

3. La segunda revolución industrial y el nacimiento de la gran empresa

- 3.1 La segunda revolución industrial.
- 3.2 El ferrocarril, el barco a vapor y el telégrafo.
- 3.3 El nacimiento de la gran empresa.

En este apartado analizaremos el discurso sobre la tecnología y sus efectos en el sistema económico, que hemos dejado detenido en la primera revolución industrial, aunque haciendo alguna referencia a las novedades que se perfilaron en la segunda mitad del siglo XIX. Nos detendremos, después en una de las principales implicaciones del nuevo régimen tecnológico como es el nacimiento de la gran empresa.

Tasa de crecimiento del PIB per cápita

| | 1820-1875 | 1875-1913 | | 1820-1875 | 1875-1913 |
|----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| Alemania | 1,2 | 1,5 | Finlandia | 0,8 | 1,5 |
| Australia | 2,0 | 0,6 | Francia | 1,1 | 1,2 |
| Austria | 0,8 | 1,5 | Holanda | 1,1 | 0,9 |
| Bélgica | 1,4 | 1,0 | Italia | 0,6 | 1,3 |
| Canadá | 1,2 | 2,4 | Noruega | 0,7 | 1,2 |
| Dinamarca | 0,9 | 1,6 | Gran Bretaña | 1,3 | 1,0 |
| Estados Unidos | 1,3 | 1,9 | Suecia | 0,8 | 1,4 |
| Media | 1,1 | 1,7 | | | |

Fuente: MADDISON (1986)

3.1 La segunda revolución industrial

La segunda revolución industrial comienza justamente en la segunda mitad del siglo XIX (sobre todo a partir de la década de 1870) y continúa hasta mediados del siglo XX.

Esta segunda revolución industrial se manifiesta en:

- la aplicación masiva del vapor al transporte transoceánico,
- las nuevas técnicas de comunicación (el telégrafo, el teléfono y la radio),
- la aparición de nuevas fuentes de energía cuyo desarrollo se inició entonces perviviendo hasta la actualidad, la electricidad y el petróleo (aplicados a la industria a través del motor eléctrico y del motor de combustión interna¹) y
- la emergencia de los nuevos sectores líderes de la industria química y del acero, y la automoción.

De todos los productos nuevos del siglo XIX ninguno fue más importante que el acero, que reunía las ventajas del hierro y del hierro colado (plasticidad, elasticidad, dureza). El acero fue el producto base de la industria pesada de los bienes instrumental es (máquinas-herramientas, buques, raíles, armas, puentes, construcciones, etc.) y de numerosos bienes de consumo. Ya era importante, en efecto, construir máquinas que pusieran remedio a las deficiencias de robustez y elasticidad del hierro y, sobre todo, costasen menos. La producción de acero sólo disminuyó su coste desde 1880, cuando pudo competir con el hierro dulce. El convertidor introducido en 1856 por Bessemer reducía enormemente los costes de producción (la descarburación de 3 toneladas de arrabio² se reduce de 24 horas a 10/20 minutos).

El horno Martin-Siemens (1864-1865), que permitía utilizar chatarra y combustible de escaso rendimiento energético y que, aun requiriendo más tiempo, aseguraba un mejor control de la

¹ El motor de combustión interna ya había sido ideado por Huygens en 1824, y Otto, en 1876, logró construir un motor de explosión de 4 tiempos, pero fueron Daimler y Benz los primeros que lo hicieron funcionar con gasolina en 1888.

² Fundición de hierro que se obtiene en el alto horno y que constituye la materia prima de la industria del hierro y del acero.

fusión y una mayor homogeneidad del producto, contribuyó igualmente a la disminución del precio del acero y superó en 1914 a los convertidores Thomas en Inglaterra y en Estados Unidos.

La era del acero fue también la de la química, cuyos productos se multiplicaron a medida que las investigaciones de laboratorio progresaban, primero en la química de base (ácido sulfúrico), después en la química orgánica (colorantes artificiales a base de anilina o de alizarina, fertilizantes, etc.). En este sector el peso de la investigación científica era mayor que en todos los demás y precisamente por esto tuvo su centro propulsor en Alemania, el país que poseía una tradición más antigua de investigación sistemática basada en una educación científica formal y en la instrucción técnica. La industria química fue una de las ramas que experimentó una mayor diversificación y crecimiento ante la aparición de nuevos materiales de gran demanda como bienes intermedios. Entre ellos destacaban: el vidrio, las fibras artificiales, el caucho, los abonos, los medicamentos, los tintes y blanqueados, y también otros necesarios en las nuevas aleaciones metálicas.

Producción anual de arrabio, 1788-1914 (miles de toneladas)

| Años | Gran Bretaña | Francia | Alemania | Bélgica | Rusia | Estados Unidos |
|-----------|--------------|---------|----------|---------|-------|----------------|
| 1788 | 69 | - | - | - | 125 | - |
| 1796 | 127 | - | - | - | 123 | - |
| 1806 | 248 | - | - | - | 146 | - |
| 1819 | 330 | 113 | - | - | 132 | 20 |
| 1830 | 688 | 266 | 110 | 90 | 187 | 168 |
| 1835 | 1.016 | 295 | 155 | 115 | 175 | 203 |
| 1845-1849 | 1.785 | 488 | 210 | 177 | 191 | 766 |
| 1855-1859 | 3.583 | 900 | 484 | 312 | 254 | 727 |
| 1865-1869 | 4.980 | 1.262 | 1.099 | 496 | 310 | 1.317 |
| 1870-1874 | 6.480 | 1.211 | 1.634 | 594 | 375 | 2.212 |
| 1875-1879 | 6.483 | 1.462 | 1.791 | 484 | 424 | 2.232' |
| 1880-1884 | 8.395 | 1.918 | 2.892 | 699 | 478 | 4.327 |
| 1885-1889 | 7.784 | 1.627 | 3.540 | 766 | 616 | 6.145 |
| 1890-1894 | 7.401 | 1.998 | 4.335 | 758 | 1.098 | 8.214 |
| 1895-1899 | 8.777 | 2.386 | 5.974 | 966 | 1.982 | 10.794 |
| 1900-1904 | 8.778 | 2.664 | 7.925 | 1.070 | 2.775 | 16.662 |
| 1905-1909 | 9.854 | 3.391 | 10.665 | 1.388 | 2.801 | 23.534 |
| 1910-1914 | 9.647 | 4.278 | 14.360 | 2.028 | 3.840 | 25.429 |

Fuente: DI VITTORIO (2003)

Producción de acero (medias quinquenales), 1880-1914 (miles de toneladas)

| Años | Gran Bretaña | Francia | Alemania | Italia | Bélgica | Rusia | Estados Unidos |
|-----------|--------------|---------|----------|--------|---------|-------|----------------|
| 1880-1884 | 1.822 | 459 | 972 | 5 | 164 | 255 | 1.584 |
| 1890-1894 | 3.194 | 762 | 2.778 | 73 | 276 | 532 | 4.378 |
| 1900-1904 | 5.039 | 1.699 | 7.412 | 154 | 798 | 2.366 | 13.616 |
| 1905-1909 | 6.091 | 2.647 | 10.846 | 458 | 1.373 | 2.632 | 21.289 |
| 1910-1914 | 7.141 | 3.834 | 15.035 | 846 | 2.045 | 4.093 | 27.603 |

Fuente: DI VITTORIO (2003)

En la segunda revolución, Alemania y los Estados Unidos, tomaron el relevo en el liderazgo tecnológico mundial superando a Gran Bretaña en la producción de acero, de productos químicos, en la industria de la automoción y la generación y consumo de las nuevas fuentes de energía.

Todas estas innovaciones son, desde el punto de vista científico, más complejas que las de la primera revolución industrial y requieren niveles de cultura y educación mucho más elevados para crearlas, pero también niveles más altos de educación para utilizarlas. Por tanto, se necesita una difusión sistemática de la educación técnica media y también una buena difusión de la superior (la era de los ingenieros) para poder incorporarse a esta nueva tecnología. Las universidades y las empresas crean laboratorios de investigación, para el perfeccionamiento continuo de los productos y de los procesos. Antes de 1850, las invenciones más importantes fueron del tipo empírico, en ellas el papel del conocimiento científico era secundario. A partir de 1850, el papel de la ciencia como asistente de la tecnología fue muy importante. Un buen número de tecnologías, desde la energía hidráu-

lica hasta la industria química, dependieron o estuvieron inspiradas por los avances científicos. Eso no significa que se redujera la cantidad de avances tecnológicos puramente empíricos, aunque sí declinó su importancia relativa. En esta etapa, la preparación científica y el trabajo metódico demostraron ser cada vez más necesarios.

Pero la consecuencia ciertamente más importante de la segunda revolución industrial fue la necesidad de grandes capitales para empresas que en general ya nacían con unas dimensiones mayores que las de la primera revolución industrial y tendían a ser cada vez más grandes. Esto, por un lado, generó la necesidad de hallar canales de financiación más sólidos que las finanzas privadas (los grandes bancos mixtos, la bolsa) y, por el otro, estimuló el progresivo aumento de la dimensión de las empresas, para llegar a un cierto control del mercado y a explotar cada vez mejor las economías de escala. Así fue como en ciertos ambientes favorables a estos desarrollos, particularmente en Estados Unidos, pero también en Alemania, se consolidó la gran empresa. Por último, destacaremos que las grandes empresas proporcionaron un incentivo adicional a la concentración de la población en grandes conurbaciones y favorecieron la formación de potentes sindicatos.

De las dos nuevas fuentes de energía, la que mayor impacto económico tuvo fue, sin duda, la electricidad y su pareja, el motor eléctrico, tuvieron un protagonismo parecido al detentado por el vapor y las máquinas textiles de finales del siglo XVIII.

La electricidad sustituyó a la máquina de vapor, que era un convertidor relativamente rígido e inflexible. Para que la utilización de la máquina de vapor resultara rentable era preciso que las necesidades energéticas de la instalación industrial fueran suficientemente elevadas, ya que sólo las máquinas de alta potencia ofrecían un nivel soportable de consumo por caballo de fuerza producido. Esto implicaba también la concentración en un solo punto de la producción de energía, que se transmitía a las distintas máquinas-herramientas a través de un sistema de barras, poleas y correas. Estas rigideces técnicas permitieron la subsistencia de los sistemas manuales de producción durante buena parte del siglo XIX, hasta que se adoptó la electricidad.

El motor eléctrico rompía con la rigidez, inflexibilidad y baja eficiencia del vapor por su transmisibilidad (capacidad para transportar energía a través del espacio sin pérdidas importantes) y por su flexibilidad (su conversión fácil y eficiente en otras formas de energía, calor, luz o movimiento). Una corriente eléctrica puede utilizarse para producir cualquiera de estas formas de energía y el consumidor puede pasar de una forma a otra a voluntad. También puede emplear justamente la potencia deseada, cambiarla cuando quiera sin perder tiempo en ajustes ni menoscabo de la eficiencia, y pagar por la que utiliza.

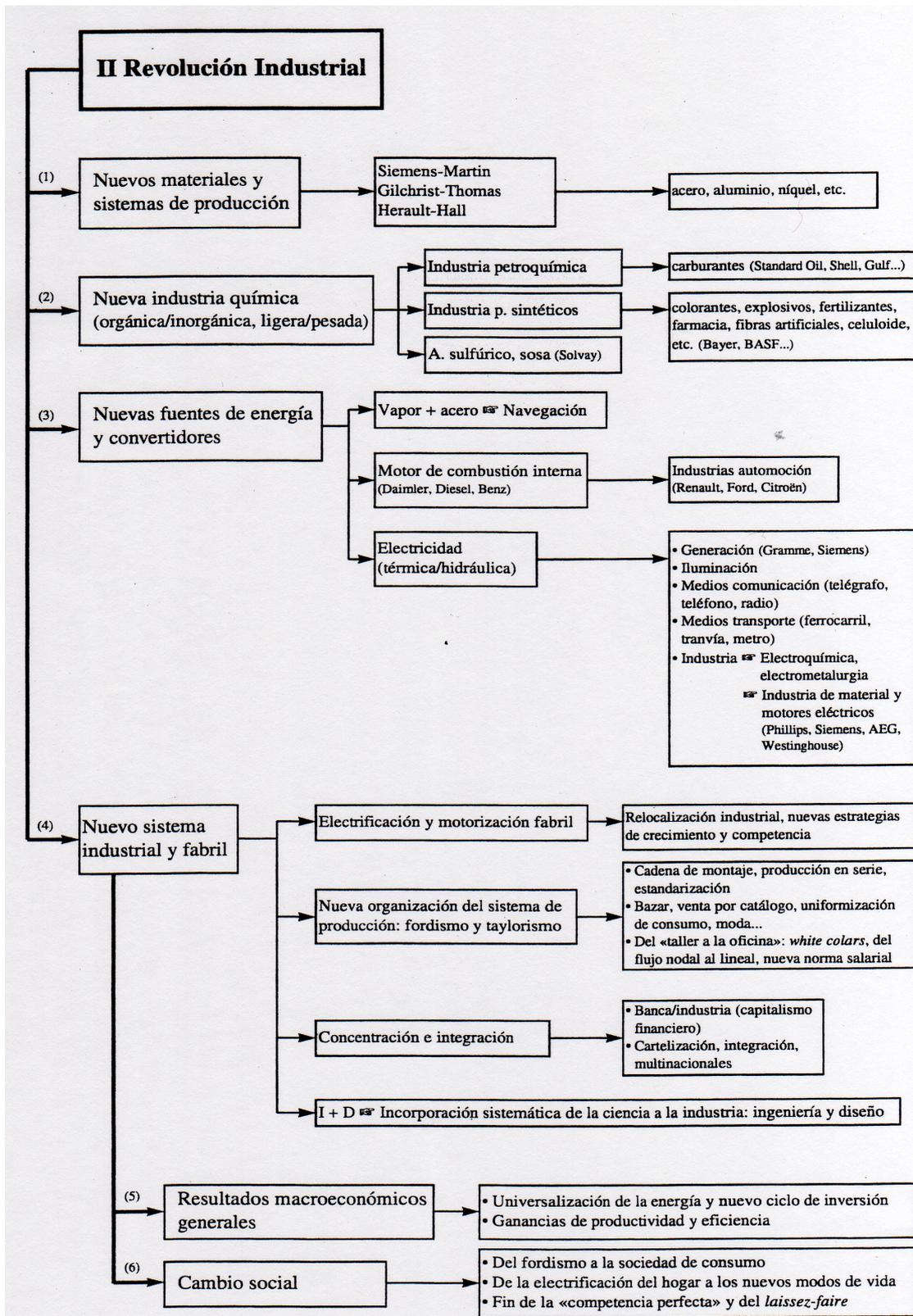
Esta nueva fuente de energía posibilitó la mecanización de la totalidad de los procesos de producción que aún seguían utilizando la fuerza humana. El motor eléctrico presentaba ventajas sustanciales respecto de los otros sistemas de generación de fuerza mecánica.

1º separó definitivamente la producción de energía de producción de bienes industriales. Cada fábrica o taller podía adquirir ahora la cantidad deseada de energía a una empresa especializada, sin tener que dedicar capitales, trabajo y espacio a su producción.

2º este mismo hecho eliminó las restricciones de dimensión y localización de las empresas. La energía dejaba de ser un elemento decisivo en la determinación de economías de escala. Un pequeño taller podía ser perfectamente eficiente frente a una gran fábrica, si utilizaba máquinas-herramientas competitivas.

3º la adopción de la electricidad permitió un ahorro inmediato de energía, ya que cada máquina podía disponer de su propio motor eléctrico, con lo que se eliminaban las pérdidas por rozamientos del anterior sistema de distribución, y, sobre todo, las pérdidas ocasionadas por la rigidez del sistema, en el que el consumo de energía debía ser siempre el máximo, al margen de cuántas fueran las máquinas-herramientas efectivamente en funcionamiento. El ahorro de energía supone una disminución de los costes energéticos³.

³ La electricidad permitió reducir la cantidad necesaria para accionar las máquinas gracias a la adopción del sistema de *unit drive*, consistente en que cada proceso mecánico disponga de un motor individualizado, de potencia y velocidad

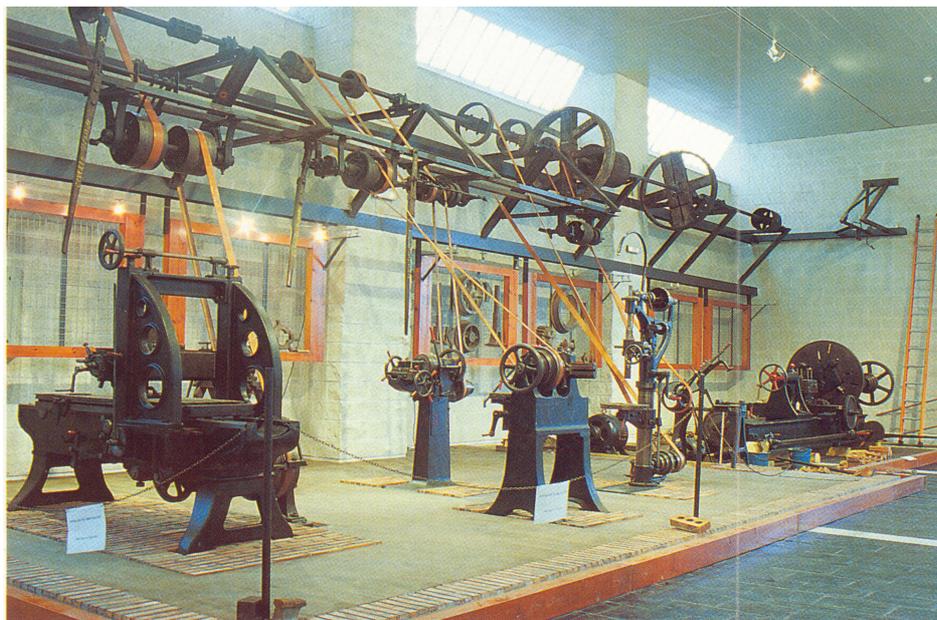


Fuente: OCAMPO SUÁREZ-VALDÉS (2006)

específicas para cada función. El *unit drive* se introdujo en 1890 y se convirtió en el tipo de instalación predominante desde el final de la Primera Guerra Mundial. Con el este sistema sólo se consume energía cuando la máquina funciona, por lo que, se introducen importantes ahorros respecto a la técnica anterior, consistente en disponer de un único motor que acciona simultáneamente todas las máquinas conectadas a él por un sistema de ejes y poleas.

4º como consecuencia de la anterior, la electricidad permitió un aumento de la productividad industrial. La flexibilidad y el coste decreciente de esta fuente energética impulsaron la sustitución de trabajo por capital (aumentó, por tanto, la intensidad del capital) y la racionalización y velocidad de los procesos productivos. Dicho crecimiento de la productividad se producía porque con el *unit drive* se incrementaba el ritmo de la producción. La electricidad permitía una total flexibilidad en el diseño de los espacios industriales. Las máquinas podían colocarse en la secuencia natural de los procesos de producción, y así se ahorraba en tiempo y en costes de desplazar materiales dentro de la fábrica. Se ganaba en potencia y control sobre las máquinas, con lo que aumentó la velocidad de las operaciones. Y también contribuyó a mejorar las condiciones de trabajo en términos de más luz, ventilación, limpieza y menos ruido.

5º la electricidad fue esencial en nuevos procesos de fabricación como la electrometalurgia y la electroquímica, que dieron lugar a nuevos productos como las aleaciones de acero (para la construcción de máquinas y herramientas más ligeras y precisas), el aluminio o el sodio y sus derivados. Finalmente, la electricidad dio lugar al nacimiento de nuevas industrias de producción de electricidad y de equipos y maquinaria eléctrica o de bienes de consumo semiduraderos (electrodomésticos). Además tuvo un gran impacto sobre la industria de servicios: la de iluminación pública y privada (donde desplazó a la iluminación de gas y de queroseno) y en el transporte (en superficie los tranvías urbanos, además de hacer posible la aparición de un nuevo sistema de transporte subterráneo, el metro, que facilitó el crecimiento urbano).



Fuente: Museo de la Minería y de la Industria de Asturias.

Sin embargo, la revolución en los transportes la protagonizó de manera mucho más destacada la otra gran innovación energética de estos años: el motor móvil de combustión interna, que haría aumentar, pasada ya la Primera Guerra Mundial, el consumo de petróleo.

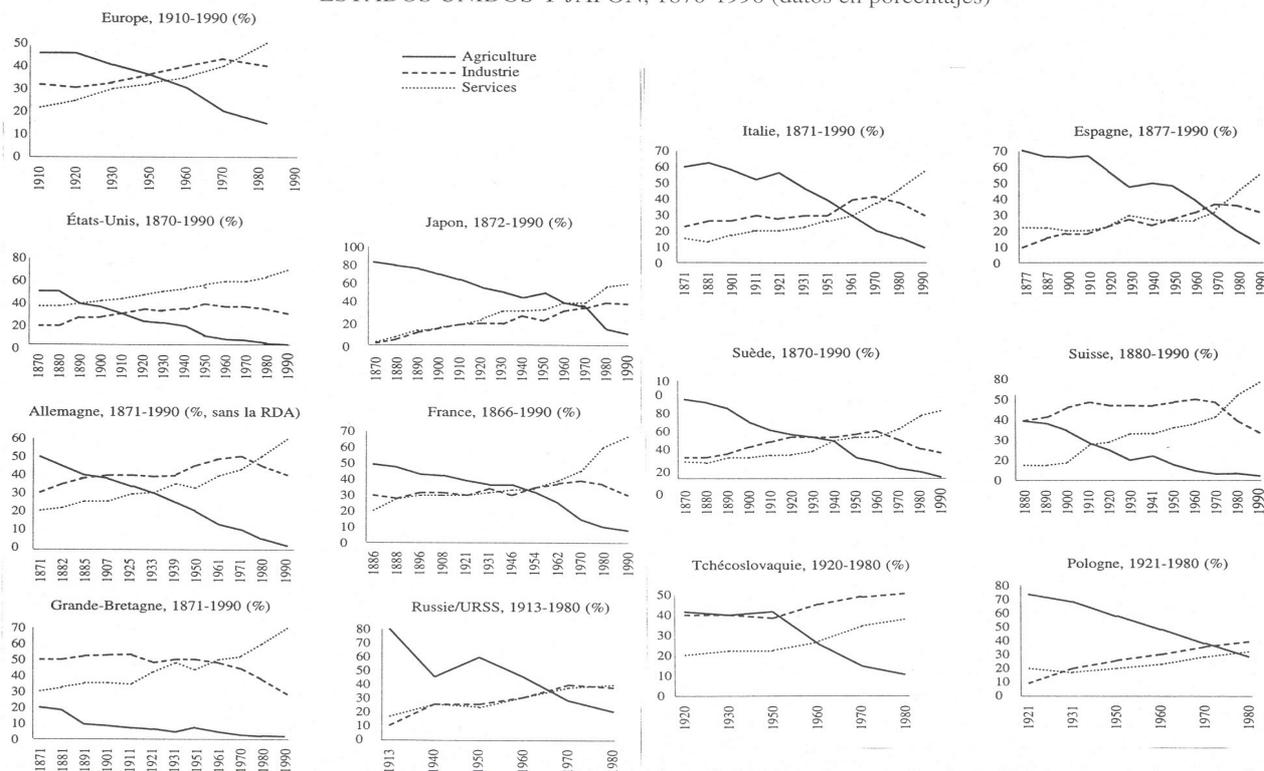
En el campo energético se producía una apertura a un posterior cambio de «paradigma». Se entró, en efecto, en la era del petróleo, que antes de 1914 todavía no competía realmente con el carbón. Después de su descubrimiento en Pennsylvania (1859) sirvió sobre todo para el alumbrado o la lubricación. Después de 1900 se comenzó a quemar la nafta en las calderas de los barcos, pero la cantidad consumida era todavía poca respecto al carbón.

De las ventajas del motor de combustión frente a la energía del vapor debemos destacar, entre otras, la posibilidad de su uso intermitente, su limpieza y la facilidad de empleo del combustible. Y además el poco peso del nuevo motor en relación con la potencia que desarrollaba y el elevado grado

de concentración de energía que contenía el combustible adoptado (un derivado ligero del petróleo, como es la gasolina⁴) permitió la construcción de vehículos (automóviles y camiones) con una gran autonomía de movimientos y que además no precisaba de un firme especialmente resistente para circular. El automóvil se convertiría pronto en un objeto de consumo general, pero, sobre todo, permitiría una mejora sustancial en la eficiencia y rapidez del transporte. Los carros tirados por animales irían siendo sustituidos a lo largo de las tres primeras décadas del siglo por los camiones.

También se introdujeron innovaciones importantes en otros sectores. La agricultura europea, por sus características, se benefició mucho más de los fertilizantes (nitrato, potasio, fosfatos) y de los fungicidas que de las máquinas introducidas en Estados Unidos por McCormick. Hasta la invención del motor de explosión la mecanización se limitó a las operaciones que podían efectuarse desplazando las mercancías que habían de ser trabajadas al lugar en que se encontraban la máquina y la fuente de energía (por ejemplo, la trilladora). Se introdujeron importantes innovaciones en las técnicas de preparación y conservación de los alimentos después de los descubrimientos de Pasteur sobre el origen de las bacterias (por ejemplo, la esterilización de la leche). La centrifugadora permitió separar el suero de la leche, desarrollando el sector de la quesería en Dinamarca, Holanda e Irlanda. Las técnicas de refrigeración hicieron posible el transporte de carnes congeladas de Estados Unidos a Inglaterra. Desde los años ochenta fue posible transportar carne de todo el mundo hacia los centros de consumo europeos. Los efectos sociales y políticos de estas innovaciones fueron enormes. Las poblaciones agrícolas europeas se resintieron de esta competencia y reaccionaron adoptando políticas proteccionistas, pero la competencia estimuló también el crecimiento de políticas de innovación en los principales países de la Europa continental.

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEL EMPLEO EN EUROPA, ESTADOS UNIDOS Y JAPON, 1870-1990 (datos en porcentajes)



Fuente: AMBROSIUS (1992)

⁴ Inicialmente, se utilizó como carburante el gas, por su menor precio, aunque con el inconveniente de la dificultad de su transporte. Cuando el precio del petróleo se redujo gracias al crecimiento de su producción, la aparición de nuevos métodos de refinado y las mejoras en las técnicas de distribución, los destilados de éste se impusieron como combustible principal del motor de combustión interna.

3.2 El ferrocarril, el barco a vapor y el telégrafo

A finales del siglo XVIII la velocidad de desplazamiento todavía dependía del uso de la fuerza animal o de la navegación a lo largo de los ríos, canales y costas. Ello limitaba la posibilidad de ampliar las actividades productivas y de intensificar los intercambios. El ferrocarril, el barco a vapor y el telégrafo inauguraron una nueva era, tanto en los transportes por vía terrestre y marítima como en las comunicaciones. Los nuevos medios de transporte no determinaron la revolución industrial, que había comenzado antes de su aparición, pero supusieron una fuerte aceleración y una extensión continua.

- en 1815 eran necesarias 40 horas en diligencia para ir de París a Calais; en 1914 un tren empleaba sólo 3 horas y 15 minutos.
- en lugar de los pesados veleros condicionados por el régimen y fuerza de los vientos, que zarpaban cuando lo decidía su capitán, en la segunda mitad del siglo XIX, líneas de vapores regulares transportaban a una velocidad mucho mayor a personas y mercancías de valor en los diversos continentes.
- gracias al telégrafo y a la red de cables submarinos los agentes económicos tuvieron la posibilidad de comunicarse en tiempo «casi real» de un hemisferio al otro de la tierra.

Después del triunfo del tren y de la consolidación de los buques a vapor, entre los siglos XIX y XX el automóvil anunciaría con anticipación el «renacimiento de la gran carretera», al paso que en 1914 la aviación «se preparaba para salir de la etapa de las empresas deportivas». Al permitir la transferencia de los factores de producción y la distribución de los productos acabados casi en todas partes, el transporte no fue solamente «un instrumento mercantil de intercambio», sino que se convirtió él mismo «en parte, y una parte relevante, de los medios de producción». Entre la transformación de los transportes y el desarrollo económico pueden establecerse múltiples relaciones. Por lo demás, la teoría que hace del mercado el propulsor y regulador del sistema económico «comenzó a elaborarse precisamente cuando terminaba aquella revolución de los transportes y de las comunicaciones que en las décadas centrales del siglo XIX transformó la tradicional relación del hombre con el espacio y las propias dimensiones del planeta».

3.2.1 El ferrocarril

El ferrocarril fue el resultado de la combinación de elementos que ya existían antes del siglo XIX: las vías que se usaban en las galerías de las minas, en los puertos y como apoyo en los canales de las cuencas carboníferas inglesas, las vagonetas y la máquina de vapor. La locomotora (1825), el invento más importante en los transportes del siglo XIX, le dio la posibilidad de autonomía. El ingeniero Stephenson, después de la introducción de la caldera tubular, construyó la línea Liverpool-Manchester (1826-1829) en el corazón de una gran área industrial, demostrando las ventajas económicas del ferrocarril, tanto para el transporte de mercancías como de viajeros, y resolviendo empíricamente la mayor parte de los problemas técnicos. Desde entonces la evolución técnica siguió dos direcciones: la búsqueda de una velocidad elevada y la búsqueda de la máxima energía posible para permitir transportes en masa.

La extensión de los ferrocarriles fue excepcional: de los 7.200 km. existentes en el mundo en 1840 se pasó a los 925.000 km. de 1906.

La construcción de redes ferroviarias empezó con paso vacilante en la década de 1820, protagonizó el primer auge inversor entre 1830 y 1840. El crecimiento fue particularmente intenso entre 1835 y 1840. Gran Bretaña fue la protagonista del primer gran *boom* ferroviario.

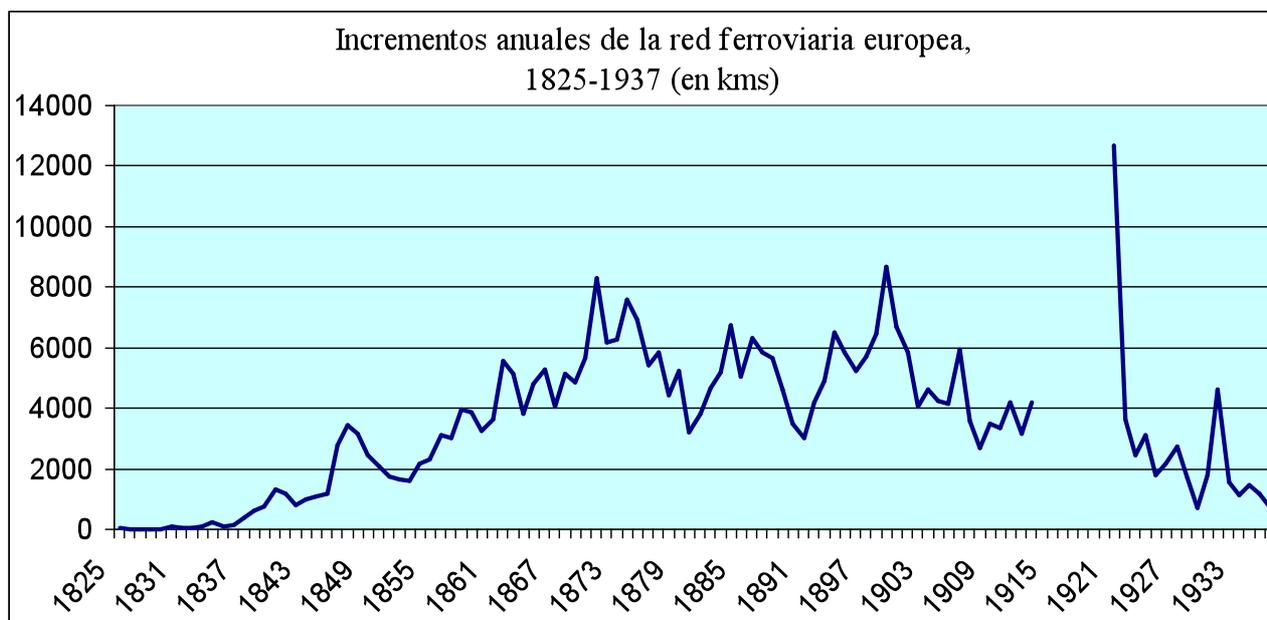
En la década de 1853 a 1862 Europa duplicó su red, pasando de 28 mil a 59 mil kms. Las redes ferroviarias se estaban desplegando a gran velocidad por toda Europa.

A la altura de 1880 el mapa ferroviario ya estaba muy completo. Las grandes líneas, las grandes conexiones, los enlaces internacionales, todo ya era definitivo. Faltaba la cobertura de regiones periféricas y faltaba densificar la malla en numerosos países.

De 1902 a 1913 todavía se construyeron más de 43 mil kms. El protagonismo ruso es especialmente significativo. Rusia fue la última frontera de la inversión ferroviaria europea.

La guerra europea provocó muchas destrucciones ferroviarias. Los ferrocarriles fueron el resorte fundamental de la movilización bélica. En todos los países implicados en la guerra los estados intervinieron los ferrocarriles en mayor o menor grado para asegurar el movimiento de tropas, de armamento y de provisiones. Se convirtieron en objetivos de los ataques enemigos que así trataban de debilitar la capacidad ofensiva de sus adversarios. El resultado fue un gran desgaste de la red y del parque móvil por la intensidad del uso y unas importantes destrucciones. Inmediatamente acabada la guerra, el esfuerzo de reconstrucción se orientó preferentemente a los ferrocarriles.

Al margen de los esfuerzos de los nuevos estados nacidos de la paz de Versalles, poco más se hizo en materia de construcción ferroviaria. Sólo los estados periféricos como España y Suecia siguieron invirtiendo en nuevas líneas. En los años treinta la mayoría de los ferrocarriles fueron construidos en la Unión Soviética. De 1921 a 1937 se construyeron unos 32 mil kms en toda Europa (incluida URSS).



Fuente: MITCHELL (2007)

Extensión de la red ferroviaria, 1830-1913 (en km)

| | Gran Bretaña | Francia | Bélgica | Alemania | Austria-Hungría | Italia | Rusia | España | Europa | Estado Unidos | Mundo |
|------|--------------|---------|---------|----------|-----------------|--------|--------|--------|---------|---------------|---------|
| 1830 | 157 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1840 | 2.390 | 410 | 334 | 469 | 144 | 20 | 0 | - | 2.700 | 4.500 | 7.200 |
| 1850 | 9.757 | 2.915 | 854 | 5.856 | 1.357 | 620 | 501 | 28 | 23.100 | 14.400 | 37.600 |
| 1860 | 14.603 | 9.167 | 1.729 | 11.089 | 2.927 | 2.404 | 1.626 | 1649 | 51.000 | 49.000 | 106.000 |
| 1870 | 20.000 | 15.544 | 2.897 | 18.876 | 6.112 | 6.429 | 10.731 | 5295 | 101.300 | 85.400 | 205.200 |
| 1880 | 25.060 | 23.089 | 4.112 | 33.838 | 11.429 | 9.290 | 22.865 | 7490 | 162.700 | 149.900 | 365.500 |
| 1890 | 27.820 | 33.280 | 4.526 | 42.869 | 15.523 | 13.629 | 30.595 | 10002 | 208.000 | 249.700 | 566.900 |
| 1900 | 30.070 | 38.109 | 4.562 | 51.678 | 19.229 | 16.429 | 53.234 | 13214 | 257.900 | 292.200 | 707.500 |
| 1910 | 32.184 | 40.484 | 4.679 | 61.209 | 22.642 | 18.090 | 66.581 | 14684 | 321.600 | 358.400 | 925.300 |
| 1913 | 32.623 | 40.770 | 4.776 | 63.378 | 44.800 | 18.873 | 70.156 | - | - | 400.197 | - |

Fuente: MITCHELL (2007)

Densidad de la red ferroviaria en Europa, 1850 y 1896/97

| | Por 100 hab. 1850 | Por 100 km ² . | Por 100 hab. 1896/97 | Por 100 km ² . |
|-------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| Gran Bretaña | 39,3 | 3,4 | 86,0 | 10,8 |
| Alemania | 16,6 | 1,1 | 91,0 | 8,8 |
| Francia | 8,5 | 0,6 | 106,0 | 7,6 |
| Austria y Bohemia | 7,8 | 0,5 | 70,0 | 5,8 |
| Hungría | 1,7 | 0,1 | 86,6 | 4,8 |
| Rusia | 1,0 | 0,0 | 33,3 | 0,8 |



Fuente: http://iris.cnice.mec.es/kairos/enseñanzas/bachillerato/mundo/revolindustrial_06_02.html

Sólo nos ocuparemos de los efectos económicos del ferrocarril, aunque sus repercusiones sociales, políticas, culturales, arquitectónicas y urbanísticas fueron tan relevantes como las económicas. En la teoría económica y la historia económica se han propuesto distintas formas de medir los efectos económicos de un sector sobre el resto de la economía. Todos los análisis de los efectos económicos de la construcción del ferrocarril se han centrado en los conceptos acuñados por Hirschman con los términos de *efectos hacia atrás* y *efectos hacia adelante*⁵.

Los efectos hacia atrás consisten en el incremento en la producción de los sectores suministradores del ferrocarril derivado de la demanda de inversión ferroviaria; su valor equivale, pues, a la inversión destinada a la compra de maquinaria e inmuebles, o más bien de sus servicios, y de materias primas e *inputs* intermedios; lógicamente también habría que incluir el pago de los servicios financieros.

Los efectos hacia adelante consisten en la contribución que los servicios de transporte del ferrocarril hacen a los procesos productivos de los sectores clientes que lo utilizan. Si en los efectos hacia atrás el ferrocarril actúa como demandante, en los efectos hacia adelante lo hace como oferente.

⁵ El sistema de transporte de un país se puede contemplar como una forma de capital social fijo y, consiguientemente, una importante fuente de crecimiento. Tal es así, que los economistas del desarrollo, siguiendo a Hirschman, distinguen entre dos tipos de políticas económicas en función de la prioridad que se dé a la inversión en capital social fijo frente a la inversión privada en actividades directamente productivas. Si se prima el incremento de la inversión privada en la industria se producirá un cuello de botella en el sistema de transporte y comunicaciones que hará necesarias subsiguientes inversiones públicas en el mismo; esta estrategia de crecimiento se denomina desarrollo por defecto de capacidad. Por el contrario, las inversiones en infraestructuras pueden servir de estímulo de la actividad industrial constituyendo una estrategia de desarrollo por exceso de capacidad. En general, en los países adelantados la modernización de las infraestructuras de transporte, fundamentalmente la construcción del ferrocarril, respondió a políticas de desarrollo por defecto de capacidad. Mientras que la política seguida en los países más atrasados estuvo caracterizada por una estrategia de desarrollo por exceso de capacidad.

Desde la óptica de la historia económica, los efectos estáticos de los ferrocarriles sobre la economía se han medido a través del ahorro social que, a grandes rasgos, se define como la diferencia entre el valor de los servicios de transporte proporcionados menos el coste del transporte alternativo. Este enfoque estático, sin embargo, deja de lado los efectos dinámicos.

La construcción del ferrocarril también tuvo importantes consecuencias en el campo financiero y el factor empresarial; es decir, aspectos intangibles consistentes en efectos externos sobre el crecimiento del sector bancario y sobre el desarrollo de la función empresarial. En efecto, las grandes necesidades de financiación de la construcción ferroviaria exigieron la creación de grandes bancos y el desarrollo de los mercados de valores; asimismo, la necesidad de gestionar grandes volúmenes de cargas y pasajeros, de grandes números de trabajadores, y establecimientos dispersos obligó a crear nuevos hábitos de gestión que dieron lugar al nacimiento de la empresa moderna.

Las consecuencias del establecimiento y mantenimiento del sistema sobre las industrias suministradoras de materias primas (principalmente carbón, hierro, acero, y madera) y maquinaria, sí como sobre el sistema financiero, se denominan efectos hacia atrás.

El impacto de los servicios prestados por el sistema en funcionamiento, en cuanto a la reducción de costes y la mayor seguridad y velocidad, se denominan efectos hacia adelante, y se concretan en la unificación del mercado nacional y el desarrollo del mercado⁶, cambios en la localización y en la estructura interna de costes de las empresas y externalidades tecnológicas. La explicación de estos dos últimos aspectos es sencilla. Los cambios en la localización y en la estructura de costes de las empresas se producen porque un transporte más barato, seguro y veloz permite reducir la dependencia de la cercanía a sus mercados de *inputs* o productos acabados y produce beneficios ocultos porque logra una disminución de los *stocks* de materias primas y productos acabados –y, por ende, de los gastos de almacenaje– al ser los plazos de entrega más cortos, liberando recursos para aumentar el capital fijo (instalaciones y maquinaria). Además, la reducción de los costes de transporte es crucial para difundir el uso de algunos productos energéticos como el carbón, de elevada ratio peso/valor, y que se utilizaba como fuente de energía térmica en los nuevos procesos de fusión del hierro y el acero o para su conversión en movimiento en otras industrias como el textil.

Los efectos hacia atrás sobre la construcción y mantenimiento del ferrocarril sobre la industria que le suministraba *inputs* (carbón, hierro, acero y maquinaria entre otras) dependieron de la elasticidad de la oferta industrial a la demanda ferroviaria. Como la demanda ferroviaria se presentó en forma de grandes pedidos alentó las mejoras en la tecnología de tales industrias, con efectos muy favorables en el caso de Gran Bretaña, Francia y Alemania.

Cuando la oferta presentó rigideces al aumento repentino de la demanda, los efectos hacia atrás de la construcción del ferrocarril repercutieron sobre la industria de otros países. Esto fue lo que ocurrió en Italia, España y Rusia, países en que los que tales efectos empezaron a operar cuando ya estaba construida la mayor parte del trazado, mientras que Alemania consiguió sustituir rápidamente importaciones entre 1840 y 1870.

El ferrocarril también generó efectos hacia atrás en el mercado financiero, ya que los grandes requerimientos de capital para la construcción de la red ferroviaria promovieron los procesos de fusión

⁶ En el caso español, el ferrocarril y el arancel fueron los dos principales instrumentos de la política económica para impulsar la integración del mercado nacional en el siglo XIX. La política proteccionista establecida en 1820, y mantenida en 1849, y la instalación de la red ferroviaria fueron los principales factores que tendieron a unificar el precio de los trigos y otros cereales en la periferia consumidora y el centro peninsular productor. Una vez que la red ferroviaria estuvo conectada a escala peninsular hacia 1870, comenzó a evidenciarse la especialización productiva regional. El sistema ferroviario contribuyó a la integración del mercado español de algunos productos agrícolas, como muestra la convergencia de los precios del trigo en las distintas regiones. El ferrocarril también permitió la especialización del sector ganadero, al permitir el transporte a largas distancias de sus productos. En general, todos los sectores industriales pudieron reducir sus costes de producción, rebajar el nivel de *stocks* mantenidos y mejorar la distribución de sus productos gracias al ferrocarril, al disminuir drásticamente los costes frente a los transportes tradicionales, y por la disminución ulterior de las tarifas ferroviarias en el largo plazo.

de las instituciones de crédito y la difusión de las sociedades anónimas. Estos efectos fueron muy importantes en todos los países independientemente de su nivel de desarrollo, aunque los países adelantados se vieron más beneficiados puesto que sus instituciones financieras fueron en gran medida responsables de la construcción ferroviaria en España, Italia, Rusia y en otros lugares de Europa y del resto del mundo.

Los efectos hacia adelante inducidos por el ferrocarril dependieron del nivel de desarrollo previo de las infraestructuras y de los otros medios de transporte alternativos. En aquellos países como Gran Bretaña donde tales medios eran eficientes, los efectos inducidos no fueron muy grandes. En los demás, la intensidad de tales efectos estuvo estrechamente relacionada con las limitaciones del transporte tradicional. El impacto de la reducción de los costes de transporte sobre las rentas de situación de muchas empresas fue particularmente importante en el sector agrario de Francia, España, Italia y Rusia donde el ferrocarril promovió la especialización agrícola regional y la integración del mercado. En España y Rusia, los beneficios ocultos derivados de la mayor regularidad y velocidad fueron muy elevados debido a los problemas de estacionalidad del transporte tradicional. Y en todo el continente contribuyó a difundir las externalidades tecnológicas favoreciendo el uso de las nuevas fuentes de energía.

El ahorro social de los ferrocarriles

La construcción de la red ferroviaria y el nuevo medio de transporte asociado a ella constituyen uno de los hitos fundamentales del siglo XIX. Una manera parcial de cuantificar su efecto es mediante el cálculo del ahorro social que, en síntesis, es la diferencia entre dos costes: el de movilizar todo el tráfico ferroviario de un año determinado y el que se hubiera incurrido si ese mismo tráfico hubiera sido efectuado por medios de transporte alternativos. Su estimación implica partir del supuesto de que la red ferroviaria existente en un año dado hubiera permanecido cerrada y se hubiera transportado la misma cantidad de mercancías y personas mediante los restantes sistemas de transporte existentes en una economía.

Para ello es necesario conocer, por un lado, el volumen de servicios de transporte suministrados por el ferrocarril durante un año, medido en toneladas y pasajeros por kilómetro y su precio medio Y por otro, el precio medio de cada uno de los medios de transporte alternativos para estimar un precio medio ponderado y la distribución del tráfico entre los diferentes sistemas alternativos suponiendo la inexistencia del ferrocarril. La diferencia del producto de precios por cantidades (en el ferrocarril y en los sistemas alternativos) es el ahorro social. Para realizar comparaciones entre países, el ahorro social se suele estimar como porcentaje del PIB.

Los resultados de las investigaciones realizadas acerca de su importancia en diversas economías, arrojan resultados muy diferentes. Para España su proporción sobre el PIB se habría situado entre el 10,5 % y el 11,9 %, mientras en otras economías más avanzadas (Estados Unidos, Alemania, Francia o Bélgica) el porcentaje obtenido habría sido muy inferior. La diferencia se debe a que en España los medios de transporte alternativos, fundamentalmente terrestres, tenían costes muy superiores, mientras en estos otros países, una parte del transporte podía realizarse por canales y vías fluviales, con un coste muy inferior. De esta forma, en aquellas economías en donde estos medios de transporte más u eficientes escaseaban, la importancia del ahorro social fue mucho mayor. Ello no implica que otras consecuencias de la expansión ferroviaria no fueran muy relevantes en el crecimiento de las primeras ya que el ahorro social sólo mide la diferencia entre los costes, no los efectos de arrastre o de articulación del mercado derivados de la existencia de ferrocarril.

Estimaciones del ahorro social del transporte ferroviario e mercancías

| País | Ahorro social / PIB (%) | | | |
|------------------------|-------------------------|------------|------|------------|
| | Años | Porcentaje | Años | Porcentaje |
| Bélgica | 1846 | 1,0 | - | - |
| Estados Unidos | 1859 | 3,7 | 1890 | 4,7 |
| Inglaterra y Gales | 1865 | 4,1 | - | - |
| Rusia | 1907 | 4,5 | - | - |
| Francia | 1872 | 5,8 | - | - |
| Holanda | 1848/53 | 0,1 | - | - |
| Alemania | - | - | 1890 | 5,0 |
| Brasil | 1886 | 4,5 | 1913 | 22,0 |
| México | 1910 | 24,9/38,5 | - | - |
| Colombia | 1927 | 3,4/7,9 | - | - |
| España (Gómez Mendoza) | 1878 | 7,5/11,8 | 1912 | 18,5/23,0 |
| España (Herranz) | 1878 | 2,2/3,6 | 1912 | 11,9 |

Puerto de Santander en 1899



Fuente: GUTIÉRREZ-COLOMER (2010)

En 1887, el Consejo Provincial de Agricultura, Industria y Comercio de Santander expone al Gobierno lo siguiente:

“El desarrollo de la riqueza agrícola en los países recientemente poblados por la emigración de Europa ha sido rapidísimo auxiliado por los adelantos que en estos últimos años se han operado en la industria de los transportes y que permiten conducir con rapidez y economía increíbles los productos de aquellas lejanas regiones. Merced a esos adelantos los 40 millones de cabezas de ganado vacuno que pastan en las llanuras del Plata o los 45 millones de cabezas que sustentan los inmensos territorios del Oeste y Noroeste de la República Norteamérica, como los 8 millones de esta clase y 70 millones de ganado lanar que sustenta el suelo del continente de Australia, forman parte integrante de la alimentación de los pueblos de Europa, ya en vivo, ya conservada la carne en buen estado por medio de aparatos frigoríficos especiales, que presentan y ofrecen en nuestros mercados en competencia irresistible con la producción indígena”.

3.2.2 El barco a vapor.

La aplicación de hierro y acero y la mejora tecnológica en el uso de máquinas de vapor permitieron grandes progresos también en los transportes marítimos, pero la consolidación del buque de vapor fue mucho más gradual que la del ferrocarril. La causa no fue sólo la lenta evolución de la nueva tecnología en la reducción de consumos y combustible, sino también la competencia de la navegación a vela (los clipper), que había mejorado mucho en velocidad y maniobrabilidad en el siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX.

Hasta 1850 los progresos del vapor fueron más sensibles en la navegación fluvial que en la marítima. El barco de vapor operó inicialmente en la navegación en distancias cortas⁷.

A mediados de siglo el buque de vapor estaba todavía dotado de velamen y recurría a una

⁷ En 1818 se inauguraron los primeros enlaces en el mar de Irlanda y en 1821 entre Dover y Calais. En 1838, el *Sirius*, buque de vapor con rueda lateral y con calderas, efectuó la primera travesía del Atlántico enteramente a vapor; en 1840 el *Great Western* inició servicios regulares de vapores postales con propulsión mixta; en 1843 el *Great Britain* adoptó la hélice que exigía engranajes para multiplicar el bajo número de vueltas de las ruedas motoras.

propulsión mixta para navegar en caso de avería de las máquinas. Fue hacia 1860 cuando se realizaron progresos decisivos:

- el hierro y, desde 1879, el acero sustituyeron a la madera en la construcción de los cascos, disminuyendo los gastos de mantenimiento y el desgaste;
- la hélice eliminó definitivamente la rueda de palas;
- las máquinas *compound* de doble y después triple expansión (respectivamente, 1869 y 1874) disminuyeron drásticamente los costes de funcionamiento y la cantidad de carbón que debía acumularse en las bodegas, al paso que aumentaba el espacio reservado a los viajeros y a las mercancías. Hacia 1880 desapareció el velamen auxiliar. Las calderas de triple y después cuádruple expansión aseguraron unas ventajas cada vez mayores y permitieron aumentar el tonelaje de los buques de hierro y su velocidad media. El vapor, además, era una innovación que ahorra trabajo, puesto que permitía reducir las tripulaciones.

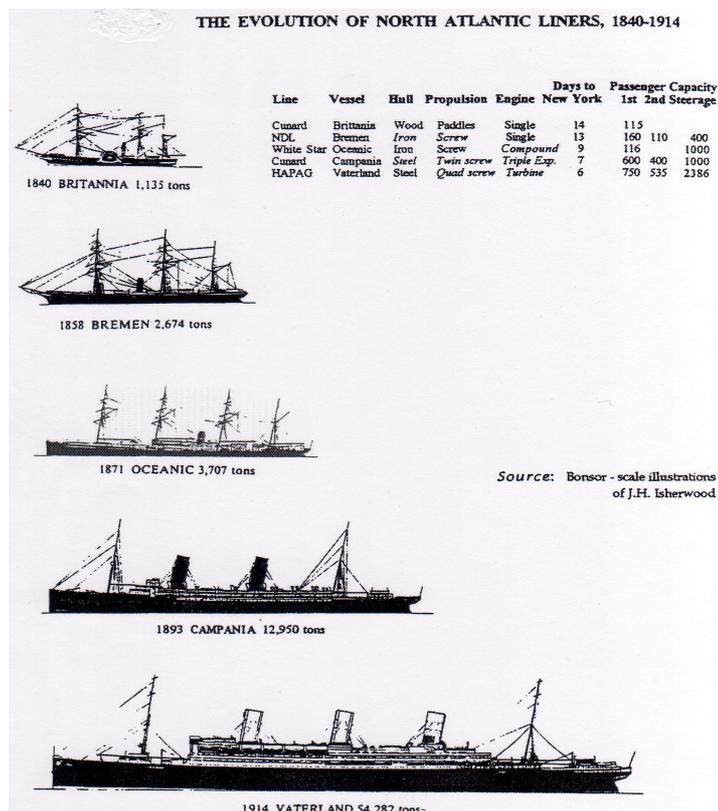
El tonelaje de los vapores llegó a superar al de los veleros en los años noventa, pero desde 1860-1865 los barcos tuvieron el monopolio del tráfico de pasajeros y emigrantes hacia Estados Unidos, y también el del transporte de mercancías de valor. A principios del siglo XX alcanzaron una supremacía definitiva⁸. Los primeros vapores estaban construidos para el transporte mixto de mercancías y pasajeros, pero después los buques se especializaron. Entre los mercantes se fueron diseñando ulteriores especializaciones, con buques dedicados a transportes particulares, como petróleo o carne congelada.

La navegación marítima inmovilizó menos capital que los ferrocarriles, pero estuvo en el origen de importantes inversiones en el arreglo de los puertos y en la apertura de canales interoceánicos. Una de las obras fundamentales del siglo XIX fue la apertura del istmo de Suez –162 kms realizados entre 1859 y 1869– tras superar una infinidad de problemas técnicos, financieros y diplomáticos, puso en comunicación el Mediterráneo y el mar Rojo. Así se redujo notablemente la duración del viaje entre los países del Atlántico Norte, Asia suroriental y Extremo Oriente. En 1914 se finaliza la construcción del canal de Panamá gracias a la iniciativa financiera y tecnológica de los Estados Unidos.

Reducción de la duración de los viajes por la construcción de los canales de Suez y Panamá

| Canal de Suez (1869) | |
|--|-----------------------------------|
| (comparado con la ruta por el cabo de Buena Esperanza) | |
| De Londres a: | Reducción del tiempo de viaje en: |
| Bombay | 42 por 100 |
| Calcuta | 32 por 100 |
| Madrás | 35 por 100 |
| Singapur | 30 por 100 |
| Hong Kong | 26 por 100 |
| Yokohama | 23 por 100 |
| Melburme | 7 por 100 |
| Canal de Panamá (1914) | |
| (comparado con la ruta por el estrecho de Magallanes) | |
| De Nueva York a: | Reducción del tiempo de viaje en: |
| San Francisco | 60 por 100 |
| De Londres a: | Reducción del tiempo de viaje en: |
| Nueva Zelanda | 25 por 100 |

⁸ En 1913, menos del 2 % del transporte naval británico utilizaba la vela.



3.2.3 El telégrafo

Desde finales del siglo XVIII, los servicios regulares de diligencia unieron las principales ciudades de Europa. En 1830 se llegaba de Londres a Edimburgo en 45 horas, a una media de 14 km/h. Los coches-correo franceses cubrían 200 kms al día con 1,4 toneladas de mercancías y 16 pasajeros con equipaje. Hasta entonces las informaciones viajaban a la velocidad de los caballos.

Con la aparición de sistemas de transporte veloces como los ferrocarriles, las informaciones necesarias para su gestión tenían que viajar con ritmos todavía más rápidos.

La contribución más original vino del americano Morse (1835), que con sucesivos perfeccionamientos de su aparato telegráfico, hizo posible a partir de 1843 poner en comunicación en tiempo «casi real» (horas y minutos en lugar de meses y días) ciudades y continentes diversos, unificando el mercado mundial desde que los fondos marinos fueron surcados por cables. Las empresas inglesas jugaron un papel decisivo: en 1851 se instaló el primer cable bajo el canal de la Mancha, en 1866 se atravesó el Atlántico Norte, en 1872 se alcanzó el Extremo Oriente y en 1874 la América Latina. En 1902, con la unión de las dos costas del pacífico, se completó la red que daba la vuelta al mundo.

La comunicación telegráfica internacional fue la primera que requirió intervenciones de armonización normativa y estandarización técnica. A las primeras conexiones (Prusia-Austria, 1849; Francia-Bélgica, 1850) siguió en 1855 la Unión Telegráfica Europea Occidental (Francia, Bélgica, Suiza, Reino de Cerdeña, España) que 10 años después desembocó en la Unión Telegráfica Internacional, primer organismo supranacional de carácter técnico-administrativo.

La transmisión de informaciones se hizo todavía más rápida e intensa, medio siglo después de la aparición del telégrafo, con la llegada del teléfono, que surgió en la escena económica por iniciativa de Bell (1877). En 1879 el teléfono transmitía de 100/200 palabras por minuto en lugar de las 15/20 del telégrafo, sin necesidad de ningún operador entre los usuarios. Durante todo el siglo XIX se mantuvo como una innovación circunscrita al mundo de los negocios, sólo a finales del siglo el uso se extendió a la comunicación privada. Finalmente, las primeras transmisiones de Marconi en 1896 abrieron el camino para la invención de la radio y la creación de un sistema de comunicación de masas.

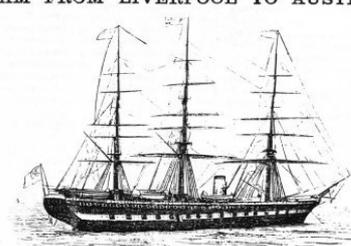
Carteles de Compañías Navieras



Vapores Correos Trasatlánticos

PARA PUERTO RICO Y HABANA
SALDRA EL 28 DE FEBRERO
A LA UNA DE LA TARDE, conduciendo la correspondencia pública y de oficio
EL VAPOR CORREO
SANTANDER
al mando del capitán D. Mariano de la Lastra.—ADMITE CARGA A FLETE Y PASAJEROS.
Consignatarios: Isabel la Católica 3, A. LOPEZ Y C.^a

LIVERPOOL & AUSTRALIAN NAVIGATION CO.
STEAM FROM LIVERPOOL TO AUSTRALIA.



THE CELEBRATED AUXILIARY STEAM-SHIP
GREAT BRITAIN,
3209 Tons, and 500 Horse-power,
CHARLES CHAPMAN, Commander,
IS APPOINTED TO LEAVE THE RIVER MERSEY,
FOR MELBOURNE AND BRISBANE
(Landing Passengers and Cargo at Melbourne, and proceeding without delay);
TAKING PASSENGERS ALSO FOR
SYDNEY, ADELAIDE, AND NEW ZEALAND,
ON SATURDAY THE 25th OCTOBER, 1873.

This magnificent and far-famed Ship has made the passage out to Melbourne in the unprecedented short time of 53 days. She affords an opportunity for Passengers to reach Australia in almost as short a time as by the Liverpool Route, via Southampton, without incurring the very heavy expenses attendant thereon, and avoiding entirely the discomfort of frequent changes. Her Saloon arrangements are perfect, and combine every possible convenience, Ladies' Stouids, Baths, etc. and her ample passenger decks, lighted at intervals by side-lights, afford unrivalled accommodation for all classes.

P. A. F. B. S.,
Including Steward's Fees, the attendance of an experienced Surgeon, and all Provisions of the best quality.

| | TO MELBOURNE. | | TO BRISBANE. | |
|----------------------------|---------------|----|--------------|----|
| AFTER SALOON. (FOOP BELOW) | 60 | 70 | 60 | 70 |
| SECOND CLASS (on Deck) | 35 | 40 | 35 | 40 |
| THIRD CLASS | 18 | 20 | 18 | 20 |
| STEERAGE | 10 | 12 | 10 | 12 |

Children under Twelve Years, Half-price. Infants under Twelve Months, Free.

Fuente: Archivo de Indianos de Asturias

3.3 El nacimiento de la gran empresa

En la segunda mitad del siglo XIX, cuando los costes de transporte disminuyeron rápidamente con la expansión de los ferrocarriles y de la navegación a vapor, las informaciones comenzaron a viajar con rapidez, primero con el telégrafo y después con el teléfono, y la tecnología produjo instalaciones que reducían los costes fijos, en mayor proporción cuanto mayores eran éstos (*economías de escala*), se planteó el problema de crear empresas de grandes dimensiones. Puesto que, por motivos totalmente específicos, Estados Unidos fue el primer país que comprendió las potencialidades de la gran empresa, y elaboró sus características organizativas entre los años sesenta del siglo XIX y la primera guerra mundial.

En Estados Unidos se establecieron los presupuestos del *American System of Manufacturing*, como se le denominó en la Exposición de Londres de 1851, el sistema basado en la estandarización del producto y en la intercambiabilidad de las partes. Consistía en producir mecanismos compuestos por partes que se adaptaban e interaccionaban entre ellas con tal precisión que se podía insertar un componente de uno en otro semejante sin tener que efectuar ningún ajuste. Máquinas-herramientas especializadas se aplicaron a una secuencia de operaciones para obtener una mayor velocidad operativa y de movimiento de los materiales. La adopción de piezas intercambiables se produjo en primer lugar —aunque con algunas dudas por las dificultades de realización— en la fabricación de armas (Colt, Remington): después en la de maquinaria agrícola (McCormick), en las máquinas de coser (Singer, hacia 1850), en las ollas y en la cerrajería. Después de la Guerra de Secesión los métodos de producción en masa se difundieron rápidamente, primero en la producción de armas y después en la de muchos otros productos. Su difusión en Europa fue mucho más lenta, ya que la calidad de los productos americanos era más baja que la de los fabricados con los tradicionales métodos europeos y porque comportaban la eliminación de obreros especializados en los procesos productivos. Propensión a la calidad, sofisticación del consumo y resistencia obrera retrasarían la difusión en Europa de los métodos de producción en masa hasta la Primera Guerra Mundial.

La gran empresa no sólo se crea para explotar las economías de escala, sino también las de diversificación, a partir de las mismas materias primas y productos intermedios (una característica

típica de la industria química) y las economías de rapidez. Con esta última finalidad es necesario proceder a una organización «científica» del trabajo, para evitar las pérdidas de tiempo en las diversas fases de fabricación. Este proceso de «rodadura» fue atentamente estudiado por los ingenieros americanos, de los que el más famoso es Taylor (el taylorismo), que consideró que la mejor solución era la de construir una cadena de montaje, donde todas las operaciones que debían efectuarse se colocasen en línea, según la mejor secuencia, y donde las piezas fabricadas no fueran transportadas a mano de un trabajador al otro, sino que se situaran en la cadena, mientras los trabajadores estaban quietos, llevando a cabo su trabajo especializado, y el ritmo del recorrido de la cadena fuese tal que dejase justamente el tiempo necesario para cada operación. Ello requería una inversión de notables proporciones en instalaciones programadas para producir un determinado modelo de producto y, por tanto, impulsaba a la estandarización⁹, pero en compensación reducía mucho los costes unitarios de producción (como sucedió con el modelo T negro de Ford).

Durante muchos años no existió un coche más popular en todo el mundo que el Ford T. Con 15.007.033 unidades producidas entre 1908 y 1927 (15.458.181 sumando la producción británica) la fabricación masiva de este coche fiable y económico fue un logro histórico de Ford. La nueva fábrica situada en Detroit e inaugurada en 1913 permitió llevar a cabo la automatización de la producción, el tiempo empleado en el montaje de cada vehículo bajó de 12 horas 30 minutos a 1 hora y 33 minutos. Ello permitió a Ford continuar la progresiva reducción de precios. En 1915 salía de la cadena de producción el Ford número 1 millón. En Europa el éxito del Modelo T también desbordó todas las previsiones. Para satisfacer la demanda, en 1911 se inaugura en Manchester la primera planta de montaje fuera de Norteamérica. Ya en 1913 producía más automóviles que ningún otro constructor europeo.

De las manufacturas a la gran empresa

Si durante la primera revolución industrial la transición del sistema de las manufacturas al sistema de fábrica fue en parte una solución al problema del control y de la disciplina de la mano de obra en el sector textil. La gran empresa de producción masiva de la segunda revolución industrial eliminó todo resto de intromisión de los trabajadores en el proceso productivo. El primero en formular ese objetivo, fue el ingeniero norteamericano Taylor, que desarrolló la denominada «gestión científica». Con este sistema se pretendía sustituir el control obrero de los modos operatorios por la manera de operar concebida por la empresas, lo que incrementaba notablemente la intensidad del trabajo, y de paso se conseguía la integración progresiva de los trabajadores no especializados en los puestos de los trabajadores de oficio, que eran los de mayor conciencia sindical. A fin de evitar la intrusión de los sindicatos en la gestión, las grandes empresas estaban dispuestas incluso a pagar salarios relativamente altos. El ejemplo mejor conocido fue la experiencia de Ford en su fábrica de Detroit. Ford aplicó las reglas básicas del «estudio de tiempo y movimiento» de Taylor, pero dio un salto cualitativo con la instauración de la cadena de montaje. Gracias a la cinta transportadora, los trabajadores permanecían fijos en su puesto, con lo que se eliminaban los tiempos muertos de la producción debido a desplazamientos, mientras que la dirección podía acelerar la velocidad de la producción, reduciendo al máximo la inmovilización del circulante y, por tanto, los gastos de almacenaje. La división del trabajo y la mecanización llevada hasta sus últimas consecuencias permitía además disminuir los tiempos de formación de las diversas categorías de obreros y utilizar masivamente mano de obra no cualificada, con escasa propensión a sindicarse. Sin embargo, la enorme intensidad y monotonía de las tareas generaba graves problemas de absentismo y de *turn over* (rotación de plantillas): en 1913 para una plantilla estable de 15 mil obreros había sido preciso contratar a 53 mil. Para resolver estos problemas Ford anunció un acuerdo general sobre salarios, el *Five Dollars Day*, que suponía la práctica duplicación de los salarios nominales reduciendo la jornada de nueve a ocho horas. Dicho acuerdo, respondió al intento de estabilizar el mercado de trabajo anticipándose a posibles interferencias sindicales y redujo el absentismo y el *turn over* a menos del 0,5 por 100.

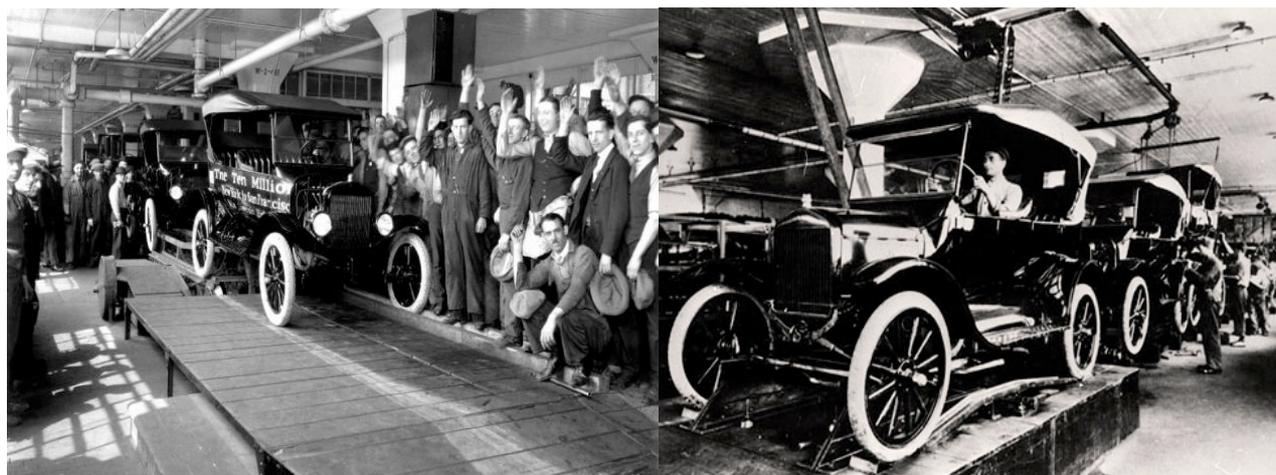
⁹ Este sistema consistía en montar complejos productos a partir de componentes individuales producidos en masa y perfectamente intercambiables (es decir, estandarizados o normalizados), y empezó a crecer gradualmente después de 1870, pasando desde la fabricación de armas, donde se inició, a la industria de automoción a principios del siglo XX. En Europa, el avance de la producción en serie se vio demorada por su incapacidad de producir artículos de alta calidad, que demandaba un segmento del mucho más cualitativo mercado del Viejo Continente y también por la resistencia de la mano de obra que era consciente de que la producción en masa haría obsoleta su cualificación. El sistema de producción en serie fue la condición básica para el desarrollo de la producción en cadena. De esta forma el empleador podía controlar la rapidez de las operaciones y reducir al mínimo el tiempo que desperdiciaban los trabajadores entre una operación y otra. El sistema de producción en cadena comenzó en los mataderos de Chicago y de ahí pasó a la industria del automóvil y la de componentes eléctricos.

Esta disposición supuso, además, un salto cualitativo en el control de la mano de obra, que se extendió fuera de la fábrica. No todos los obreros de Ford se beneficiaban de la subida salarial, quedaban excluidos los que no llevaban contratados más de 6 meses, los menores de 21 años y las mujeres; un departamento de investigación controlaría, desplazándose a los hogares y a las zonas de ocio de los obreros, en qué se gastaban el salario, estando proscrito el uso del alcohol. Finalmente, se ha visto esta subida unilateral del salario como una inversión a largo plazo en el abastecimiento de una mano de obra saludable y una nueva forma de estabilización de la demanda a través de un aumento del poder adquisitivo vía redistribución de la renta.

Ventas y precios de los automóviles Ford, 1907/08-1925

| Años | Número de automóviles | Número de veces que se multiplica la producción | Precio del modelo típico (en dólares) | Precio del modelo típico (números índices) |
|-----------|-----------------------|---|---------------------------------------|--|
| 1907-1908 | 6398 | 0 | 2800 (modelo K) | 100,0 |
| 1908-1909 | 10607 | 1,6 | 850 (modelo T) | 30,3 |
| 1909-1910 | 18664 | 2,9 | 950 (modelo T) | 33,9 |
| 1910-1911 | 34528 | 5,4 | 780 (modelo T) | 27,8 |
| 1911-1912 | 78440 | 12,2 | 690 (modelo T) | 24,6 |
| 1912-1913 | 168304 | 26,3 | 600 (modelo T) | 21,5 |
| 1913-1914 | 248307 | 38,8 | 550 (modelo T) | 19,6 |
| 1914-1915 | 221805 (10 meses) | 34,6 | 490 (modelo T) | 17,5 |
| 1915-1916 | 472350 | 73,8 | 440 (modelo T) | 15,7 |
| 1916-1917 | 730041 | 114,1 | 360 (modelo T) | 12,9 |
| 1921 | - | - | 355 (modelo T) | 12,7 |
| 1922 | - | - | 348 (modelo T) | 12,5 |
| 1924 | - | - | 265 (modelo T) | 9,5 |
| 1925 | - | - | 260 (modelo T) | 9,3 |

Fuente: NEVINS (1954)



Fuente: <http://www.tiempomotor.com/noticias/val/642-118/ford-t-el-auto-que-puso-al-mundo-sobre-ruedas.html>

http://www.google.es/imgres?imgurl=http://www.autoanuario.com.uy/noticias/2008/graficos/ford_t_montaje1925_gr.jpg&imgrefurl

Entre 1903 y 1908, Henry Ford y sus ingenieros desarrollaron hasta un total de 19 modelos de coches diferentes que designaron con una letra del alfabeto, desde el modelo A hasta el S. El modelo T fue presentado el 1 de octubre de 1908 y rápidamente obtuvo la aprobación de millones de compradores.

En 1914, gracias a la revolución que supuso la producción en serie, el T se transformó en un automóvil económico y accesible para todo el mundo; el Ford T representaba el sueño de libertad para millones de ciudadanos, acortaba las distancias entre campo y ciudad, ofreciendo una mejora sustancial en la calidad de vida. El automóvil, por su lado, era todo un compendio de sencillez, todos los elementos reducidos al mínimo imprescindible –incluso el color–, muy fácil de conducir y robusto. El modelo T fue el primer coche de fabricación en serie de precio asequible con piezas de serie intercambiables. En total se vendieron más de 15 millones de unidades hasta que el modelo T se dejó de fabricar en la primavera de 1927.

El modelo T obtuvo la aprobación de millones de propietarios, que lo apodaron cariñosamente como "Lizzie". Además de proporcionar independencia y comodidad, el Modelo T tenía un precio muy económico. El coche se vendió inicialmente a un precio de 850\$, pero las continuas mejoras en el diseño y fabricación aumentaron finalmente su precio a 260\$. En su primer año de producción llegaron a fabricarse 10.660 ejemplares, batiendo todos los récords de la industria. En el año 1921 el modelo T representaba el 56,6 por ciento del total de la producción a nivel mundial.

Henry Ford pasó de ser un granjero y calderero a ser el primer multimillonario del mundo, teniendo siempre como objetivo una única idea, a la que se mantuvo aferrado durante dos intentos fracasados de fundar una empresa. Su idea era la de

fabricar un coche asequible y fiable para el hombre de a pie. Sus esfuerzos tuvieron como resultado la concepción de este coche además del establecimiento de la producción en serie que transformó la imagen de la industria automovilística, creando un modelo a seguir por las industrias venideras. Además, contribuyó significativamente al desarrollo social al pagar salarios de cinco dólares diarios en un momento en que el trabajador medio americano ganaba menos de esa cantidad en una semana, favoreciendo así el crecimiento de la clase media en América.

Se decía del Modelo T que era tan "sencillo como un burro y útil como un par de zapatos". El modelo T incorporaba un motor de 20 CV, un motor de cuatro cilindros, alcanzaba una velocidad máxima de 45 millas por hora, recorría de 13 a 21 Km por galón de gasolina y pesaba 1.200 libras. Fue el noveno de los coches de fabricación en serie de Henry Ford. Los primeros modelos se construyeron en una fábrica situada en Piquette Avenue, en Detroit. A comienzos de 1910, los Modelos T comenzaron a construirse en la nueva planta de Highland Park (Michigan).

El comienzo de la fabricación en serie en la cadena de montaje, ideada por Henry Ford, llevó a la reducción del precio de los coches y a establecer salarios de 5 dólares al día. El coche salió al mercado al precio de 850\$. El Modelo T se vendería más tarde por tan sólo 260\$, sin extras, gracias a la reducción de costes y al consiguiente beneficio para los clientes. En 1914, Ford, junto con 13.000 trabajadores, fabricó alrededor de 300.000 coches, mientras que las 299 compañías de la competencia, con 66.350 trabajadores, fabricaron alrededor de 280.000 vehículos.

Así pues, la *corporation* aumentó la productividad del trabajo de forma notable y redujo de tal modo los costes unitarios que desplazó rápidamente a las pequeñas empresas de los sectores en los que se podían estandarizar los productos. El incentivo de las economías de escala y de diversificación fue tal que la gran empresa puso inmediatamente de manifiesto una tendencia a hacerse cada vez mayor, por medio de la integración horizontal, es decir, fusionándose con otras empresas semejantes, y vertical, adquiriendo empresas situadas en sentido ascendente y en sentido descendente de su proceso productivo, para asegurarse cada vez más de que el recorrido de su proceso de producción no fuera obstaculizado por mercados imperfectos. Si, en efecto, la empresa producía internamente sus materias primas y sus productos intermedios, podía estar segura de tener siempre la cantidad suficiente y la calidad adecuada; si, además, la empresa se integraba con otras empresas que utilizaban su producto, o incluso implantaba una red de filiales de venta directa, podía estar segura de estar eficazmente presente en los mercados de venta. De esta manera, siendo la gran empresa cada vez mayor, ya no era posible el control directo por parte del propietario, del mismo modo que ciertamente ya no bastaban los recursos financieros familiares para financiarla. Así es que se fue abriendo camino una organización «científica» del control de la empresa, por medio de una compleja jerarquía integrada por personas empleadas, o *managers*. Al frente de la misma se encuentra el administrador delegado, que tiene por debajo de él un *staff* de dirigentes subdividido funcionalmente y después toda la cadena de directores operativos.

Así pues, la propiedad de estas grandes empresas se fragmenta; sólo en unos pocos casos sigue estando presente un accionista preferente, que puede ser el fundador o un descendiente. Es así, pues, que se produce la separación entre propiedad y control. Puede que el director general de la gran empresa no posea ni siquiera una acción de la misma; lo nombra el consejo de administración, en el que toman asiento los representantes de la propiedad, pero por lo general tiene toda la libertad para tomar las decisiones que crea, con tal que la empresa vaya bien y rinda a sus accionistas. Cuando esto no es así puede ser despedido y sustituido. Si bien esto es así en general, existen importantes diferencias entre las estructuras de propiedad de las grandes empresas de diferentes países, dependiendo de las distintas formas de financiación o de una distinta cultura de dirección.

El sistema económico que se forma con estas grandes empresas es una mezcla de mercado y programación por parte de las empresas. El gigantismo de las empresas las lleva a no considerar límites de ningún tipo y a continuar aumentando su dimensión; saltan por encima de las fronteras nacionales mediante la multinacionalización; se abandona la coherencia tecnológica a través de la formación de conglomerados y muy pronto se manifiesta la tendencia al monopolio. Para evitar este último resultado, que no se considera aceptable por parte del consumidor, Estados Unidos aprobó muy pronto leyes anti-trust (la primera fue la *Sherman Act* de 1890), mientras que Europa tardó

mucho en adoptar una legislación anti-trust e incluso permitió los cárteles, y a menudo transformó en públicos los monopolios naturales.

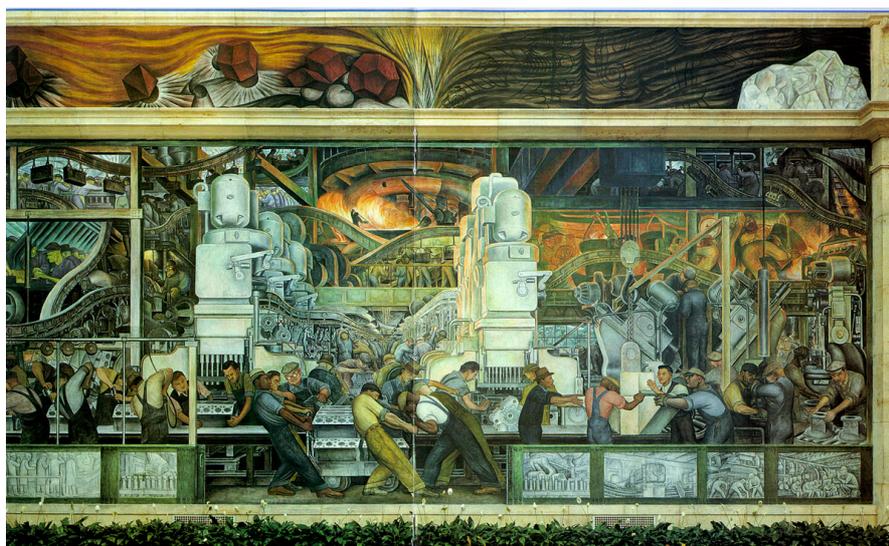
Las grandes empresas de los Estados Unidos, además de ser pioneras en las nuevas formas de organización de la producción, presentaron dos diferencias básicas con respecto a las grandes empresas europeas:

- la primera fue la preferencia por la financiación interna, resistiéndose durante mucho tiempo a recurrir a la financiación bancaria. Esto es posible gracias a los enormes márgenes brutos que podían conseguirse produciendo para un mercado más masivo que el europeo.
- la segunda fue la relación tensa o indiferente de las grandes empresas y el Estado.

En Estados Unidos el gobierno trató de paralizar, aunque en vano, los procesos de concentración empresarial y las empresas no tuvieron que acudir al Estado ni siquiera para su expansión exterior, ya que el mercado interior era tan importante que la venta al extranjero se consideró como un mero apéndice de las estrategias de estabilización interna. Las únicas empresas que acudieron al Estado en busca de ayuda para abrir mercados extranjeros fueron precisamente aquellas que no podían beneficiarse de las políticas estabilizadoras de los fabricantes de productos en serie y en cadena.

En cambio, las grandes empresas europeas y japonesas fueron mucho más dependientes que las norteamericanas de los mercados mundiales; y, además, la relación de las grandes empresas con el sistema financiero fue más estrecha, y las grandes empresas contaron siempre con la colaboración y el respaldo del Estado.

Fresco pintado por Diego Rivera para el Detroit Museum of Fine Arts.



Fuente: Detroit Industry or Man and Machine, North Wall. 1932/33.

¿Por qué se aceleró de este modo la creatividad tecnológica durante el siglo XIX largo? La creatividad tecnológica británica a lo largo del siglo XVIII, que culminó en la revolución industrial basada en el binomio carbón-vapor, tuvo en parte que ver con el hecho de que se juntaran en un mismo país una economía orgánica avanzada (con lo que ello implicaba en términos de agotamiento de recursos clave, como la tierra y la madera, pero también en términos de saber hacer empresarial y conocimientos técnicos) y abundantes reservas de carbón en su subsuelo.

A su vez, que los empresarios británicos hicieran frente al desafío de manera tan activa tuvo que ver con la presencia desde el siglo XVII de un marco institucional caracterizado por el protagonismo del mercado como mecanismo de coordinación de las decisiones económicas y, por tanto, una estructura de incentivos favorable a la asunción de riesgos empresariales y la adopción de comportamientos innovadores. Y, a partir de 1870, parece claro que las sociedades occidentales no sólo disponían de una estructura de incentivos favorable a la innovación, sino que también contaban con mecanismos para canalizar recursos hacia la acumulación de capital humano y la innovación tecnológica: así era dentro de unas familias embarcadas en la transición demográfica que veían caer la tasa de dependencia, y así era (sobre todo) en las grandes empresas industriales que lideraban la economía de los países más dinámicos (como Estados Unidos y Alemania). Así, con los incentivos proporcionados por una economía de mercado, la innovación tecnológica se erigió como palanca de la riqueza.