

## CAPÍTULO III

### LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

#### 1. AVANCES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

Hacia el último cuarto del siglo XIX el capitalismo de los países centrales y luego sus periferias mundiales, van entrando en una Segunda Revolución Industrial y Científico-Tecnológica. Es dificultoso precisar exactamente en el tiempo (y en el espacio) sus comienzos y los perfiles que va adquiriendo. Se trata de una Segunda Revolución, más veloz, totalizadora e impactante que la primera, en sí misma y en sus múltiples repercusiones (sectoriales, nacionales, regionales y mundiales). Se presenta como un decisivo punto de viraje, a partir del cual los problemas de hoy toman un perfil inconfundible, y da comienzo la Historia estrictamente contemporánea.<sup>1</sup>

El ciclo de las Revoluciones Industriales es a la vez causa y componente, resultado y testimonio, de una creciente aceleración histórica. Desde la Revolución Neolítica se necesitó alrededor de 10 000 años para dar un paso adelante de magnitud comparable: la Revolución Industrial.

Gracias a este progreso, el hombre necesitó menos de 200 años, es decir el tiempo de un salto, para llegar a la energía atómica y a la automatización; y en este espacio de tiempo, el ritmo del cambio se aceleró en todos los

1 Sobre la Segunda Revolución Industrial y Científica, ver: Georges Friedmann, *La crisis del progreso*, Barcelona, Editorial Laia, 1977; S. Landes, *L'Europe technicienne. Révolution technique et libre essor industriel en Europe Occidentale de 1750 à nos jours*, Paris, Éditions Gallimard, 1975; Maurice Daumas, *Les grandes étapes du progrès technique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1981; Maurice Daumas et coll., *Histoire générale des techniques*, 5 vols., Paris, Presses Universitaires de France; Bertrand Gille et coll., "Histoire des techniques", *Encyclopédie de la Pléiade*, Paris, Gallimard, 1978; Charles Singer et al., *A History of Technology*, 6 vols., [Oxford, Clarendon Press, 1954 a 1978; artículo "Science", *The New Columbia Encyclopedia*, edited by William H. Harris and Judith S. Levey, New York and London, Columbia University Press, 1975.

dominios: basta comparar los siglos de desarrollo de la máquina a vapor con las décadas de los motores de combustión interna, los turborreactores y los cohetes. Lo que cuenta [...] es que el hombre puede ahora dar órdenes a un progreso científico técnico del mismo modo que compra una mercancía [...]<sup>2</sup>

La Segunda Revolución tiene características especiales, diferenciadoras de la Primera, respecto a la cual es a la vez continuidad y salto cuantitativo-cualitativo. En ello destacan su carácter más científico, la menor dependencia del empirismo, la creciente primacía de lo científico sobre lo técnico. Ciencia y técnica progresan rápidamente, sufren profundas transformaciones internas; aumentan sus interrelaciones e influencias mutuas y las que ejercen sobre los procesos productivos y distributivos de bienes y servicios, las industrias, la agricultura, el transporte y las comunicaciones, los niveles y patrones de consumo, las condiciones y posibilidades de la vida cotidiana; sobre las estructuras económicas y sociales, la cultura y las ideologías, el poder, la política, el Estado, las relaciones internacionales. Todo ello con resultados sin precedentes en cantidad y calidad, en velocidad y ámbitos de influencia, y cada vez más a escala planetaria.

La Segunda Revolución se va preparando en los países capitalistas avanzados —ante todo en Gran Bretaña, Francia, Alemania, Estados Unidos— durante todo el siglo XIX. Va emergiendo y perfilándose cada vez más en el último cuarto, y hacia y desde 1900 se exhibe en pleno desarrollo hasta la Segunda Guerra Mundial, momento en que puede ubicarse su gradual transformación en la Tercera Revolución Industrial y Científica. A ello contribuyen los descubrimientos de las ciencias físico-naturales y sus nuevas aplicaciones técnicas; los notables incrementos de la productividad; las luchas por los mercados nacionales y mundiales; las competencias entre grandes empresas y Estados de potencias e imperios, a escala mundial.

En cuanto a la diferenciación entre la Primera y la Segunda Revolución, imperfecta pero real, ésta

fue mucho más profundamente científica, mucho menos dependiente de las “invenciones” de “hombres prácticos” con poco si algún adiestramiento científico. Estuvo preocupada no tanto en mejorar y aumentar los productos existentes como en introducir otros nuevos. Fue mucho más rápida en su impacto, mucho más prodigiosa en sus resultados, mucho

2 Landes, *L'Europe technicienne...*, cit., p. 731.

más revolucionaria en sus efectos sobre las vidas y visiones. Y finalmente, [...] la era del carbón y el hierro fue sucedida, después de 1870, por la era del acero y la electricidad, del petróleo y los químicos.

[...] el principal factor diferenciador, que separa la nueva era de la vieja, fue el impacto del avance científico y tecnológico sobre la sociedad, tanto nacional como internacional. Aun en el nivel más bajo de la vida práctica cotidiana, es seguramente significativo que tantos de los objetos comunes que consideramos concomitantes normales de la existencia civilizada de hoy —el motor de combustión interna, el teléfono, el micrófono, el gramófono, la telegrafía sin hilos, la lámpara eléctrica, el transporte público mecanizado, las llantas neumáticas, la bicicleta, la máquina de escribir, los impresos baratos de circulación masiva, la primera de las fibras sintéticas, la seda artificial, y el primero de los plásticos sintéticos, la bakelita— todos hicieron su aparición en este periodo, y muchos de ellos en los 15 años entre 1867 y 1881; [...] la posibilidad de adaptar el motor de combustión interna movido a petróleo al aeroplano fue demostrada exitosamente por los hermanos Wright en 1903 [...]. Fue hacia 1900 que la industrialización comenzó a ejercer su influencia en las condiciones de vida de las masas en Occidente [...].

La razón básica por la diferencia entre una y otra Revolución es que:

pocas de las invenciones prácticas arriba enumeradas fueron consecuencia de un desarrollo regular pieza por pieza o de una mejora de los procesos existentes; la abrumadora mayoría resultó de nuevos materiales, nuevas fuentes de energía y, sobre todo, de la aplicación del conocimiento científico a la industria [...]<sup>3</sup>

La Segunda Revolución se define y justifica como tal sólo en la visión retrospectiva. Para los contemporáneos, las principales innovaciones comienzan por ser, y siguen siendo por décadas, proyecciones y mejoras de las creaciones y avances de la Primera Revolución, al principio con el mantenimiento y predominio de las mismas fuentes de energía (carbón, máquina a vapor, respecto al petróleo y la electricidad), materiales (hierro, acero).

Por el momento, la Segunda Revolución refuerza más que reemplaza a la Primera. Los avances revolucionarios de la tecnología ya nacen o se incuban en la década de 1870, y a fines del siglo XIX y principios del XX empiezan a jugar un papel principal, especialmente en ciertas economías e industrias dinámicas. Tales son los casos de los diferentes

<sup>3</sup> Geoffrey Barraclough, *An Introduction to Contemporary History*, Penguin Books, 1967, pp. 45 y 46.

tipos de turbinas y máquinas con motores de combustión interna; las industrias basadas en la química y en la electricidad; el teléfono; el gramófono; la lámpara eléctrica incandescente; la cinematografía; la radiotelegrafía; el automóvil; la aeronáutica. Los progresos más visibles se dan en la capacidad para la producción material y para la comunicación rápida y masiva en el mundo desarrollado.

La Segunda Revolución retoma y refuerza, con las tendencias y contribuciones ya presentes en la Primera, las evidencias de una interdependencia en los progresos de las investigaciones científicas fundamentales, las innovaciones técnicas, las condiciones económicas y financieras de explotación de las primeras, la adaptación de trabajadores y empresas a los cambios y nuevas posibilidades y exigencias, las necesidades a satisfacer, tal como se expresan en el mercado. El progreso técnico, cada vez más importante, no deja de ser, sin embargo, por una parte, uno de los elementos de los procesos de fabricación y venta y, más aún, de una mutación global; y por la otra, un factor y componente crecientemente sometido a la prioridad y primacía de la ciencia y sus avances.

Con la Segunda Revolución, las interacciones entre la técnica y la ciencia, y de ambas con las principales instancias de las sociedades desarrolladas, aumentan en número y en intensidad, en complejidad y dinamismo. El *continuo* ciencia pura-ciencia aplicada-tecnologías (ciencias de las técnicas)-técnicas, en que los diversos términos se entrelazan, se traslapan, interactúan de modo multívoco, tiende cada vez más a constituirse y a funcionar como sistema, a su vez subsistema dentro de la sociedad global.

### A. Avances científicos

Durante la Primera Revolución, la ciencia clásica experimenta un extraordinario crecimiento. Ello va de la mano con la creencia optimista de que la mayoría de los principales descubrimientos científicos han sido hechos, sólo queda por contribuir pequeños detalles y llenar huecos subsistentes. El optimismo prevaleciente incluye la fe en la verdad absoluta del conocimiento científico.

El optimismo es a la vez resultado y causa del cambio de la posición y la imagen de las ciencias físico-naturales en las últimas décadas.

Ya hacia 1870 las ciencias naturales parecían bien encaminadas hacia la consolidación de un estatus dominante y unificador del tipo gozado por la teología en la Alta Edad Media y en menor grado por otras formas

de filosofía a principios del siglo XVIII. La contribución tangible de la ciencia secular a los avances sociales y materiales fue reforzando a la vez su respetabilidad intelectual y sus bases institucionales [...] Hacia las décadas finales del siglo XIX [...] las universidades europeas llegan a ver a las ciencias naturales como importantes empresas académicas por propio derecho [...] La ciencia se afirmaba ahora como principal fuerza intelectual y social, y en ese periodo en conjunto un número creciente de los más agudos intelectos fueron atraídos por sus problemas. Con ello llegó también el dinero, especialmente para apoyar tales centros de excelencia como el Laboratorio Cavendish de Cambridge y el Instituto Kaiser Wilhelm para el Avance de la Ciencia. Industria y gobierno comenzaban a tener un interés muy activo especialmente en la ciencia física y el laboratorio [...] estaba en camino de rivalizar con la biblioteca humanística como foco de alta actividad educacional.<sup>4</sup>

La ciencia en general, sus principales ramas y problemas, sus desafíos, atraen a números crecientes, verdaderos ejércitos, de científicos y técnicos, con un alto nivel de especialización y profesionalización. Empresas, Estados, jefaturas militares, organizaciones sociales y culturales, fuerzas políticas, toman conciencia de la importancia que la investigación científica tiene para la innovación tecnológica, la productividad industrial, la competitividad comercial, la potencia militar, y la conveniencia y necesidad consiguientes de ayudar a su desarrollo. En el desplazamiento que se a dando de polos y ejes de desarrollo científico, desde Gran Bretaña a Francia y, sobre todo, a nuevas potencias emergentes, empresas poderosas, universidades y organismos estatales, se dotan de laboratorios en los que logran notables éxitos. Lo mismo ocurre en Estados Unidos con grandes empresas en disponibilidad de grandes recursos, nuevas fundaciones y universidades.

De la ciencia se espera, además, una madurez manifestada en “un patrón unitario que emergería inevitablemente de sus hallazgos efectivos”, y que respondería

a dos necesidades activamente experimentadas. La primera era la de mantener alguna concepción de unidad dentro de las ciencias mismas, que en su rápido progreso pudieran tender de otro modo a establecer brechas insuperables entre, digamos, lo físico y lo biológico o entre la observación y la experimentación. La segunda necesidad, igualmente demostrable desde los ángulos del pensamiento científico y del social

4 Michael D. Biddis, *The Age of the Masses. Ideas and Society in Europe since 1870*, volumen VI. *The Pelican History of European Thought*, Penguin Books, 1977, p. 47.

era la de una orientación y una estabilidad intelectuales dentro del más amplio contexto de una sociedad de volatilidad sin precedentes [...]<sup>5</sup>

El optimismo inspirador es fuertemente sacudido desde fines del siglo XIX y principios del XX, por descubrimientos revolucionarios, muchos de ellos consagrados mundialmente por Premios Nobel, en la física, la biología, las matemáticas, la astronomía, la geología.<sup>6</sup>

La física newtoniana penetra todo el campo de la disciplina; está firmemente establecida en Inglaterra desde fines del siglo XVIII; se va difundiendo e imponiendo gradualmente en la Europa continental; desarrolla otras ramas, con el estudio de la electricidad y el magnetismo, la teoría de la radiación electromagnética de J. C. Maxwell y otros descubrimientos en la segunda mitad del siglo XIX, que dan las bases para los avances tecnológicos en comunicaciones y otros campos de uso de la energía eléctrica.

En el siglo XIX el *newtonianismo* se había desarrollado de tal manera que su imagen del universo era una de cuerpos materiales que existen en dimensiones espaciales y temporales separadas del tipo familiar a la experiencia cotidiana. Las unidades básicas de la materia eran vistas usualmente como átomos tipo bolas de billar de pesos fijos, capaces de ser agrupadas de muchos modos diferentes. La explicación de sus movimientos se estructuró en términos de una dinámica mecanicista. Ello describía las fuerzas que operaban entre trozos de materia, y en toda su elegancia matemática transmitía las armonías, regularidades y constancias innatas dentro de la realidad externa que la ciencia debe retratar. La existencia objetiva de tal orden lógico fue célebremente ejemplificada en la fuerza de gravitación que se pensaba había sido revelada por Newton como difundándose de cada trozo de materia a través de todo el espacio. Bajo la égida de esta fuerza los movimientos de todos los cuerpos celestes habían sido integrados en una estructura casi totalmente coherente [...] Las cualidades de universalidad fueron realizadas también por otros desarrollos del siglo XIX que integraban una variedad de fenómenos físicos bajo leyes unitarias.

Entre ellos destacan: el avance en los estudios de los pesos atómicos, que integran la teoría newtoniana de movimiento y masa con las ideas de Lavoisier sobre los elementos químicos; la tabla periódica de elementos de Dmitri Mendeleyev (1869); los avances en la termodinámica.

5 Biddiss, *The Age of the Masses...*, cit., p. 48.

6 Biddiss, *ibid.*, caps. 2 y 8.

La teoría clásica del calor y la termodinámica es desarrollada por Sadi Carnot, J. P. Joule, William Thompson (Lord Kelvin), Rudolf Clausius, Helmholtz y otros. Sus contribuciones demuestran la relación entre el calor y las otras formas de energía, y formulan la ley de la conservación de la energía. La Primera Ley de la Termodinámica postula que el sonido, la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo, el movimiento de la materia mismo, son medibles todos en términos de energía, cuya cantidad es constante en el universo como un todo. La Segunda Ley, que abarca los conceptos de entropía y “muerte del calor”, sostiene que, en una fecha muy distante, la energía dejará de ser disponible para nuevos usos. Sus fuentes se mueven constantemente hacia un estado de equilibrio agotado y tibio; los átomos tienden a un estado cada vez más desordenado (L. Boltzmann). Maxwell, Ludwig Boltzmann y otros desarrollan la mecánica estadística, que trata la materia como un gran agregado de muchas partículas y aplica métodos estadísticos a la predicción de sus comportamientos.

El trabajo de James Clerk Maxwell, tanto teórico (*Electricity and Magnetism*, 1873) como empírico, en el Laboratorio Cavendish, fundado en 1879, da sustento matemático riguroso a una estructura de síntesis en la cual el electromagnetismo puede interrelacionarse estrechamente con los patrones corrientes de la mecánica y la termodinámica. A partir de estos y otros avances en relación a la electricidad se darán algunos de los mayores avances teóricos y prácticos del inmediato futuro.

Con sus propios logros, la física comienza a encontrar anomalías y brechas que requieren atención, interrogaciones y esfuerzos de superación por parte de los talentos combinados de los experimentadores, los teóricos y los filósofos de la ciencia y epistemólogos.

La física es sacudida en sus fundamentos y en su propio centro, a principios del siglo XX, por una revolución. La presunción de indestructibilidad del átomo es puesta en tela de juicio por los descubrimientos de los rayos X por Konrad Röntgen (1895), de la radiactividad (1896), del electrón (1897). Estos descubrimientos, inexplicables por las teorías clásicas, desencadenan trabajos experimentales y teóricos que transforman el discurso científico sobre materia y energía. El descubrimiento del núcleo atómico (1911) y de numerosas partículas subatómicas, además del electrón, abre un ancho campo a la nueva física. La naturaleza de la desintegración del átomo se vuelve tema central. Se descubre que los átomos cambian, no sólo por decadencia radioactiva, sino por fisión y fusión nucleares, con la liberación de grandes cantidades de energía.



La explicación de la estructura atómica requiere el abandono de las viejas nociones de naturaleza, tiempo, espacio, materia y energía, en favor de la teoría de los *quanta* y de la teoría de la relatividad, la primera desarrollada por varios científicos en las tres primeras décadas del siglo XX, la segunda por Albert Einstein.

La *mecánica cuántica* se vuelve la rama de la física que trata sobre la materia y la energía a un nivel atómico y subatómico. Formulada por primera vez en 1900 por Max Planck, la teoría de los *quanta* desafía el supuesto fundamental de la física clásica, que la continuidad debe reinar en todas las relaciones causales de la naturaleza, y que la energía debe fluir continuamente en cantidades infinitesimales. Sostiene que la energía, por ejemplo la luz, no viaja en una onda continua, como se había creído hasta entonces, sino que está formada por elementos infinitamente pequeños (*quanta*) que pulsan en rápida sucesión. Albert Einstein (1905), Niels Bohr (1913) y, todos en los años 1920, Max Born, Werner Heisenberg, Paul Dirac, Pascal Jordan, Erwin Schrodinger y Louis de Broglie, hacen importantes contribuciones en el campo de la mecánica cuántica. Heisenberg introduce el principio de la indeterminación como ley fundamental.

En cuatro importantes textos científicos publicados en 1905, Albert Einstein introduce la teoría de los *quanta* a la física para explicar la naturaleza de la radiación electromagnética. En uno de ellos formula su revolucionaria teoría especial de la relatividad, mostrando que el espacio y el tiempo, antes pensados como absolutos, son en realidad relativos al observador; la única constante es la velocidad de la luz. La teoría de la relatividad sostiene además que la materia se comporta diferentemente al irse aproximando a la velocidad de la luz, y que la física newtoniana clásica no se aplica a estas velocidades. Einstein concluye que la materia es en realidad energía concentrada, una muy importante consecuencia de la relatividad, descubrimiento que lleva directamente al desarrollo de la bomba atómica casi cuatro décadas más tarde.

En uno de los textos de 1905, “La electrodinámica de los cuerpos móviles”, parte de lo que pronto será conocido como teoría especial de la relatividad, Einstein sostiene entre otros postulados, la idea de la relatividad e interdependencia de tiempo y espacio, cada uno parte de una realidad única sólo concebible como un continuo de cuarta dimensión. Además, la luz tiene una velocidad constante, cualquiera sea el movimiento de fuente u observador. La relatividad de tiempo y espacio se refleja en la de masa y energía. Al acelerarse las partículas, su masa y su energía deben aumentar. Dado que la aceleración se vuelve así cada vez más difícil de sustentar, es imposible que los cuerpos mate-



riales excedan la velocidad de la luz misma. Más aún, porque el aumento en la masa deriva de un movimiento que es en sí mismo una forma de energía cinética, masa y energía pueden ser vistas como mutuamente convertibles y distinguibles sólo a través de sus diferentes modos de expresar un proceso único. La fórmula  $E=mc^2$  (cada partícula de materia contiene energía equivalente a su masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz) es expresión teórica clave de las vastas energías contenidas en el átomo.

En 1907, Einstein desarrolla más sus ideas sobre gravedad e inercia, y postula que la luz que se mueve a través de un campo gravitacional es curva, teoría más tarde confirmada por la observación de un eclipse.

Hacia 1913, Einstein avanza hacia una más general teoría de la relatividad, y una fundamental reconsideración de la mecánica celeste newtoniana. Cualquier movimiento celeste es explicable, no por una fuerza gravitacional oculta que opera a la distancia, sino como expresión del espacio-tiempo en puntos sucesivos, incluso las distorsiones por el paso a través de los campos electromagnéticos que rodean a los grandes cuerpos. El rechazo einsteniano apunta a la mecánica newtoniana y a la aplicabilidad universal de la geometría euclidiana.

En una generación la nueva física revoluciona toda una concepción del mundo. Los conceptos de relatividad, discontinuidad, indeterminación, replantean la búsqueda de certidumbre científica, desaffan viejas creencias y conceptos absolutos. Ello incluye la operación de leyes científicas en todos los niveles entre el microcosmos y el macrocosmos; la continuidad en todos los procesos naturales; los modelos predictivos totales por extrapolación de elementos y tendencias de los sistemas. Con el reconocimiento de la supremacía del azar y de la probabilidad estadística se establece la limitada aplicabilidad del principio clásico de causalidad por el cual la naturaleza procede de la causa al efecto a través de una cadena estricta de acontecimientos cada uno de los cuales determina lo que sigue. En 1916, Einstein refina aún más su teoría en el texto *El fundamento de la teoría general de la relatividad*, que afirma la curvatura del espacio.<sup>7</sup>

Ambas teorías, de los quanta y de la relatividad, especialmente la primera, revoluciona la física, la química y otros campos del conocimiento.

La *química* ha comenzado ya en el siglo XVIII a volverse crecientemente cuantitativa y experimental, con Joseph Priestley y otros quí-

7 Biddiss, *ibid.*, cap. 2.

micos ingleses, y el francés A. L. Lavoisier. A principios del XIX, John Dalton propone la versión moderna de la teoría atómica, y Dmitri Mendeleev, en su tabla periódica, muestra cómo los elementos químicos descritos por la teoría atómica pueden ordenarse de una manera sistemática. A mediados del XIX, R. W. Bunsen y G. R. Kirchhoff desarrollan la espectroscopia como herramienta para el análisis químico. La síntesis de la urea por Friedrich Wohler establece que las sustancias orgánicas están compuestas de los mismos tipos de átomos que las sustancias inorgánicas, abriendo así una nueva era en el estudio de la química orgánica.

Las teorías de la nueva física del siglo XX, sobre todo la mecánica cuántica, revolucionan no sólo la propia disciplina sino también la química y otros campos. El conocimiento de la estructura de la materia capacita a los químicos para sintetizar una amplia variedad de sustancias, especialmente sustancias orgánicas complejas con papeles importantes en los procesos de la vida o con aplicaciones tecnológicas. Los isótopos radiactivos han sido usados como rastreadores en complicadas reacciones químicas y bioquímicas, y han tenido aplicación en el fechado geológico. Químicos y físicos han cooperado para crear nuevos elementos químicos, extendiendo la tabla periódica más allá de los elementos de ocurrencia natural.

En *matemáticas* se va dando, desde comienzos del siglo, XIX un movimiento hacia el enfoque abstracto, axiomático. El mismo se expresa o resulta en el descubrimientos de dos tipos diferentes de geometrías no euclidianas y de varias álgebras abstractas, algunas de ellas no conmutativas. Se da también la tendencias, por una parte, a consolidar y unificar en pocos conceptos generales: grupo, conjunto, transformación; y por la otra una gran investigación sobre los fundamentos de las matemáticas, un examen de la naturaleza de los conceptos, y de los sistemas lógicos que subyacen a las matemáticas.

En *astronomía*, el progreso se ha ido intensificando y acelerando ya a fines del siglo XVIII, ante todo en el plano teórico, con las contribuciones a la mecánica celeste de P. S. Laplace y otros, y en la observación con el trabajo de muchos científicos. William Herschel construye telescopios y descubre el planeta Urano (1781). Su hijo John Herschel extiende las observaciones del padre a los cielos del hemisferio sur, y adelanta en la *astrofotografía* como principal método de observación. A ello se agrega la aplicación astronómica del *espectroscopio* y, en general, el creciente uso de los instrumentos, técnicas y teorías de otros campos, sobre todo la física.

Telescopios cada vez más grandes ayudan a descubrir que el sol es una estrella común en una gigantesca colección de estrellas, la Vía Láctea, a su vez una entre incontables galaxias, todas expandiéndose y alejándose unas de otras. Puede comenzar e irse dando cada vez más —sobre todo en la cercanía de la Tercera Revolución—, el estudio de objetos remotos, a miles de millones de años-luz de la Tierra, realizado en todas las longitudes de onda de la radiación electromagnética. Ello tendrá resultados notables en la radioastronomía, usada para ir rapeando la Vía Láctea, y más tarde para estudiar *quasars*, *pulsars* y otros objetos no usuales, y para detectar moléculas orgánicas relativamente complejas que flotan en el espacio. Se irán planteando cuestiones sobre el origen de la vida y sobre la existencia de vida inteligente en el Universo.

En la ciencia moderna la idea de cambio progresivo o evolución —como se verá en la biología— tiene una fundamental importancia. Los astrónomos se van preocupando con la evolución estelar y galáctica, y los astrofísicos y químicos con la nucleosíntesis y la evolución de los elementos químicos. Los estudios de la evolución del universo como un todo implica campos como la geometría no euclidiana y la teoría de la relatividad.

La moderna *geología* comienza con la obra de James Hutton, que postula (1785) que los procesos y fuerzas geológicas que han modelado la tierra están aún en funcionamiento y pueden ser directamente observados. El naturalista francés Georges Cuvier, funda la anatomía comparada, y aplica sus principios a la geología en el estudio de los restos fósiles de animales del pasado distante, estableciendo así el campo de la *paleontología*. Los geólogos van desarrollando la teoría de las placas tectónicas, según la cual los continentes no son estáticos, sino en constante movimiento que los acerca y aleja unos de otros.

En *biología*, todavía en el siglo XVIII, Carolus Linnaeus instituye un sistema de clasificación de animales y plantas, fundando así la *taxonomía*. El desarrollo del sistema ayuda a los científicos a ordenar diferentes formas de vida según su complejidad, sugiriendo que los organismos evolucionarían desde formas simples a complejas. En el siglo XIX, K. E. von Baer funda la *embriología*, como estudio de los primeros estadios de diferentes formas de vida, y Matthias Schleiden y Theodor Schwann identifican la célula como unidad básica de la materia viviente. La moderna revolución biológica empieza durante el siglo XIX, con la Teoría de la Evolución darwiniana, y la Teoría Genética de Gregor Mendel, ignorada hasta fines del XIX.

La teoría de la evolución, esbozada y presagiada, encuentra una formulación elaborada e impactante en *El origen de las especies* de

Charles Darwin, 1859. Sostiene que las variedades existentes de plantas y animales, lejos de haber existido de modo más o menos inmodificado desde los comienzos del tiempo biológico, han llegado a ser lo que son a través de una diversificación progresiva que acompañó su descendencia biogenética a partir de sus ancestros.

El proceso evolutivo es presentado como una serie de adaptaciones. Plantas y animales difieren entre sí en sus dotaciones hereditarias. Aquellas variaciones que equipan a un organismo especialmente bien para enfrentar las exigencias del medio ambiente serán preservadas en la “lucha por la vida” y se volverán así el tipo prevaleciente. La evolución ocurre porque aquellos individuos de una especie cuyas características lo adecuan mejor para la supervivencia son los que contribuyen con más descendencia a la siguiente generación. Esta tendencia tenderá a tener las características en virtud de las cuales sus padres sobrevivieron, y de este modo la adaptación de la especie a su medio mejorará gradualmente. La *selección natural*, término que usa Darwin para este proceso de discriminación, actuando a través de mutaciones (cambios en un gene, o en la estructura o número de cromosomas), que en su origen son no adaptativas, es causa primaria u origen último de toda nueva variación heredable, y en general de la evolución. La teoría darwinista debe completarse y reformularse con la contribución y el lenguaje de la *genética mendeliana*.

La moderna *genética o ciencia de la herencia*, es decir de la tendencia de lo igual a engendrar su igual, a investigar mediante el estudio de los números y tipos de progenie resultante de cruces sexuales, complementado con el estudio microscópico y químico, se origina en los trabajos de Gregor Mendel (1822-1884), publicados en 1865.

Mendel usa las proporciones en que diferentes características aparecen en los productos de cruces sexuales, para desarrollar una teoría atómica de la herencia. Los átomos o unidades de la herencia, hoy llamado genes, están presentes en dos conjuntos completos en el huevo fertilizado o cigote, cada conjunto derivado de cada progenitor.

No valorada en su tiempo, la obra de Mendel y sus leyes son redescubiertos hacia 1900. Se reconoce que los genes son partes de cromosomas, visibles en el momento de la división en el núcleo de todas las células. La teoría cromosómica de la herencia es elaborada sobre todo por T. H. Morgan y sus colegas de 1914 a 1928.

La importancia original de la genética es proveer una ley de la herencia que es elemento faltante en la teoría darwiniana de la evolución por selección natural. La genética llegará a ser, en la fase de la Tercera Revolución, la disciplina central de la biología.

En esta etapa, y en relación con los avances en varias áreas y ramas de las ciencias físico-naturales, se da también la emergencia de la *bioquímica*. Sus preocupaciones e intereses primordiales comienzan por referirse a la composición química de los principales ingredientes del cuerpo (proteínas, carbohidratos, grasas) y a la composición de sus insumos y productos materiales. A ello se irá agregando una nueva bioquímica, dedicada a los procesos corporales, al metabolismo en los niveles corporales y celulares.

El impacto de las investigaciones, teorías y descubrimientos de la Segunda Revolución no sólo altera, como se verá, las relaciones de la ciencia con la técnica y con las diversas instancias de la sociedad. Se alteran también las relaciones entre las prácticas y visiones de la ciencia por una parte, y la experiencia cotidiana y la conciencia individual por la otra. Se dificulta o casi imposibilita el logro de una síntesis que dé unidad completa a la ciencia y un sentido de orientación para otras actividades humanas.

Estos años no sólo habían producido la veloz proliferación y realineamiento en las ramas de la ciencia —cuyos efectos están lejos de haber sido plenamente asimilados— sino que también pusieron los fundamentos para una interrogación más crítica de las aspiraciones de la ciencia a ser brújula del intelecto en general.<sup>8</sup>

## B. Aplicaciones técnicas de la ciencia

Si la investigación básica prepara un futuro tanto inmediato como lejano, el progreso técnico se identifica ampliamente con el aprovechamiento de la primera y con la difusión de descubrimientos anteriores. La aplicación de las contribuciones de la revolución científica da lugar a un complejo de técnicas que en parte se agregan a la Primera Revolución y en parte la reemplazan y contribuyen a los perfiles propios de la Segunda. Cada vez más asociado en la conciencia colectiva a la ciencia misma, este complejo de técnicas afectan todos los aspectos de la vida colectiva e individual, nacional e internacional.<sup>9</sup>

Como en la Primera Revolución, e incluso en algunas de las anteriores transformaciones socioeconómicas y técnico-científicas, los cambios fundamentales se dan ante todo en los niveles y aspectos de las

8 Biddiss, *ibid.*, pp. 74 y 75.

9 Francis R. Allen et al., *Technology and Social Change*, New York, Appleton-Century-Crofts, 1957; J.-A. Lesourd et Cl. Gérard, *Nouvelle histoire économique*, tome I, "Le XIXe. siècle", tome 2, "Le XXe. siècle", Paris, Armand Colin, 1976.

fuentes de energía, los materiales, el manejo del fenómeno viviente, y el control del tiempo.

En cuanto a las *fuentes y usos de la energía*, los últimos veinte años del siglo XIX están marcados por dos tipos de conquistas que abren cada vez más la nueva edad técnica y dan nuevo ritmo al crecimiento industrial: la electricidad, el motor a explosión y el petróleo.

Dominando sobre todas las grandes transformaciones industriales, científicas y técnicas,

penetrando la mayoría de ellas, imprimiendo su marca a la Segunda Revolución, así como la máquina de vapor había impreso la suya a la Primera, se encuentra la utilización mundial de la energía eléctrica, la revolución de la electricidad, largamente preparada por las investigaciones teóricas [...]; pero cuyas aplicaciones sólo comienzan a modificar tímidamente los talleres a finales del siglo XIX.<sup>10</sup>

Conocida desde la antigüedad, recién a partir del siglo XVII la *electricidad* comienza a ser campo de estudio, y luego, en el siglo XIX, objeto de interés por las técnicas de su producción y de su transporte. La pila eléctrica de Volta (1800) es el primer generador de electricidad dinámica, capaz de proveer cantidades importantes. Su posterior perfeccionamiento permite ir realizando la electrólisis (1800), la galvanoplastia (1837), el telégrafo eléctrico (1835), el teléfono (1876).

Durante el siglo XIX, se logran las grandes leyes de la electricidad y el magnetismo, por la obra, como se dijo, de Fresnel, Oersted, Ampère, Coulomb, Faraday, Ohm, Joule, Maxwell. La producción y el uso de la electricidad para fines domésticos e industriales exigen, sin embargo, las soluciones de varios problemas esenciales, logradas a través de sucesivas victorias técnicas.

En primer lugar, se debe obtener aparatos generadores más potentes que las pilas. En 1859, el francés Gastón Planté inventa los acumuladores. En 1869, un obrero belga, Gramme, inventa el dínamo, “una máquina reversible que se comporta indiferentemente como generadora de electricidad si se le suministraba la potencia, y como motor eléctrico si se le suministraba corriente [...]”. Su máquina sólo comenzó a conquistar la industria el día en que se pudo transportar la energía. Al poner a punto el alternador, aportaba un comienzo de solución: la corriente alterna, gracias a las altas tensiones que exigen poco cobre,

10 Friedmann, *La crisis del progreso...*, pp. 27-28; artículo “Electricité”, Michel Mourre, *Dictionnaire encyclopédique d'histoire*, volume D-F, Paris, Bordas, 1978.



puede ser fácilmente conducida a distancia. Los transformadores permiten pasar sin dificultad de las altas tensiones que el transporte exige, a las bajas tensiones que se emplean corrientemente para la distribución y utilización de la energía eléctrica, y su aparición comporta un paso decisivo.

La segunda victoria técnica es la asociación de la turbina hidráulica, inventada por Fourneyron en 1827 y del alternador. En 1882, el francés Deprez resuelve el problema del transporte a distancia de la energía eléctrica.

Sobre estas bases, siempre revisadas y perfeccionadas, se construye la técnica de la Segunda Revolución, es decir, el uso de turbinas de grandes dimensiones, la construcción, cada vez más extendida, de centrales poderosas que producen electricidad de carbón, de lignito, de turba, que captan hulla blanca y la distribuyen a gran distancia. De todas maneras, en comparación con la era de la máquina térmica, se consiguen grandes economías de energía. La electricidad, una vez transportable, puede distribuirse a una multitud de máquinas que ella alimenta. Poco a poco estas máquinas reemplazan en los talleres a las máquinas de vapor, incómodas, que desparraman por doquier humo, polvo, ruido.<sup>11</sup>

Desde fines del siglo XIX, la electricidad comienza a competir con la máquina de vapor, a la que aventaja, por la distribución más flexible, el fraccionamiento posible de la energía que permite la descentralización de las industrias, un mejor rendimiento de los aparatos, la limpieza.

Desde 1945, ya en la Tercera Revolución, se va desarrollando primero lentamente, desde los años de 1960 a creciente velocidad, la producción de electricidad por centrales nucleares.

La electricidad permite la desconcentración de la industria, que hasta entonces funciona sólo en base al carbón y, por lo tanto, en regiones de cuencas hulleras. Regiones y naciones enteras entran a su vez en la aventura industrial. La electricidad renueva las capacidades industriales, y transforma la vida cotidiana por la iluminación, la generalización progresiva de un nuevo modo de tracción en los ferrocarriles, los transporte colectivos, los progresos en las telecomunicaciones.

La electricidad da lugar a la invención del telégrafo eléctrico por Samuel Morse, con el electroimán como elemento activo, y un primer código seriado para usarse en una sola línea de transmisión. El telégrafo adquiere de inmediato una creciente importancia estratégica para mili-

11 Friedmann, *cit.*, pp. 28-29.



tares y políticos; tiene un campo de uso inmediato en los ferrocarriles; es instrumento eficaz de control político-administrativo centralizado, y de amplitud y rapidez de maniobra en el ataque y la defensa. El telégrafo eléctrico es también rápidamente utilizado en la recolección y distribución de la información. La agencia Reuter (1851) asume la difusión de noticias en Europa. En Estados Unidos, desde 1848, una agencia de noticias de varios diarios da lugar a la Associated Press. En 1851 se tiende el cable submarino que liga Londres y París; en 1866 la línea submarina transatlántica; en 1861 el cable entre Nueva York y San Francisco.

Abundan los ejemplos de uso del telégrafo por las potencias para funciones estratégicas. Gran Bretaña usa las redes telegráficas para la política colonial, la vinculación de puntos neurálgicos de su imperio. Estados Unidos se especializa en ligazones transatlánticas y transpacíficas, que además son financieramente más rentables. En Francia, la red telegráfica es usada para difundir desde la capital hacia la provincia los despachos del gobierno; es abierta al público en 1851 pero, por el temor a un uso desviado hacia fines subversivos, su uso queda bajo sospecha y sometido a estricto control. La lógica del telégrafo eléctrico lleva a la red mundial, con el establecimiento de la Unión Telegráfica Internacional en 1865.

Tras experiencias de transmisión eléctrica de sonidos desde 1837, el teléfono es patentado por Graham Bell, de Estados Unidos, en 1876. En 1891 aparece el selector automático como primer paso hacia la conmutación automática; lo perfecciona la Western Electric, con un sistema electromecánico de piezas giratorias.

Sobre la base de las contribuciones de Faraday, Maxwell y otros en leyes de electricidad y de magnetismo, especialmente sobre el carácter ondulatorio de la luz, Heinrich Hertz produce y detecta, en 1887, ondas electromagnéticas, sin intuir las como medio de comunicación. Guglielmo Marconi imagina transmisiones mediante ondas hertzianas, manipulándolas según puntos y rayas del alfabeto Morse; surge así, en 1896, la telegrafía sin hilos, apropiada para comunicación con elementos móviles, y pronto usadas por los armadores, la navegación marítima y aérea, con el consiguiente incremento de la seguridad. Los contactos por hilos y ondas hertzianas son complementarias para el uso de punto a punto, y para la radiodifusión y televisión respectivamente; las primeras emisiones regulares se dan en 1922 y 1936, respectivamente.

La primera mitad del siglo XX está dominada por el invento del triodo en 1906, y por la generación de tubos radio que de él deriva. Estos tubos permiten la expansión de la red telefónica gracias a las

transmisiones hertzianas y luego a los amplificadores. El belinógrafo (transmisión de imágenes mediante conductores eléctricos), se logra alrededor de 1910. Del descubrimiento de las ondas cortas, en 1920-1921, que están así en el origen de la radiodifusión pública, se pasa al logro de la televisión en 1935 y del radar en 1940.

El proceso confluye hacia un intenso desarrollo de la industria de técnicas de comunicación y de uso y explotación del tiempo libre. Otras invenciones, en un principio independientes de la electricidad, sólo con ella alcanzan el pleno despliegue y eficacia, como el fonógrafo y el cinematógrafo.

Algunas de las principales características y efectos del *cinematógrafo* son resumidas en lo que sigue. “[...] Es un medio de comunicación masiva que alcanza un público mundial”, de centenares de millones de personas. Características distintivas son: “(1) su producción para un amplio público general; (2) el público debe estar físicamente reunido; (3) el público debe pagar por todo el producto; (4) los métodos de producción difieren grandemente de los de otros medios masivos”. Los temas prevaecientes son amor, crimen y sexo. El público predominante consiste de jóvenes menores de 30 años, con pocas diferencias por sexo, ingreso o clase social. Las películas no destinadas al entretenimiento son ampliamente usadas en educación, religión, gobierno, industria, organización militar, y por grupos comunitarios.

El teatro cinematográfico es una institución recreativa local que provee experiencias vicarias, apropiadas para ciertas necesidades psicológicas. Las películas pueden transmitir valores tradicionales, reforzar valores ideales, o crear nuevos valores culturales. El efecto general ha sido transmitir valores tradicionales y evitar temas controvertidos [...] Dos efectos específicos sobre la conducta grupal son el de homogenización y el de refuerzo.

Los efectos recreativos de las películas sobre personas variadas pueden incluir: (1) la satisfacción esencial de fantasías; (2) el embotamiento de la respuesta emocional; (3) la narcotización del individuo para que los problemas personales y sociales sean evitados [...] El impacto de las películas sobre la conducta depende de la percepción selectiva que descansa en el medio social del individuo y sus necesidades psicológicas. Películas sobre crimen y sexo pueden ser una influencia agravante sobre los delincuentes.

Cualquier película tiene efectos medibles sobre las actitudes específicas de los expuestos a ella, siempre que el público esté suficientemente interesado para darle atención sostenida. Como instrumento educacional, el cinematógrafo ayuda a los estudiantes a aprender más rápidamente y

a retener lo aprendido más tiempo en un número de áreas de conocimiento.

La película lleva consigo una impresión de la vida nacional dondequiera que es exhibida. Como tal representa una poderosa influencia en la conformación de actitudes hacia otros grupos de nacionalidad.<sup>12</sup>

En cuanto a la *radio* y la *televisión*, “son nuevos medios masivos que posibilitan que sonidos imágenes visuales que provienen de una fuente única alcancen un amplio público simultáneamente”. Sus características generales incluyen “la baratura y la fácil disponibilidad para el oyente o vidente, la velocidad de comunicación, y el poder de influencia”.

Dejando de lado el contenido de publicidad, tres cuartas partes del contenido de los programas de radio y de televisión es de entretenimiento, y el resto de tipo informativo u orientador (persuasivo) [...] Los públicos tienden a diferenciarse sobre la base de la educación, la edad y el sexo, para tipos específicos de programas [...] Los principales usos de los medios incluyen el entretenimiento, la publicidad, la educación, la política y el gobierno, las religión, y la organización militar.

Un impacto principal de la radio y la televisión corresponde al creciente tamaño de la industria que ha crecido alrededor de aquéllas, incluso negocios tan variados como la publicidad radiofónica, la fabricación de equipos de radio y TV, las agencias de entretenimiento profesional, la operación y el funcionamiento técnicas.

La influencia de la radio y la TV sobre la conducta de grupos se ha dado sobre todo como reflector y diseminador de valores sociales existentes y el refuerzo del *status quo* institucional.

La radio y la TV son usados predominantemente dentro de una unidad familiar o doméstica. Se sabe que oír y/o ver ocupa el mayor bloque único de tiempo de ocio en los Estados Unidos. La motivación principal es el entretenimiento y el efecto de los contenidos de crimen y violencia es importante preocupación. Se sabe que el contenido puede tener reacciones ampliamente diferentes sobre diferentes individuos y en diferentes momentos. Los principales factores incluyen el sistema de evaluación de necesidades de la personalidad y la situación social total tal como tal personalidad la percibe.

La TV ha mostrado gran poder de atracción de públicos de todas las edades. Está reduciendo la cantidad de tiempo previamente dada a la asistencia a cinematógrafos, la audiencia de radio y la lectura de libros.

12 Delbert C. Miller, “Motion Pictures”, en F. R. Allen *et al.*, *Technology and Social Change*, cit., pp. 133-156.

Parece tener efectos, temporarios si no permanentes, sobre muchos otros hábitos como la asistencia a iglesias y a clubes.

Radio y TV han mostrado gran capacidad para la educación de adultos. Se la usa ampliamente para información de noticias, pero mucho menos para fines de instrucción.

Radio y TV juegan un creciente papel en la política y el gobierno. Muchos candidatos han atribuido su elección a funciones públicas a las apariciones en TV. Como arma de propaganda en las relaciones internacionales, el uso de radio y TV se ha acelerado grandemente, pero los efectos no son conocidos exactamente.

Es probable que ninguna institución social deje de ser afectada por la comunicación por radio y TV. La capacidad para transmitir cualquier acto o expresión a un público masivo cambia el concepto de privacidad (toda comunicación de un grupo primario se vuelve potencialmente comunicación secundaria). El efecto en tales valores como el pensamiento y la acción libres e independientes está siendo ahora cuidadosamente considerada, pues aparece que la comunicación de masas es un elemento dentro de un creciente patrón de coacción.<sup>13</sup>

Las nuevas formas de energía son aplicadas a los transportes: locomotoras, tranvías, sistemas de señalización y de mando eléctricos, que aumentan la seguridad en el riel y aseguran el porvenir del tren subterráneo (primero con vapor).

La electricidad da al problema de la iluminación una solución superior al gas, rompe la alternancia y brecha milenarias entre días y noches, y permite al mundo de la modernidad proseguir su ardiente actividad sin interrupciones.

A partir de 1900, la electricidad va teniendo una creciente participación en la actividad y la existencia de los países industriales, sobre todo Estados Unidos, o que se proponen llegar a serlo como la Unión Soviética, y los países del llamado "Tercer Mundo". Llega a convertirse en uno de los indicadores generales más significativos del grado de desarrollo o subdesarrollo de los países y de la especie humana y el mundo en su conjunto.

La invención del *motor a explosión* es el punto de partida del muy rápido desarrollo, desde principios del siglo XIX, del automóvil, la aeronavegación y, en general, la *revolución de los transportes* terrestres, marítimos y aéreos, incluso —ya en la Tercera Revolución— el desarrollo de los cohetes, la apertura de la conquista del aire y del espacio

13 Delbert C. Miller, "Radio and Television", en F.R. Allen *et al.*, *Technology and Social Change*, cit., pp. 157-186.

interplanetario. Ello hace del *petróleo* una de las fuentes de energía más preciosas, impone las transformaciones en el empleo de *combustibles líquidos y gaseosos*, concluye con el monopolio tecnológico de la máquina de vapor basada en el carbón.

Conocido y usado para diversos fines desde una remota antigüedad, el *petróleo* comienza a tener una explotación industrial a partir del siglo XVII, pero su fase efectiva comienza el 29 de agosto de 1859, con la perforación de un pozo de petróleo por Edwin Drake, en Titusville, Pennsylvania (Estados Unidos), comienzo que asegura a Estados Unidos un gran avance técnico y estratégico en el mundo, expresado y reforzado por la fundación de la Standard Oil Company of Ohio por John D. Rockefeller, enero de 1870, que en muchos sentidos es y simboliza el comienzo de una nueva era. Hacia 1897, Standard Oil está presente en cada poblado de Estados Unidos desde la costa atlántica a la del Pacífico, y este país ya exporta por valor anual de 60 millones de dólares. En 1900, Estados Unidos produce 9 millones de toneladas de petróleo sobre una producción mundial de 20 millones, y en 1913, 33 millones sobre un total de 51 millones.

Desde 1870 los aceites de petróleo sirven para el engrasado de todas las máquinas. Millones de lámparas de petróleo iluminan los hogares en las regiones en que la iluminación a gas no ha llegado. El motor a explosión y el automóvil dan al petróleo su importancia mundial. En 1911 ya 2.000,000 de vehículos utilizan gasolina de petróleo. La invención del motor Diesel, que utiliza un derivado de petróleo, pero sin encendido, representa otro notable progreso, con un rendimiento que supera el de la máquina a vapor y el del motor a explosión.

El petróleo se entrelaza e interactúa estrechamente con las formas, procesos y efectos del nuevo patrón de acumulación del capital, de tecnología y de productividad que se va configurando, como se verá a partir y a través de la Segunda Revolución, antes caracterizada; del paso de la economía de mercado libre y libre competencia, a una de predominio de la macroempresa y de monopolio; del desarrollo de las nuevas formas del imperialismo contemporáneo, de la lucha entre grandes potencias por la hegemonía y el reparto del mundo; del militarismo, la carrera armamentista y la entrada en el siglo de las guerras mundiales; de la concentración del poder a escala mundial (*cfr. infra*).

En este contexto histórico-estructural, el petróleo adquiere una significación primordial, altas prioridades en diversos aspectos, niveles y regiones. Permite aumentar la acumulación y estimular las industrias que se requieren para crear los nuevos recursos armamentistas. En el petróleo se basan casi exclusivamente la innovación tecnológica y la

creciente mecanización de las ramas de industria pesada que incrementan la productividad y rebajan los costos de los productos, dan acceso a los nuevos factores de superioridad militar en tierra, mar y aire (motores de combustión interna, automóvil, tanque, avión, flotas mercantes y de guerra tanto de superficie como submarina).

La inglesa es la primera marina de guerra que pasa del carbón al *fuel oil*, y extrae las consecuencias estratégicas del cambio. Como primer lord del Almirantazgo, Winston Churchill define en 1913, ante la Cámara de los Comunes, la línea política sobre hidrocarburos que consulta mejor los intereses británicos en el comercio marítimo y en la guerra naval y terrestre:

Nuestra línea política está trazada en el sentido de que el Almirantazgo debería convertirse en propietario y explorador de los yacimientos capaces de atender sus propias necesidades de combustibles, es decir, apoyar el poder marítimo con los yacimientos existentes en las zonas marítimas. En primer lugar, constituirá reservas en tiempo de guerra. En segundo lugar, deberá comprar en condiciones ventajosas petróleo crudo lanzado al mercado. El tercer aspecto de la política petrolera es que nos corresponde ser dueños, o de cualquier manera gestores, en los lugares de extracción, de una proporción razonable de la cantidad de petróleo crudo que exijan nuestras necesidades.<sup>14</sup>

El ejemplo inglés es pronto seguido por las otras marinas de guerra.

La tendencia al desempleo tecnológicamente producido puede paliarse por la producción de bienes durables de consumo en mercados de masas (automóvil, refrigeración, aire acondicionado, utensilios de servicios domésticos), posibilitada por las nuevas tecnologías basadas en el petróleo y que a su vez aumentan la demanda de éste. La electricidad requerida por la producción para el consumo masivo incrementa el uso de fluido generado en las usinas por máquinas alimentadas por los aceites pesados del petróleo.

La demanda de petróleo es también intensificada por la difusión ininterrumpida de mayores y mejores sistemas de transporte: automóvil, camión, ferrocarriles de maquinaria renovada por la competencia de aquéllos, marinas mercantes.

Ya entre las dos guerras mundiales se perfeccionan el motor a explosión y el motor eléctrico. El primero transforma la economía y la sociología de los transportes. El segundo permite la mecanización de

14 Citado por Eduardo I. Rumbo, *Petróleo y vasallaje. Carne de vaca y carnero contra carbón más petróleo*, Buenos Aires, Ediciones Hechos e Ideas, 1957.



las unidades de producción demasiado pequeñas para adoptar la máquina de vapor. Ambas permiten escapar a los determinismos geográficos impuestos por el carbón a la Primera Revolución. Con el motor eléctrico, la industria puede localizarse lejos de la mina, dispersarse en regiones rurales, o implantarse cerca de la clientela urbana. Los tranvías eléctricos y los autobuses desarrollan los suburbios, antes que el automóvil particular refuerce y acelere tal evolución.

Los efectos sociales del uso del automóvil, casi incalculables, relacionados de muy diferentes maneras con virtualmente todas las instituciones sociales y con las actividades de la vida cotidiana, con influencia sobre una cantidad enorme de personas, lo convierten en una de las más importantes invenciones de todos los tiempos.

“[...] Algunos de los efectos implican cambios de importancia, mientras otros efectos son de mucha menor consecuencia. La creación de la gigantesca industria del automóvil, una de las principales de Estados Unidos, es claramente de importancia fundamental para su economía”, sobre todo en cuanto a “los efectos de la industria sobre otras empresas, sobre millones de accionistas, y sobre las vidas de millones de trabajadores del automóvil y sus familias [...] como fuente de empleo [...] y como tremendo productor de riqueza [...]”

Entre otros efectos principales de alta influencia social se cuentan

traer beneficios y goces inconmensurables a millones de ciudadanos en muchas y diversas actividades de vida —la ronda diaria de actividades humanas; la expansión externa de la población con respecto al patrón de vida citadina (la tendencia suburbana); la alta movilidad y la mentalidad más cosmopolita del pueblo norteamericano; el gigantesco gasto gubernamental para la construcción de carreteras; los beneficios aumentados para habitantes rurales, con mención específica de los efectos sobre escuelas y servicios médicos rurales; la importancia potencial de la producción de la industria automovilística para tiempos de guerra; los efectos generalizados que sobre las actitudes humanas tienen el énfasis de la era del automóvil sobre la velocidad y la inquietud; y, finalmente, el gran número de muertes y daños resultantes de los accidentes de vehículos motorizados [...] el mayor resultado negativo individualizado del desarrollo y uso del vehículo motorizado.

[...] Algunos efectos del uso del automóvil habrían ocurrido de todos modos con otras formas de transporte, *aunque en menor grado*. Otros efectos no habrían ocurrido de ningún modo sin el automóvil. Como ejemplos del primer tipo de efecto, se puede citar la expansión externa de la población habitante en ciudades, la prestación de varios servicios comunitarios, y la construcción de carreteras. Como ejemplos del segun-



do tipo, puede mencionarse la creación de la industria automotriz, la alta movilidad de la población norteamericana (fuera de su comunidad de habitación), y la resultante extensión de los horizontes y el carácter más cosmopolita de la población; también la ocurrencia de accidentes de vehículos motorizados, el desarrollo del seguro automovilístico, y el desarrollo de la industria del motel, que están específicamente relacionados con el uso del vehículo motorizado.

El ajuste humano al desarrollo del vehículo motorizado aún no se ha completado. El costo de los accidentes viales es aún demasiado alto [...] En las grandes ciudades, los tribunales están agobiados con casos de accidentes automovilísticos. Los embotellamientos de tráfico en las ciudades son frecuentes, y los problemas de estacionamiento se vuelven dificultosos. Las carreteras arteriales están con frecuencia recargadas, y los medios de aliviar el problema requieren un gasto fantástico [...] La brecha entre las necesidades de tráfico y las carreteras disponibles es de gran dimensión. De importancia básica para el problema general ha sido el gigantesco aumento en el registro de automotores. Así varios retrasos existen en relación a la invención del automóvil; nuevas adaptaciones deberán seguirse haciendo.

Entre las consecuencias derivadas del uso del automóvil se insiste en los

efectos sobre la industria (como cadenas de tiendas, centros vecinales de compra, industria del motel), efectos sobre el gobierno, la salud, la vivienda, la educación, la asistencia a la iglesia, la conducta en el cortejo matrimonial, la recreación y otras áreas. Se esperan para el futuro otros efectos derivativos [...] resultantes de la combinación de muchos factores convergentes [...] <sup>15</sup>

Interrelacionados con otros procesos y repercusiones sociales en diferentes aspectos y niveles de la economía, la sociedad, la cultura y la política, los efectos sociales de la aviación se han producido y extendido en relación a elementos y actividades como los siguientes:

(1) las relaciones internacionales —en las cuales las naciones son puestas en contacto más estrecho y casi todas las naciones pueden ser vistas como “vecinas” en la era del aire; los aviones pueden volar velozmente a otras naciones, llevando estadistas pacifistas, empresarios, viajeros, o bombas; (2) educación —con efectos mayores [...] en campos académicos

15 Francis R. Allen, “The Automobile”, en F. R., Allen *et al.*, *Technology and Social Change*, *cit.*, pp. 107 a 132.

como la física, la aeronáutica, la ingeniería, la meteorología, la ciencia social, y los negocios y el comercio; otras disciplinas han sido parcial o indirectamente afectadas; (3) negocios e industria —dos industrias de gran escala (fabricación de aviones y transporte aéreo) han resultado de la invención del avión; también la carga es cada vez más transportada por avión y los ejecutivos usan más y más transporte aéreo; y (4) el gobierno —la aviación ha reforzado la creciente expansión de los poderes del gobierno federal y, en general a la centralización; la actual regulación federal de la aviación en interés público es realizada por la Civil Aeronautics Administration (del Department of Commerce) y por la Civil Aeronautics Board [...] Como gran cantidad de personas van adoptando el vuelo privado [...] la influencia de la aviación se elevará en proporciones mucho mayores [...]”<sup>16</sup>

Las nuevas fuentes de energía estimulan la urbanización y modifican sus condiciones, y transforman la vida rural, especialmente con la electrificación del campo. El tractor extiende las siembras y la ganadería; intensifica el trabajo rural durante las grandes tareas estacionales, limitando las variaciones en las necesidades de mano de obra, facilita el éxodo rural por la partida de los más subempleados en las fases muertas.

El ascenso de la petroquímica va desembocando en la producción de más de 1,500 productos intermedios y finales elaborados a partir de este combustible, y que satisfacen toda la gama de necesidades humanas. La “americanización” de Europa y cada vez más del mundo, como patrón cultural-ideológico, de consumo y estilo de vida, induce una demanda de petróleo a escala planetaria. El petróleo es una mercancía que crece sostenidamente durante las etapas de prosperidad capitalista, y resiste mejor que otras las etapas de recesión y crisis. Permite, además, mantener la capacidad de ingreso de los países productores, en su gran mayoría subdesarrollados-dependientes, que pueden incorporar así los progresos técnicos, inductores de nueva demanda petrolera, por la vía de la compra externa y la importación.

De manera general, desde los comienzos de su explotación el petróleo se perfila, por una parte, como un fenómeno internacional. Lo condicionan y determinan fenómenos y procesos antes indicados (nuevo patrón de acumulación, Segunda Revolución, monopolio e imperialismo, armamentismo y guerras mundiales) que, por su esencia, su despliegue y sus efectos, son internacionales. A la inversa, las propias características del petróleo han contribuido a la emergencia y refuerzo de aquellos

16 Francis R. Allen, “Aviation”, en F. R. Allen *et al.*, *Technology and Social Change*, cit., pp. 188-220.

fenómenos. Al mismo tiempo, por otra parte, temprana y crecientemente, el petróleo es sometido a controles centralizados y restrictivos, de tipo privado (cartel mundial) o de tipo estatal (Unión Soviética). En tercer lugar, la creciente incorporación de países productores-exportadores, como los del Medio Oriente y Venezuela, a la órbita del negocio petrolero bajo control de grandes potencias como Gran Bretaña y Estados Unidos, significará el desencadenamiento de un modelo de crecimiento simple, posibilitado y condicionado por el otorgamiento de capitales, técnicas, métodos organizativos y mercados.<sup>17</sup>

Las transformaciones de la Segunda Revolución en *materiales*, incluyen ante todo el aumento considerable de la producción metalúrgica y, con la colaboración de una química en transformación, las mejoras en sus procedimientos; el progreso de la siderurgia; la fabricación industrial de nuevos metales, especialmente el níquel, el aluminio, el cobre, el plomo.

Hasta 1850, el acero

era casi un material semiprecioso, con una producción mundial de 80,000 toneladas, de la cual Gran Bretaña hacía la mitad. Los descubrimientos de Bessemer, de Siemens, y de Gilchrist y Thomas, transformaron completamente la situación, y hacia 1900 la producción había alcanzado 28.000,000 toneladas. Al mismo tiempo, la calidad, o más bien la dureza, del metal había mejorado vastamente con la adición del níquel [...]<sup>18</sup>

Desde el descubrimiento de un proceso de extracción por Ludwig Mond en 1890, hasta entonces sin gran demanda, el níquel es producido en cantidades crecientes desde las últimas décadas del siglo XIX, y utilizado sobre todo para aleaciones (acero inoxidable) y, antes de 1914, casi exclusivamente para fabricaciones militares. El aluminio es metal de la Segunda Revolución, primero como metal precioso por su costo, luego abaratado. Con la introducción del proceso electrolítico en 1886, su producción se vuelve comercializable, nuevo material constructivo de primera importancia y disponible, sobre todo para la naciente industria aeronáutica. Estados Unidos llega pronto a ser primer productor mundial.

17 Ver Domingo Alberto Rangel, *Capital y desarrollo. El rey petróleo*, Caracas, Universidad Central de Venezuela, 1970. También, *Estudios sobre política y derecho del petróleo argentino (1907-1955)*, México, UNAM, 1992; Marcos Kaplan, coordinador, *Petróleo y desarrollo en México y Venezuela*, México, UNAM y Nueva Imagen, 1981. Un análisis histórico-estructural muy completo se encuentra en John M. Blair, *The Control of Oil*, Nueva York, Vintage Books-Random House, 1976.

18 G. Barraclough, *An Introduction...*, cit., p. 46.

Estos avances, y otros de similar carácter, que eran en sí mismos bases para nuevos progresos, eran además resultado de cambios aún más fundamentales: a saber, la introducción de la electricidad como nueva fuente de luz, calor y energía, y la transformación de la industria química. La electrólisis, tan importante en la extracción de cobre y aluminio y en la producción masiva de sosa cáustica, sólo se volvió una proposición práctica cuando la energía eléctrica se volvió generalmente disponible; y lo mismo ocurría con otros desarrollos electroquímicos. Las industrias eléctricas y químicas de las postrimerías del siglo XIX eran por ello, no sólo las primeras industrias a originarse específicamente en el descubrimiento científico, sino también por añadidura tenían un impacto sin precedentes, en la velocidad con la cual sus efectos eran sentidos, y en el alcance de otras industrias que afectaban. La tercera nueva industria con las mismas cualidades revolucionarias fue el petróleo.<sup>19</sup>

En nuevos materiales debe contabilizarse la contribución de las *industrias químicas*, sobre todo las aparecidas a fines del siglo XIX, especialmente características de la evolución del capitalismo moderno, ante todo por su requerimiento de creación de instalaciones costosas. Ellas provocan, además, y casi automáticamente, formas de integración complejas, que posibilitan y requieren la recuperación de subproductos útiles. Son además grandes consumidoras de carbón (al que le descubren nuevos usos), de electricidad, de metales no ferrosos, como cobre y plomo. Las industrias químicas se caracterizan, además, por la diversidad de sus productos, y por la concentración geográfica.

La diversidad de productos básicos incluye ácidos, colorantes de síntesis, sódicos, abonos minerales, explosivos. Los ácidos, ya conocidos, multiplican su fabricación para satisfacer una demanda en constante incremento; *v. gr.*, el ácido sulfúrico, indispensable a la producción de soda, explosivos, abonos fosfatados, colorantes.

La elaboración de colorantes de síntesis moviliza los subproductos de la destilación de la hulla, como el alquitrán y el benzol, apuntándose a la integración carbón-coque-fábricas químicas. Los productos sódicos dan lugar a una de las modalidades de la gran industria química. La producción de abonos minerales elaborados, fosfatos y superfosfatos, potasio y ácido fosfórico da lugar también a formas de integración. En pleno proceso imperialista, colonialista y armamentista la industria química fabrica grandes cantidades de explosivos (dinamita). Otras ramas de la industria química crean perfumes, penetran la farmacia, lanzan los primeros textiles artificiales.

19 G. Barraclough, .. pp. 46 y 47.

La concentración geográfica de las industrias químicas se ejemplifica en la supremacía indiscutible de Alemania, especialmente en colorantes para la industria textil, ácido sulfúrico, explosivos, productos de síntesis, farmacia. Estados Unidos tiene también un papel importante. La guerra de 1914 revelará el retraso de Francia e Inglaterra respecto a Alemania. Los avances en materiales apoyan los de las industrias mecánicas, de la construcción y del transporte.

La química ha ido asumiendo un nuevo papel en la farmacia, hasta principios del siglo XIX reducida a recurrir a plantas. Se va logrando aislar productos naturales, como la quinina, el yodo, estupefacientes y estimulantes (morfina, heroína, cocaína). A fines del siglo XIX se logran productos de síntesis, como el ácido acetilsalicílico para la aspirina. También en la producción farmacéutica las empresas alemanas asumen una posición dominante.

Las plantaciones de hevea que proporciona el caucho de recolección están en su mayoría bajo control de Gran Bretaña. Su industrialización nace en Estados Unidos con la invención de la vulcanización por Charles Goodyear en 1839, y da lugar al consumo de azufre, cal, productos antienviejecedores, componentes que aumentan la duración (negro de humo, colorantes). El escocés J. B. Dunlop logra la patente del primer neumático en 1888. Estados Unidos se vuelve el mayor consumidor de caucho, en un mercado que se reparten Goodyear, Goodyear y Firestone.

Con el celuloide, perfeccionado en 1870, el siglo XIX adviene a las materias plásticas. En 1935, el plexiglas es lanzado en los Estados Unidos. En 1938, la empresa Dupont de Nemours perfecciona el nylon, y en 1939 la I. G. Farben alemana obtiene el perlon.

En cuanto al manejo del *fenómeno viviente*, los principales avances se dan, por una parte, en la continuidad, ampliación y profundización de la tecnología agropecuaria. Química, agronomía y mecanización confluyen en el aumento de la productividad agrícola y ganadera, a su vez soporte del desarrollo de los grandes complejos industrial-urbanos.

Se amplía y profundiza por otra parte el campo de desafíos y éxitos de la *medicina*, y sus progresos combinados con los de la higiene y la nutrición. La tasa de crecimiento sin precedentes de la población, precondición significativa para la ampliación de escala que caracteriza a la sociedad de masas, está ligada con una caída en la tasa de mortalidad proveniente sobre todo de una serie de rápidos avances en la medicina preventiva. Avanza el conocimiento y control de enfermedades (cólera, tifus, viruela), cae la tasa de mortalidad, sobre todo infantil, y mejoran las condiciones para una vida más larga y sana.

La medicina aprovecha la explosión de conocimiento en física, química y biología, para basarse “en un conocimiento científico relativamente comprensivo, más que en azarosas inspiraciones aisladas”. El interés en la biología de las células, el estudio de microorganismos, avanzan desde el segundo cuarto del siglo XIX en adelante, y culminan con Louis Pasteur, que enuncia la primera teoría rigurosa de los gérmenes, y da orientaciones para lo que será la bioquímica del siglo XX. Pasteur y Joseph Lister batallan con éxito para revolucionar la cirugía moderna mediante técnicas antisépticas y asépticas. La nueva y expandida ciencia de la bacteriología, apoyada en el desarrollo de las nuevas anilinas que posibilitan la identificación de una gran gama de bacterias por métodos de coloreado diferencial, identifica y combate los organismos causantes del tífus, la tuberculosis, la difteria, el cólera, la sífilis, la peste y la disentería. Bacteriología, microbiología, bioquímica, emergentes como nuevas ciencias, logran, además, resultados significativos en la producción del primer antibiótico (Salvarsan, 1909), el descubrimiento de vitaminas y hormonas en 1902, y la identificación del mosquito como portador de malaria (1897). La aspirina es comercializada por primera vez en 1899. La anestesia, el uso general de técnicas antisépticas y asépticas, revolucionan la práctica médica. La fundación del Instituto Pasteur de París, 1888, simboliza nuevas actitudes y expectativas sobre la capacidad de la ciencia para posibilitar la mayor duración y la mejor calidad de la vida.

Surgen así nuevos campos y ramas de investigación, como bioquímica, hematología, bacteriología. Nuevos métodos y técnicas de tratamiento son la penicilina, descubierta a partir de los trabajos de Fleming desde 1928, que se coloca en el origen en los años de 1940 de la llamada “segunda revolución de la medicina”; también la insulina y otras drogas, los marcapasos, la implantación de órganos (sintéticos o vivientes). Técnicas de prevención y terapéutica son los sueros, vacunas, medicamentos, antibióticos. La constelación de mejoras en medicina, higiene y nutrición contribuyen decisivamente al aumento de la población en cantidad y a la mejora de su calidad física.

Los grandes avances en la tecnología médica del siglo XIX son seguidos por notables desarrollos en el siglo XX. Estos incluyen

el desarrollo de vacunas y antitoxinas, incluso la vacuna Salk para la poliomielitis; variados avances en nutrición; avances en quimioterapia y en antibióticos; avances en terapia hormonal, incluso cortisona y ACTH; avances en psicoterapia; y las influencias de la energía nuclear sobre la práctica de la medicina, especialmente el uso de isótopos y rastreadores



radiactivos y de sustancias nucleares en el tratamientos de ciertas enfermedades, y el desarrollo del nuevo problema médico de daño por radiación.

Entre los principales efectos del avance tecnológico en medicina se incluyen

la provisión de una diagnosis más exacta y un tratamiento más adiestrado por parte de los médicos practicantes; la necesidad de los médicos modernos de ser eficientes en destrezas técnicas y en el uso de máquinas; la ayuda a la tendencia de desarrollo de especialidades médicas; cambios significativos en la manera de llevar a cabo la práctica médica (es decir lo que el médico hace y por qué); cambios decisivos en las actividades de los trabajadores de salud pública; la virtual conquista de las enfermedades infecciosas, lo cual a su vez produjo cambios fundamentales en la estructura de la población —en particular el gradual envejecimiento de la población [...] Más aún, esto ha tenido muchas consecuencias diferentes que afectan la mayor parte de las actividades de la nación [...] Como conclusión general [...] se hipotetiza que el factor de la ciencia aplicada y de la tecnología es la variable más significativa que se asocia con la cambiante práctica de la medicina [...] Puede ser considerada como la principal clave de los nuevos cambios en la práctica médica del futuro.<sup>20</sup>

Desde comienzos de la Primera Guerra Mundial hasta el fin de la segunda, los avances de la medicina y de las ciencias que la sostienen y refuerzan se dan sobre todo en términos de asimilación y consolidación de las contribuciones revolucionarias de fines del siglo XIX y comienzos del XX. En biología, la integración de darwinismo y mendelismo es favorecida por el uso de técnicas matemáticas y estadísticas más refinadas. Se evidencian los beneficios prácticos de la genética aplicada para la cría controlada de plantas y animales. Una bioquímica más refinada mejora el tratamiento clínico y la nutrición. La fase de entreguerras ha sido descrita como

un periodo de asombrosa innovación que trajo más progreso en Medicina en una sola generación que lo que la profesión había conocido en toda la previa historia humana. Ello se ejemplifica con los trabajos sobre identificación de vitaminas y desarrollo de insulina, el descubrimientos de las propiedades quimioterapéuticas antibacteriales de las sulfamidas,

20 Francis R. Allen, "Technology and the Practice of Medicine", en Francis R. Allen *et al.*, *Technology and Social Change*, *cit.*, pp. 388-414.



la demostración del potencial curativo de la penicilina, primero de los antibióticos y rápidamente desarrollada para las necesidades de la Segunda Guerra Mundial. A fines de los años de 1940, la penicilina está ya ampliamente aplicada, la estreptomina tiene notables resultados contra la tuberculosis, y se desarrolla todo un conjunto de otros antibióticos.<sup>21</sup>

El avance en el conocimiento y comprensión del cuerpo está interrelacionado con los desarrollos en el estudio científico de la mente humana en todas sus dimensiones. La misma va acumulando, combinando y poniendo en competencia: la psicología con base fisiológica; la experimentación psicológica en laboratorio (Wilhelm Wundt); el enfoque mecanicista de la conducta y su descripción en términos de actividad física, química y orgánica, el entrelazamiento de lo fisiológico, lo psicológico y lo físico (Ivan Pavlov). A ello se agregan desde el último cuarto del siglo XIX enfoques para la investigación y tratamiento de ciertos tipos de trastorno mental no reductibles a términos fisiológicos: Jean Charcot, Hipólito Bernheim, Pierre Janet, y sobre todo Sigmund Freud y su desencadenamiento de una de las grandes revoluciones intelectuales de comienzos del siglo XX.

El nuevo conocimiento químico y fisiológico produjo también una revolución en la agricultura que fue vitalmente necesario como contrapartida del ascenso de la curva demográfica humana que resultó del avance de la medicina. La producción masiva de escoria básica como fertilizante artificial fue posibilitada como subproducto de los recientes procesos de producción siderúrgica. Nuevos métodos de preservación de alimentos, basados en los principios de esterilización y pasteurización usados en la práctica médica, posibilitaron la conservación masiva de alimentos y la provisión de abastecimientos baratos y estables para la creciente población mundial. Como resultado de las investigaciones de Pasteur, la pasteurización de leche para el consumo general se volvió usual desde los años de 1890.

Sería difícil exagerar la importancia de estas mejoras en un momento en que los desarrollos industriales cambiaban la estructura de la sociedad y los patrones de vida cotidiana. La industria de alimentos enlatados, ayudada por los nuevos procesos de envoltorios de estaño, fue tomando ahora su ritmo, y la venta de verduras enlatadas subió de 400,000 cajas en 1870 a 55.000,000 en 1914. Otros factores que facilitaron la provisión de alimentos baratos para crecientes poblaciones industriales fueron el completamiento de los principales sistemas ferroviarios, el desarrollo

21 Biddiss, *cit.*, pp. 265 y 341.

de navíos a vapor de grandes tonelajes, y la perfección de las técnicas de refrigeración,

y la consiguiente apertura de los mercados del Norte industrializado de Europa y América a una creciente variedad de alimentos y productos subtropicales, y del Sur subdesarrollado de Europa, América Latina, Asia, África. “El resultado combinado fue poner en movimiento algo no alejado de una revolución en los métodos de alimentar una población industrializada y urbanizada”.<sup>22</sup>

Si la Segunda Revolución representa un notable periodo de florecimiento de las ciencias aplicadas al cuidado del cuerpo y la mente para la prolongación de la vida, la provisión algo más adecuada de elementos para la satisfacción de necesidades materiales básicas, como la alimentación, y el mejoramiento de la calidad de la existencia, lo es también en cuanto a la aplicación de la ciencia y la técnica a la guerra, a las formas más perfeccionadas de violencia y de destrucción en masa. Se trata, de hecho, de una revolución en el arte de la guerra, ejemplificada por el conflicto de 1914-1918, en que tienen aplicación las armas de todo tipo, los automotores, tanques, aviones, submarinos, gases, y la aplicación de los bombardeos contra objetivos del frente y contra las poblaciones civiles de la retaguardia; y en general, la aplicación plena de todas las capacidades científicas y técnicas para la guerra a la vez industrializada, mecanizada y total.<sup>23</sup>

## 2. CONTEXTO HISTÓRICO-ESTRUCTURAL DE LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

### A. *La economía global: aspectos, avances, límites*

La Segunda Revolución Industrial es, a la vez, causa, componente y resultado, por una parte, del avance hacia la globalización de la economía y del sistema político internacional; y por la otra, de cambios decisivos en la estructura y la dinámica del capitalismo central y sus principales polos y ejes, y en sus relaciones con las regiones periféricas.<sup>24</sup>

22 Geoffrey Barraclough, *An Introduction to Contemporary History*, Penguin Books, 1967, pp. 48 y 49.

23 William H. McNeill, *The Pursuit of Power. Technology, Armed Force, and Society since A. D. 1000*, Chicago, The University of Chicago Press, 1982, especialmente capítulos 7 a 9.

24 Ver Fritz Sternberg, *¿Capitalismo o socialismo?*, México, Fondo de Cultura Económica,