de manifiesto en la siguiente cita de E.P. Thompson, uno de los grandes historiadores sociales de todos los tiempos:

En el contexto de la revolución industrial, los trabajadores calificados, a menudo denominados la 'aristocracia del trabajo', desempeñaron un papel esencial en la estructura fabril. Su dominio de habilidades especializadas les otorgó una posición de poder dentro de la jerarquía laboral. Aunque los obreros no calificados se sometían a la dura lógica de la producción en masa, aquellos con oficios especializados podían influir de manera significativa en las condiciones laborales, en los términos de su contratación y en las negociaciones salariales. Esta élite obrera no solo mantenía su relevancia dentro de la fábrica, sino que también consolidaba su estatus en la sociedad mediante sus habilidades, capacidad organizativa y, en ocasiones, sus protestas colectivas. (Thompson, 1989, p. 219)

La base sobre la que se sostenía el trabajo calificado era la escasez. Ser pocos era esencial para preservar un lugar de privilegio en la medida que empujaba los salarios hacia arriba. El mismo principio lo advertimos en el campo de la producción: manufacturar más bienes que los que el mercado podía absorber era un riesgo que los obreros debían evitar. Después de todo, la sobreproducción bajaba el precio de los bienes comercializados, disminuía la ganancia y traía consigo el fantasma del desempleo. Precisamente por esta razón, y a contramano de lo que Adam Smith recomendaba en *La riqueza de las naciones*, los tiempos muertos abundaban, no tanto como un gesto de ineficiencia, sino como un recurso de supervivencia. Sea por el motivo que fuera, hacia 1850, los obreros calificados, en función del monopolio que ostentaban sobre el conocimiento productivo, tenían incidencia sobre algunas de las decisiones claves de los procesos industriales, sobre todo aquellas referidas a la concepción (¿qué producir?), la organización (¿Cómo producir?) y la ejecución (¿Cuánto y cuando producir?).

Este fue el contexto donde tenemos que domiciliar las propuestas de Frederick Winslow Taylor, un ingeniero mecánico estadounidense que ingresó como aprendiz a la *Midvale Steel Company*, donde ascendió rápidamente gracias a su habilidad para mejorar la eficiencia en la producción. Recordemos que el escenario norteamericano de la segunda mitad del siglo XIX fue uno de crónica falta de mano de obra para el sector secundario debido al atractivo que tenía la posibilidad de acceder a la tierra en la frontera occidental. A eso tenemos que sumar el impacto que tuvo la crisis de 1873, volviendo la ganancia una especie en extinción y haciendo de las mejoras organizativas una de las claves para sobrevivir en una economía había reducido la velocidad de su crecimiento. Estas coordenadas dieron viabilidad a sus recetas para mejorar la eficiencia industrial y combatir prácticas poco productivas que habían echado raíces en el sistema fabril. En este sentido, la propuesta de Taylor puede entenderse como una respuesta a los límites que imponía esta forma de organización del trabajo, al trasladar el control del proceso productivo desde los trabajadores hacia la dirección empresarial, articulando así los cambios en el *management* con una nueva forma de disciplinamiento del trabajo.

Para hacerlo primero Taylor trazó un cuadro de situación en el que una mirada antropológica no estuvo ausente: existía holgazanería sistemática entre los trabajadores, atribuible a la falta de incentivos y a métodos de trabajo ineficientes. Para revertir este diagnóstico, el fundador de la

administración entendía que era fundamental erradicar la intuición de la fábrica. Resultaba necesario eliminar de los procesos productivos las costumbres, creencias y sentimientos; entre ellos, claro, la confianza ciega en la escasez como forma de preservar los puestos de trabajo. Su lugar debía ser reemplazado por un conocimiento minucioso y sistemático de la realidad, construir algo que se pareciera mucho a una ciencia de la gestión. Con su auxilio, decía Taylor, podrían compatibilizarse, por lo menos en el corto plazo, los intereses de trabajadores y empresarios. El aumento de la productividad permitiría que salario y ganancia pudieran aumentar de forma simultánea, dando un salto adelante con respecto a la muy ricardiana fórmula de la suma cero. Las palabras del propio Taylor no dejan lugar a dudas:

El problema entre capital y trabajo no radica en la naturaleza de las demandas de los trabajadores o en los deseos del empleador, sino en la falta de organización científica para maximizar la eficiencia. Cuando los trabajadores y los empleadores se alinean en la misma dirección, con objetivos comunes, se puede lograr una 'cooperación armoniosa'. La administración científica, al organizar el trabajo de manera más eficiente, reduce los conflictos y aumenta las ganancias para ambas partes. (Taylor, 1911, p. 30)

Ahora bien, ¿cómo lograr este objetivo que parecía poner la lucha de clase entre paréntesis? ¿Cómo dar una vuelta de página con respecto a un imaginario que tenía producir poco como uno de sus pilares? ¿Cómo expropiar un conocimiento que empoderaba a ciertos segmentos de la clase obrera?

Ante todo, era menester estudiar los movimientos y tiempos de todas las labores que se desarrollaban al interior de los establecimientos fabriles. Solo así podrían aislarse los movimientos inútiles y seleccionar aquellos que fueran imprescindibles. Esta grilla era el insumo que permitiría a la estandarización de las tareas o, lo que es igual, la definición de un único y mejor modo de hacer las cosas. Estas labores, que tenían un tiempo óptimo asignado, eran individualizadas, eliminando en ese tránsito cualquier expresión colectiva por parte de los trabajadores. Los cambios en el sistema de remuneración fueron los que permitieron armonizar la relación entre capital y trabajo: los salarios fijos fueron reemplazados por un ingreso de acuerdo con la productividad con el horizonte de estimular el esfuerzo de los obreros (pago por pieza producida o trabajo a destajo). El lubricante que permitía que todo el modelo productivo funcionara era la supervisión permanente, reduciendo al máximo la autonomía de los trabajadores y las chances de efectivizar el “paseo obrero”. Pero lo central en la propuesta de Taylor fue una nueva división del trabajo: los administradores concebían los procesos, mientras que la ejecución recaía en obreros no calificados, tras la simplificación de tareas y la eliminación del oficio.

A comienzos del siglo XX—fuera de nuestra periodización—se difundió el fordismo, un modelo productivo con similitudes al taylorismo, pero con particularidades propias. Sin detenernos demasiado en cuestiones de orden teórico, bizantinas y difíciles de recorrer en un texto de síntesis, podríamos definirlo como la producción en serie de productos estandarizados, con piezas internas intercambiables. La propuesta de Henry Ford, propia de una industria automotriz que tenía la oportunidad de establecer una estrategia de volumen para el robusto mercado norteamericano, se apoyaba en un nuevo dispositivo que no aparecía en las recetas prescriptas por Taylor: la cadena de montaje. Se trataba de una cinta transportadora que trasladaba las piezas en las distintas posiciones donde se encontraban los trabajadores, lo cual eliminaba de forma instantánea los tiempos muertos. Fue en la producción del modelo T, esa maravilla negra que se vendió por millones, donde se pusieron en marcha todas las características del sistema implementado por la Ford Motor Company. Los resultados fueron tan inmediatos como sorprendentes: el tiempo de ensamblaje del vehículo pasó de 12 horas a tan solo 90 minutos, permitiendo reducir violentamente el precio unitario del producto. De este modo, el fordismo no solo profundizó los principios del taylorismo, sino que los reconfiguró en función de un esquema de producción en masa, en el que la estandarización, la escala y la sincronización de las tareas se convirtieron en condiciones fundamentales para sostener el crecimiento industrial.

Si bien el fordismo retomó los principales conceptos del taylorismo, desde la intensificación del trabajo hasta la separación del trabajo manual e intelectual, no podemos dejar de mencionar dos

diferencias de fuste. En el modelo productivo desarrollado por Taylor, el salario se asociaba a la productibilidad y a la capacidad de autoexplotación de los trabajadores, lo cual redundaba en condiciones de trabajo que no siempre eran las mejores. Ford tenía como meta incrementar los volúmenes producidos en el marco de un salto extraordinario en materia de productividad: las demandas de los trabajadores, lejos de ser un problema, se convirtieron en oportunidad. Después de todo, los buenos salarios que Ford Motor Company ofrecía a sus trabajadores se traducían en poder compra. Los cinco dólares por día no solo duplicaban el ingreso de un obrero industrial convencional, sino que además les permitía volverse propietarios de los automóviles que ellos mismos producían. En segundo lugar, aunque asociado a lo primero, el sistema de remuneración a destajo propuesto por Taylor perdió sentido en el marco del fordismo: la regulación del tiempo pasó a ser un elemento regulado desde afuera. No dependía de la disposición del trabajador a mejorar su ingreso, aumentando las piezas producidas, sino de la velocidad de la cadena de montaje que decidía la gerencia de producción del establecimiento fabril.

A modo de cierre

La segunda mitad del siglo XIX fue testigo de una profunda transformación económica en la que la innovación tecnológica desempeñó un papel central, aunque no exclusivo. La revolución de los transportes y la segunda revolución industrial no solo fueron procesos paralelos, sino que se articularon con cambios en la organización empresarial y del trabajo, configurando un entramado de factores que permitió explicar la aceleración del crecimiento económico en este período. En este sentido, los avances técnicos no operaron como una causa aislada, sino como parte de un proceso más amplio en el que la reducción de costos, la ampliación de los mercados y la creciente complejidad productiva generaron la necesidad de nuevas formas de coordinación económica. La expansión del ferrocarril y la modernización del transporte marítimo ampliaron la escala de operación de las economías industriales, mientras que las innovaciones tecnológicas redefinieron las condiciones de producción. A su vez, la emergencia de la empresa moderna y las transformaciones en la organización del trabajo permitieron gestionar esa complejidad creciente, consolidando un modelo productivo basado en la eficiencia, la estandarización y la integración. Desde el punto de vista empírico, estos procesos se tradujeron en una aceleración del crecimiento económico y de la integración internacional: la expansión del comercio mundial, el aumento sostenido de la producción industrial y la reducción de los costos de transporte constituyen indicadores consistentes de esta dinámica, particularmente visibles en las economías del núcleo industrial. Al mismo tiempo, este crecimiento no fue homogéneo. Mientras que los países industrializados lograron articular de manera virtuosa estos distintos planos —tecnológico, organizativo y productivo—, las economías periféricas tendieron a integrarse de manera más limitada, reproduciendo esquemas de especialización primaria. De este modo, la misma dinámica que impulsó el crecimiento contribuyó también a consolidar una estructura económica internacional desigual.

En definitiva, la segunda mitad del siglo XIX puede ser interpretada como una etapa de transición hacia una nueva fase del capitalismo, caracterizada por la concentración del capital, la centralidad de la gran empresa y la creciente interdependencia de los mercados. Lejos de responder a una lógica única, este proceso fue el resultado de la interacción entre innovaciones tecnológicas, transformaciones organizativas y cambios en las condiciones de producción, cuya convergencia permitió sostener una dinámica de crecimiento que marcaría el rumbo de la economía mundial en el siglo XX.

Bibliografía

- Bairoch, P. (1993). *Economics and world history: Myths and paradoxes*. Chicago: University of Chicago Press.
- Chandler, A. D. (1977). *The visible hand: The managerial revolution in American business*. Cambridge: Harvard University Press.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and entrepreneurship, practice and principles*. New York: Harper & Row.
- Headrick, D. R. (1988). *The tentacles of progress: Technology transfer in the age of imperialism, 1850–1940*. Oxford: Oxford University Press.
- Hobsbawm, E. (1968). *Industria e imperio: Desde 1750 hasta la actualidad*. Barcelona: Crítica.

Innovación e industria. Una aproximación a la dinámica económica en la segunda mitad del siglo XIX

- Kondratieff, N. (1925). The long waves in economic life. *Review of Economic Statistics*, 17(6), 105–115.
- Landes, D. S. (1998). *La riqueza y la pobreza de las naciones*. Barcelona: Crítica.
- Maddison, A. (2007). *Contours of the world economy, 1–2030 AD*. Oxford: Oxford University Press.
- Mokyr, J. (1990). *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*. Oxford: Oxford University Press.
- North, D. C. (1968). Sources of productivity change in ocean shipping, 1600–1850. *Journal of Political Economy*, 76(5), 953–970.
- O'Brien, P. K. (2002). *The industrial revolution and the world economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper & Brothers.
- Smil, V. (2017). *Energy and civilization: A history*. Cambridge: MIT Press.
- Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Harper & Brothers.
- Tesla, N. (1900). The problem of increasing human energy. *The Century Illustrated Monthly Magazine*, 60(2), 175–211.
- Thompson, E. P. (1989). *La formación de la clase obrera en Inglaterra*. Barcelona: Crítica.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation* (3rd ed.). New York: Wiley.
- Tortella, G. (1999). *Historia económica mundial*. Barcelona: Ariel.

Recibido: 13/11/2025
Evaluado: 05/13/2026
Versión Final: 02/04/2026