

Anexo 2.

A partir de 1860 se observa un nuevo avance en la evolución de la ciencia y la tecnología, no podemos negar en ningún caso que antes no lo hubo, de hecho, los progresos industriales comenzaron en Inglaterra y luego se propagaron por todo el mundo a partir del siglo XVIII, pero fue en 1860, después de la Guerra de Secesión y de la Francoalemana, cuando comienza este período caracterizado por la aplicación de la tecnología a todos los aspectos de la existencia humana, conocido como la Nueva Revolución Industrial o Segunda Revolución Industrial, que iba a caracterizarse por el gran desarrollo de las fabricaciones mecánicas y del trabajo de los metales.

Esta revolución fue precedida por tres acontecimientos de enorme trascendencia:

- El proceso Bessemer para producir acero, inventado en 1856.
- El perfeccionamiento de la dínamo, alrededor de 1874.
- Invención del motor de combustión interna en 1876.

Durante este período podemos diferenciar siete grandes etapas, que se pueden sintetizar de la siguiente forma:

- Sustitución del hierro por el acero como material básico en la industria.
- Reemplazo del vapor por la electricidad, el petróleo y sus derivados como fuentes de energía.
- Desarrollo de la maquinaria automática y del trabajo especializado.
- Creciente dominio de la industria por la ciencia.
- Cambios fundamentales en las comunicaciones y en el transporte.
- Desarrollo de nuevas formas en la organización capitalista.
- Industrialización de las grandes potencias y su expansión imperialista.

• *Descubrimiento de procedimientos nuevos para fabricar acero.*

Los métodos para fabricar el acero se conocen desde hace siglos, pero en aquellos lejanos tiempos las técnicas eran muy lentas y llenas de dificultades, por lo que el producto resultaba de un alto costo. Ya en el año 1000 los sarracenos producían en Damasco espadas de acero de buena calidad. Los europeos conocían este deseado material desde la última Edad Media, pero fue en 1856 cuando Enrique Bessemer descubrió que la introducción de una ráfaga de aire en el hierro fundido de un horno de fundición elimina casi por completo su contenido de carbono y transforma el hierro en acero. Con este descubrimiento, el costo de producción se redujo en forma considerable, de hecho, el precio del acero se redujo a menos de la séptima parte del costo anterior, pero su aplicación sólo era posible con el metal de mayor graduación. Años más adelante, en 1878, y luego de múltiples estudios, se dio con un procedimiento en que el hierro de baja calidad también se podía convertir en acero y, mezclando éste con una cierta cantidad de fosfato, se lograba el mejor acero. Este nuevo procedimiento fue realizado por dos ingleses llamados Thomas y Gilchrist. El nuevo metal sustituyó al hierro en las vías de los ferrocarriles, en la estructura de los grandes edificios y en la construcción de puentes y muchas otras obras públicas en las que se necesita un metal barato y de gran capacidad de tensión. Sus consecuencias fueron increíbles: no sólo se comenzó a explotar el hierro fosfórico de Gran Bretaña, sino que además adquirieron un valor inmenso los enormes yacimientos de Bélgica y USA. Entre 1880 y 1914 la producción de acero se elevó en Gran Bretaña de dos millones de toneladas a siete millones, en Alemania de uno a quince millones y en los Estados Unidos de un millón seiscientos mil a veintiocho millones.

• *Invención de la Dínamo.*

La técnica continuó su avance en forma espectacular, debido en gran parte al desarrollo de nuevas fuentes de energía que sustituyeron al vapor como fuente fundamental de fuerza motriz. La invención de la dínamo,

dispositivo que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, desplazó y relegó a segundo plano la máquina a vapor. La dinamo fue formulada por Miguel Faraday en 1831, pero sólo se comenzó a aplicar en 1873. A partir de esa fecha, la aplicación de la energía eléctrica al mecanismo de la industria progresó rápidamente. La máquina de vapor fue relegada poco a poco a segundo plano y utilizada de preferencia para el arranque de las dinamos. En algunas zonas escasas de carbón, éste fue reemplazado por la fuerza hidráulica. De este modo, las centrales termoeléctricas e hidroeléctricas proporcionaron energía a bajo costo a los centros urbanos e industriales. En 1879, Tomás Alva Edison desarrolló el más revolucionario de todos los inventos, la ampolla eléctrica, que rápidamente desplazó a todas las demás fuentes de luz. Las ciudades se iluminaron y la noche se convirtió en día, lo que hizo posible el trabajo nocturno. En 1929 la electricidad proporcionaba ya las dos terceras partes de la energía que requería la industria en Gran Bretaña y una proporción todavía mayor en Alemania. La A.E.G., fabricante de motores, generadores y otros accesorios eléctricos, llegó a ser la empresa industrial mayor de Europa.

• *El motor de combustión interna.*

Otro cambio revolucionario consistió en la utilización de los derivados del petróleo, que puso a disposición de la industria nuevas fuentes de energía. En un comienzo, éste era considerado como una curiosidad, de hecho, se conocía su existencia pero no su valor. Se vendía en Estados Unidos con el nombre de aceite de la India o aceite de Senece, por sus propiedades medicinales. Hasta después de haberse descubierto su valor como lubricante, la escasez limitó su uso. En 1859, Edwin Drake perforó el primer pozo cerca de Titusville, Pennsylvania, solucionando el problema del abastecimiento. Poco a poco se fueron encontrando nuevos usos para este nuevo producto, pero fue utilizado especialmente en la destilación de nafta para lámparas. Luego, en 1876, Nikolaus Otto, inventó el primer motor de combustión interna, punto de partida de la era motorizada.

Años después, Gottlieb Daimler adaptó el motor de combustión interna para el uso de gasolina en vez de gas natural, y Carlos Benz lo equipó con una chispa eléctrica para encender el combustible. Alrededor de 1890 el alemán Maybach perfeccionó el carburador, lo que contribuyó mucho a aumentar las potencialidades de la gasolina como fuerza motriz. Siguiendo con estas invenciones, Rudolf Diesel creó el motor a petróleo, es decir, aceite crudo, el cual se aplicó en las locomotoras y en el transporte marítimo y terrestre. El uso de los motores Diesel amenazó con eliminar a la máquina a vapor como fuente de energía directa hasta el último baluarte en el sistema de transportes.

• *Producción en serie.*

Todo este adelanto tecnológico provocó una serie de cambios en la industria y trajo aparejado el trabajo especializado. La maquinaria automática estimuló la producción en serie y el volumen de mercaderías industrializadas se multiplicó con el uso de la banda transportadora. Fue Enrique Ford quien copió esta idea, alrededor de 1908, a los embaladores de Chicago, que utilizaban un cable aéreo para hacer pasar las reses muertas a lo largo de una fila de carnicerías. Ford fue mejorando ese procedimiento hasta que pudo armar el chasis completo de uno de sus famosos coches modelo T en una hora y 33 minutos.

La producción en serie hizo posible que se fabricara un número indefinido de ejemplares de un mismo artículo en forma ininterrumpida, y que la producción se regulara no de acuerdo a la demanda, sino a lo que era capaz de hacer la máquina automática. A la vez la fabricación en masa exigió de los obreros un trabajo especializado, en que el individuo se dedica todo el día a una tarea simple y monótona, que lo automatiza y convierte en un servidor de la maquinaria.

Un ejemplo característico del desarrollo de la maquinaria automática fue el invento de la célula fotoeléctrica

División del trabajo en la Industria.

La Revolución en los Transportes.

• *La extensión y el mejoramiento de los ferrocarriles.*

Los años que siguieron a 1860 se caracterizaron por una actividad febril en la construcción de ferrocarriles. Antes de esa fecha apenas había más de 45 mil kilómetros de líneas férreas en todo el mundo. En 1890 ya existían 30 mil sólo en Gran Bretaña, 39 mil en Alemania y 250 mil en Estados Unidos. El hecho que explica esta situación es que el servicio de los ferrocarriles mejoró en sí, debido a la introducción del freno neumático en 1868 y la instalación de coches dormitorios, coches comedores y el sistema de señales automáticas poco tiempo después. Esta situación en la actualidad sería un poco difícil de entender ya que los citados anteriormente son elementos tan básicos y comunes, que cuesta creer que en un momento de la historia hayan causado grandes cambios y hayan sido considerados como modernos.

En los últimos años se ha dedicado mucha atención al aumento de la velocidad de los trenes y cuesta creer que los trenes que en un momento dado no eran capaces de avanzar a más de 20 km/hr. lo hagan ahora con velocidades vertiginosas.

Los trenes modernos con motores Diesel y líneas aerodinámicas recorren distancias de centenares de kilómetros a una velocidad media bastante alta. Sin embargo, desde 1918 los ferrocarriles sufren gravemente la competencia de sistemas de transporte más nuevos. Como ejemplo, diremos que el número de pasajeros transportados por los ferrocarriles norteamericanos disminuyó de mil doscientos millones en 1920 a cuatrocientos treinta y cuatro millones en 1933. Durante el mismo período el volumen de carga descendió de dos mil cuatrocientos millones de toneladas a mil trescientos millones.

• *El automóvil.*

Junto a sus variedades, es decir, el camión y el ómnibus, es obviamente el competidor más importante de los ferrocarriles. Respecto a su origen, es muy difícil atribuir el mérito de su invención a una persona determinada, pues son varias las que han pretendido otorgarse aquel título, de hecho, tenemos a Dailier y a Benz con sus vehículos movidos por gasolina en Alemania ya en la década de 1880, pero se trataba de poco más que triciclos motorizados. Al parecer, el primero que aplicó el principio de un motor de combustión interna fue el francés Levassor, quien en 1887 proyectó un vehículo con el motor en la parte delantera y en la que la fuerza motriz se transmitía a las ruedas traseras por medio de un embrague, un eje, un reductor de velocidades y un diferencial. Según las pruebas de que se dispone, ese fue el primer automóvil auténtico de la historia, si bien nos queda claro que para asegurar la aceptación general del automóvil como medio de transporte cómodo y eficiente, aún faltaban muchos otros inventos en relación a éste. Dentro de estos inventos, encontramos la llanta mecánica, perfeccionada por J.B. Dunlop en 1888 y el arranque eléctrico inventado por Carlos Kettering alrededor de 1910. Ahora bien, debemos señalar que si Enrique Ford no se hubiera decidido a fabricar un coche asequible para las personas de situación modesta, el automóvil habría seguido siendo indefinidamente el juguete para los ricos que era en ese momento. En 1908 Ford comenzó a fabricar su modelo T, partiendo de la teoría de que podía ganar algo más vendiendo gran cantidad de coches baratos con pequeño margen de beneficio que produciendo un automóvil costoso para la minoría rica. Otras compañías siguieron su ejemplo y como resultado de ello, en 1928 la industria automovilística se había convertido ya en la más importante de los Estados Unidos.

• *Progresos en la Aviación.*

Otro elemento que contribuyó a socavar la prosperidad de los ferrocarriles, fue el desarrollo de la aviación. Lo mismo que en el caso del automóvil, no se puede atribuir la invención del aeroplano a ninguna persona determinada. La idea de que el hombre podría volar alguna vez, es muy antigua en verdad. De hecho, no sólo la sugirió Rogelio Bacon en el siglo XIII, sino que tomó cuerpo realmente en algunos proyectos concretos concebidos por la fértil inteligencia de Leonardo de Vinci. Sin embargo, el nacimiento de la aviación como una posibilidad mecánica data en realidad de la década de 1890. En esa época fue cuando Otto Lilienthal, Samuel P. Langley y otros iniciaron sus experimentos con máquinas más pesadas que el aire. La obra de

Langley fue continuada por los hermanos Wright, quienes en 1903 realizaron el primer vuelo afortunado en un avión impulsado por un motor. A partir de ese momento, el progreso fue rápido. En 1908 los hermanos Wright hicieron un vuelo de casi cien millas. Al año siguiente, Louis Bleriot cruzó el famoso Canal de la Mancha en el monoplano que había inventado hace poco tiempo atrás. En 1911, otro francés, llamado Prier, hizo un vuelo sin escalas de París a Londres. Durante la primera guerra mundial, cada una de las naciones beligerantes realizó grandes esfuerzos para utilizar las posibilidades del aeroplano como arma de muerte. Los resultados fueron numerosas mejoras en el diseño y la eficacia de los aparatos. No obstante no debemos olvidar que aunque no hubiera estallado la guerra, el progreso habría sido rápido de todas formas, pues una vez que un invento se pone en práctica con buen éxito, las mejoras se suceden en una especie de progresión geométrica(21). De todos modos, en 1919 eran ya tan evidentes las posibilidades de viajar en aeroplano que se estableció un servicio regular entre Londres y París. En la actualidad, casi todas las ciudades importantes del mundo están unidas por líneas aéreas de pasajeros, correspondencia y mercaderías. Las compañías que realizan servicios regulares en Estados Unidos transportaron en 1939 más de un millón quinientos mil pasajeros. Es indudable que el avión ofrece enormes perspectivas para el futuro, aunque el empleo horrible a que lo han dedicado recientemente los países que han padecido la tragedia de la guerra, hace pensar si su invento no ha sido una maldición más que una bendición para la humanidad.

(21) La Revolución Industrial, página 656.

• *Nuevos Inventos.*

La era de la electricidad y de la combustión interna acortaron tanto el tiempo como la distancia en la propagación de noticias y en el contacto con apartados lugares. A Graham Bell se le atribuye la invención del teléfono, aunque sólo unas horas después que Bell se presentara en Washington para patentarlo a su nombre, llegó a la misma oficina y con el mismo propósito Elisa Cray. Probablemente la señora Cray perdió esas preciosas horas en acicalarse para tan magno evento, y esto le valió el perder la paternidad de este aparato que hoy es indispensable para la comunicación. La telegrafía sin hilos fue otro de los inventos que marcó una época en esta Segunda Revolución Industrial. Guillermo Marconi desarrolló este invento a partir de los experimentos de Heinrich Hertz y de otros, relacionados con la transmisión de ondas electromagnéticas a través del aire. El telégrafo, a su vez, allanó el camino de la radiotelefonía y de la televisión. Esta última fue inventada por John Logie Baird en 1926.

• *El Capitalismo Financiero.*

Junto con el desarrollo de una serie de inventos, en el último tercio del siglo XIX surge un nuevo período, catalogado como capitalismo financiero. Este tuvo sus comienzos en los Estados Unidos y luego se extendió a Inglaterra, Francia y Alemania.

Las grandes empresas industriales y comerciales representan la etapa financiera de la evolución del capitalismo contemporáneo, cuyos rasgos más característicos son: el control de la industria por las inversiones bancarias, la formación de inmensos capitales y la separación entre la propiedad y la administración, a través de las sociedades por acciones.

El capitalismo se adaptó, así, a las nuevas condiciones que aparecían a medida que el progreso tecnológico avanzaba a un ritmo cada vez mayor.

Se apreciaron cambios en la agricultura, con el uso de los abonos y el empleo de la maquinaria para el cultivo de la tierra. Por sus elevados costos, estos obligaron a los agricultores a recurrir al crédito bancario. Los propietarios medianos y pequeños debieron formar cooperativas para poder comprar los elementos necesarios para el cultivo y para vender los productos de la tierra. El comercio también aprovechó los cambios en los

medios de transporte, los que distribuían en gran escala la producción industrial y agrícola. Se formaron los grandes almacenes, que ofrecían al público una enorme variedad de mercaderías. La propaganda se encargó de fomentar el consumo masivo de los diferentes productos.

Las relaciones comerciales se extendieron por todos los países y continentes, y el mundo se convirtió en un gran mercado. Los países europeos abolieron las aduanas proteccionistas y se estableció el libre comercio, el que se practicó durante 20 años hasta que, a fines del siglo XIX, una crisis económica provocada por la baja del precio del trigo, obligó a los países continentales europeos a restablecer el proteccionismo aduanero. Sólo Gran Bretaña se mantuvo ajena a esta medida y fiel a su tradición librecambista.

• *El dominio creciente de la Industria por la Ciencia.*

La invención de intrincadas maquinarias no sólo trajo cambios en los métodos de producción, sino que hizo que los sabios y laboratorios de las grandes universidades prestaran su colaboración a la industria. Los más importantes descubrimientos salieron de los centros científicos y se pusieron a disposición de la industria. En 1856 William Henry Perkin fabricó la primera anilina o tinte de alquitrán de hulla, que marcó el comienzo de la era de la química sintética. De esta tinte se derivan la aspirina, la sacarina y el ácido fénico. Con el correr de los años se idearon nuevos procedimientos para obtener papel de la pulpa de madera, y para producir seda artificial con las fibras de la madera.

Son miles, actualmente, los productos químicos que se fabrican en grandes cantidades en las diversas industrias y que han hecho posible un mejor nivel de vida para todos los usuarios.

Viéndolo desde otro punto de vista, el desarrollo de la industria logró una baja en los costos de los productos manufacturados.

Aunque su calidad no es equivalente a la de los artículos hechos a mano, porque se hacen con materiales de inferior calidad, se ha logrado una distribución masiva y que tengan acceso a ellos sectores que antes se veían imposibilitados de adquirirlos pues estos artículos ya citados anteriormente llegaban sólo a una determinada élite.

Conclusión Anexo 2.

Paralelamente a la segunda revolución industrial, se ha producido una revolución mental que ha sido a la vez condición y consecuencia de la primera. Tenemos claro que las necesidades del hombre son susceptibles de incesante renovación y extensión, es decir, el hombre siempre necesita estar desarrollando nuevas técnicas para mejorar su calidad de vida, y esto lo hemos comprobado a lo largo de toda la historia de la humanidad, pero especialmente en este interesante trabajo donde hemos estudiado aquel período de la historia que hizo depender el equilibrio económico de una extensión continua de las necesidades de consumo cada vez más variadas y que hizo surgir una nueva concepción de la vida, más material que espiritual y que busca la persecución del bienestar y el goce del mayor número de bienes posibles.

En este trabajo nos concentramos en lo que fue el desarrollo del transporte durante la Revolución, ya que sabidamente ha sido dicho que lo más importante de la Segunda Revolución Industrial fue, sin duda alguna, el vuelco que experimentaron los transportes y el cómo las diferentes etapas de dicha revolución van afectando una por una al desarrollo de nuestro objeto de estudio. ¿De qué forma?. Pues bien, analicemos lo siguiente: el descubrimiento de nuevos procedimientos para fabricar acero significó, entre otras cosas, la sustitución del hierro por acero en las vías férreas; la invención de la Dinamo significó la sustitución del vapor por energía eléctrica, lo cual fue utilizado para mejorar el funcionamiento de los ferrocarriles, lo cual incrementó el uso de los ferrocarriles ya que la cantidad de líneas férreas en el mundo aumentó notablemente y la velocidad de éstos también. El desarrollo de la maquinaria automática y la producción en serie fue aprovechada por Ford ya que al mejorar los procedimientos hasta que pudo armar el chasis completo de uno de sus famosos coches y

gracias al trabajo especializado desarrollado, la producción de coches, por ejemplo, aumentó de una unidad producida en una determinada cantidad de tiempo, a 10 unidades en la misma cantidad de tiempo con trabajadores especializándose en uno de los pasos de producción de dicho auto. El motor de combustión interna dio inicio a la era motorizada, y fue aprovechado en un comienzo por personajes como Daimler, Benz, Maybach y Diesel para desarrollar mejoras en los medios de transporte, como lo fue el uso de gasolina, el perfeccionamiento del carburador, el motor a petróleo aplicado en las locomotoras y en el transporte marítimo y terrestre, entre otros. Por otro lado, al estar la ciencia al servicio de la industria, el desarrollo de ésta logró una baja en los costos de los productos manufacturados y por ende, de la fabricación de los medios de transporte, lo que dio paso a que los sectores de la sociedad que antes no tenían acceso a dicho bienes, ahora lo tuvieran, claro ejemplo de ello es la situación que se dio en el desarrollo del automóvil cuando Ford se decidió a fabricar un coche asequible para las personas de situación modesta, con lo que los automóviles dejaron de ser un juguete para ricos. En lo que respecta a la relación entre el capitalismo financiero desarrollado en la época y el auge de los transportes, diré que el capitalismo se adaptó a las nuevas condiciones que aparecían a medida que el progreso tecnológico avanzaba aun ritmo cada vez mayor, se apreciaron cambios en la agricultura y el comercio también aprovechó los cambios en los medios de transporte , los que debido a ésto distribuían en gran escala la producción industrial y agrícola.

Después de todas las relaciones dadas, sería muy difícil refutar que uno de los aspectos más relevante de esta segunda revolución fue el auge que se produjo en los medios de transporte, ya que tal como analizamos anteriormente, todas las etapas y acontecimientos de la revolución tienen relación directa con los transportes y su desarrollo, y esto constituye la base de la nueva era que se comenzó a desarrollar en ese momento y que ha alcanzado hasta nuestros días, cada vez con mayores adelantos tecnológicos y ventajas, y de la misma manera esta revolución se proyecta en el futuro ya que tal como lo hemos visto en este curso de Ciencia y Civilización, el desarrollo en la ciencia nunca cesa y siempre progresa.



