

EL CATOBLEPAS

revista crítica del presente

El Catoblepas • número 100 • junio 2010 • página 12

materiales para la
historia social de la ciencia

Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton

Boris Hessen

Edición a cargo de Pablo Huerga Melcón



*Dedicado a la memoria de José María Laso Prieto,
Mariano Hormigón y Tito Melcón*

Postfacio
(2010)

La edición que se presenta aquí fue realizada entre los años 1994 y 1997, en el proceso de elaboración de mi tesis doctoral. El texto de Boris Hessen fue publicado como *Apéndice 12* de mi libro, *La ciencia en la encrucijada*, editado por Pentalfa en 1999. Por esta razón, para facilitar la consulta a los diversos temas comentados en el libro, y ampliar información, hemos decidido dejar todas las referencias que aparecen en esta nueva edición del texto clásico de Hessen tal como estaban. Desde aquella edición en papel, han aparecido nuevas ediciones del texto de Hessen, que han tomado en cuenta para su elaboración nuestro propio trabajo; aunque ninguna de ellas ha sido en español. La de Pedro Pruna de 1985, y la nuestra de 1999, son las únicas publicadas en español, que sepamos, además de una edición especial que elaboró la Universidad de Montevideo en 1988 con motivo del 300 aniversario de la primera edición de los *Principia* de Newton. Esta traducción fue realizada por el profesor Hugo Valanzano, y editada en el número 1 de *Cuadernos*, con el título, *Newton. El hombre y su obra*. Se presentaba este libro como «edición especial

de interés docente para circulación interna en los cursos de la Universidad de la República». La compilación, realizada por Alción Cheroni, incluía, además del de Boris Hessen, un texto de Keynes y una selección de textos de Isaac Newton.

Por lo demás, si en aquellos tiempos –hablo ya de 1997– era prácticamente imposible encontrar alguna referencia sobre Boris Hessen en Internet, hoy en día, contrariamente, existe una enorme cantidad de material, como no podía ser de otra manera, teniendo en cuenta la importancia historiográfica de su trabajo sobre Newton en el seno del marxismo y el contexto histórico político en el que se integra su trabajo. En Internet se puede encontrar ya la edición de 1931 de *Science at the Cross Roads*, en formato *pdf*, también podemos encontrar los textos en inglés de todos los autores de la delegación^{1}, &c.. Incluso es posible consultar en *pdf* la edición original rusa de Boris Hessen de 1931^{2}. De hecho, también se pueden consultar en español muchos de estos textos, en esta misma sección de *El Catoblepas*, «Materiales para la historia social de la ciencia». Sin embargo, aun no se ha publicado en Internet la edición española de aquel histórico trabajo de Boris Hessen. Esta sería por tanto la primera edición en español. El hecho de que estén apareciendo en Internet ediciones críticas en inglés del texto de Hessen, basadas ya en nuestra propia edición crítica de 1999, hace imprescindible publicar nuestra edición crítica en español en Internet, para dejar cada cosa en su sitio.

En el año 2007 apareció una edición en francés: *Les racines sociales et économiques des Principia de Newton. Une rencontre entre Newton et Marx à Londres en 1931*, traducido y comentado por Serge Guérout y con un postfacio de Christopher Chilvers, Vuibert, París 2006. La traducción como tal es una reedición de 1978. Pero esta edición incluye un trabajo preliminar de S. Guérout ampliamente basado en nuestro trabajo de investigación, tanto en lo referente al aparato crítico bibliográfico y documental, como al tratamiento de los problemas gnoseológicos. Desgraciadamente, el presentador mantiene la duda sobre si el texto de Hessen es un texto oportunista o un texto militante, a pesar de la cantidad de documentación que en su día ofrecíamos a favor claramente de la segunda opción. Dice Guérout:

«Auteur d'un récent et volumineux ouvrage consacré à Boris Hessen, Pablo Huerga-Melcon (sic) soutient qu'on ne peut pas, d'un strict point de vue marxiste, parler d'«externalisme» en histoire des sciences, dans la mesure où les facteurs sociaux y sont considérés comme «internes» à la science même. Loin d'avoir cédé à l'urgence de produire à Londres une autodéfense habile en forme de *pensum* marxiste, Hessen n'aurait jamais perdu de vue, selon lui, les récentes discussions philosophiques en URSS entre «mécenicistes» (hostiles à la théorie d'Einstein) et «dialecticiens», son objectif fondamental étant de montrer par son texte que les premiers, dans leur attachement exclusif à Newton, ne peuvent en éviter l'idéalisme, manifeste notamment dans la croyance à une impulsion originelle divine sur le système des planètes. Le message ultime de Hessen serait alors que le matérialisme dialectique peut seul venir à bout de cette part d'idéalisme que recèlent les Principia, tout comme il permet d'intégrer les développements récents de la physique relativiste et quantique. Certes un tel message ne peut être que sous-jacent au texte de Londres: attaqué quelques mois auparavant par Kolman pour ses vues dialecticiennes, Hessen ne s'appesantit pas trop dans son exposé sur la méthode dialectique.» (p. 15).

La tesis de Graham^{3} (la del supuesto «oportunismo») según la cual Hessen estaba bajo la mirada de Arnost Kolman, una especie de comisario político, y que por lo tanto habría expresado su teoría de un modo un tanto subrepticio o encubierto, para evitar problemas, no se sostiene, como tratamos de mostrar en nuestro estudio. Por otra parte, el hecho de que Hessen fuera asesinado cinco años más tarde no significa que en todo momento hubiera estado en la posición de víctima, pues, ciertamente, se trataba de una lucha entre facciones en la cual hubiera podido darse el caso de que otros hubieran sido las víctimas, a juzgar por la propia soltura con la que el mismo Hessen criticaba a otros camaradas filosóficos, en otros trabajos suyos publicados también en mi libro. La tesis de Graham adolece de una suposición previa según la cual las víctimas siempre jugaron ese papel, mientras que sería necesario interpretar la situación de los debates como una situación en la que aun no se ha decidido el vencedor, y en la que todos, precisamente, luchan entre sí por salvar el pellejo, no tanto callándose, cuanto tratando de hundir al contrario. El propio Kolman conoció también la Lubianka, y se salvó porque llegó a la cárcel un tiempo después de los años de hierro (en 1948). En el año 36 hubiera sido más difícil. Nada tendría de extraño que Hessen estuviera aprovechando la compañía de Bujarin para defender con más ímpetu su propio enfoque dialéctico (por cierto, Hessen había sido también muy crítico con Bujarin, como se puede ver en otro de nuestros apéndices en el libro *La ciencia en la encrucijada*), sostenido en la más profunda tradición marxista, desde Engels, a Lenin. Abraham Deborin, por ejemplo, que estaba situado en la facción de los dialécticos, como el propio Hessen, no fue asesinado. De hecho, desde el comienzo de mi trabajo, una de las principales preocupaciones fue la de encontrar si había alguna razón que explicara el asesinato de Hessen en virtud de sus posiciones filosóficas, y no creo que fueran estas las que le encaminaron a la muerte. Seguramente, como sugería Serguei Kara-Mourza, fueron sus posibles vinculaciones políticas las que jugaron un papel más decisivo. A fin de cuentas, fue acusado de trotskista-zinovievista, y por esto sí se asesinaba (ejecutaba) en la URSS. La oposición trotskista era una realidad, no sólo una invención de A. Visinski, otra cosa es cómo se juzgaba y las patrañas que se inventaban para poder ejecutar a los acusados.

Todavía en 2009, Gideon Freudenthal y PeterMcLaughlin publicaron una nueva edición en inglés del texto de Hessen, con el importante texto de Henrik Grossmann, mucho menos conocido, sobre el mismo tema de la historia de la ciencia en la época de la revolución científica (Gideon Freudenthal y Peter McLaughlin eds, *The social and Economic Roots of the Scientific Revolution. Texts by Boris Hessen and Henryk Grossmann*, Boston Studies in the Philosophy of Science 278, Springer Science+Business Media B.V. 2009)^{4}. Gideon Freudenthal había insistido sobre el mismo tema en un artículo muy interesante publicado en 1988, que fue uno de los trabajos que utilizamos en nuestro estudio crítico. Como ya dijimos entonces, su interpretación de la obra de

Hessen es la más alejada de consideraciones externas biográficas, y más comprometida con la problemática filosófica en que verdaderamente está envuelto el trabajo de Hessen. La edición que ofrecen en este libro del texto de Hessen si bien no discute en la introducción nuestras propias tesis, aprovecha en gran medida el trabajo de edición crítica del texto de Hessen que hicimos entonces. La principal aportación radica en la recuperación de otro texto fundamental para la historia social de la ciencia, «The Social Foundations of the Mechanistic Philosophy and Manufacture», de Henryk Grossmann, un trabajo que merecería un estudio pormenorizado en español, como el que hicimos sobre Hessen. Otra aportación historiográfica del libro de Freudenthal y McLaughlin está en el repertorio bibliográfico de ediciones del texto de Hessen (págs 38 y 39), en donde se cita la traducción al sueco de 1972, la traducción alemana de 1974, la francesa de 1978 y de 2006, la italiana de 1977, y la griega de 2009. Ninguna de las ediciones posteriores nos mueve a modificar nuestro trabajo de hace diez años, de modo que ofrecemos el texto tal y como quedó preparado para la edición de 1999.

Varios congresos, encuentros y reuniones han seguido celebrando aquel acontecimiento de la historiografía de la ciencia, en algunos de los cuales he tenido el honor de participar. En agosto de 2003 tuvo lugar el 30 encuentro del ICOHTEC (International Comitee for the History of Technology^{5}) en Rusia. Paul Josephson preparó entonces un panel sobre Boris Hessen en el que participamos él y yo. Hay que decir que el asunto no despertó mucho interés entre los asistentes al encuentro, totalmente dispersados por la enorme diversidad de paneles simultáneos que se ofrecían. Pero resultó curioso celebrar en San Petersburgo y Moscú un encuentro en el que se hablara de Boris Hessen con tan poco entusiasmo. No fue así en Londres en 2006, donde la British Society for the History of Science celebró también el 75 aniversario del Congreso de Londres en el mismo Museo de Ciencia^{6}, organizado por Chris Chilvers, otro de los incorporados a la comunidad de investigadores sobre esta temática, que ha dedicado su tesis doctoral al estudio de la delegación soviética al Congreso de Londres y que ha publicado algunos artículos sobre Boris Hessen y Joseph Crowther. Chilvers continuó nuestro enfoque filosófico acerca del trabajo de Boris Hessen y la contextualización de su estudio en el marco del debate filosófico entre mecanicistas y dialécticos que tuvo lugar en los tiempos en que Hessen hizo su trabajo sobre Newton, tal y como quedó establecido en nuestro libro^{7}. A su vez, Lino Camprubí me informó de la realización, también en 2006, de otro congreso en Princeton con motivo, igualmente, del 75 aniversario de la publicación de *Science at the Crossroads*, un evento al que desgraciadamente no tuve ocasión de asistir^{8}.

En España, los encuentros de Filosofía organizados por la Fundación Gustavo Bueno permitieron que viajara a Gijón, en julio del 2000, Pedro Pruna, el primer traductor al español del texto de Hessen, y el único que lo ha traducido directamente del ruso (utilizó la edición de 1934), a diferencia del resto de traducciones y ediciones, que se han basado fundamentalmente en la edición inglesa que apareció en 1931^{9}. En los encuentros del año anterior había tenido lugar la presentación de nuestro libro *La ciencia en la encrucijada*^{10} que recibió numerosas reseñas^{11}, como la de Alción Cheroni^{12}, o la del lamentablemente fallecido José María Laso Prieto, publicada en *Nuestra bandera*^{13}. Pedro Pruna hizo otra reseña para el Boletín de la Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Tecnología (nº 12, pág. 4, junio de 2000), publicada también en la revista *Llull*^{14}. Finalmente, en el año 2001 tuve ocasión de presentar mi trabajo en el que fue el Primer (y creo que último) Congreso de Historia Social de la Ciencia, la Técnica y la Industrialización que tuvo lugar en Zaragoza, organizado por el también fallecido Mariano Hormigón^{15}.

La obra de Hessen se aleja en el tiempo convirtiéndose en modelo de una época en la que la investigación podía todavía concebirse integrada en una línea básica temporal, recuerdo nostálgico de una época definitivamente superada por la proliferación horizontal y multilineal que permite caminos de investigación mucho más complejos y reticulares, los propios de nuestra era digital. A ella queremos contribuir con la primera edición digital en español de este trabajo histórico.

1. Datos biográficos de Boris Mijailovich Hessen

Como recientemente han dicho Gideon Freudenthal y Peter McLaughlin, Hessen no ha encontrado aún a su biógrafo. Muchos datos sobre su vida permanecen aun en la penumbra y no han sido recuperados ni siquiera en los últimos trabajos realizados sobre él. El de Freudenthal y McLaughlin, que es el último trabajo en profundidad, mantiene los datos biográficos ya establecidos por los autores que utilizamos en la elaboración de nuestra nota biográfica para el libro *La ciencia en la encrucijada* y, tal y como quedaron establecidos, aquí se reproduce. Parece confirmado por los trabajos de Rose-Luise Winkler, que el día de su nacimiento fue el 16 de agosto de 1893, o sea, el 28 de agosto según nuestro actual calendario.

Boris Mijailovich Hessen, filósofo e historiador de la ciencia soviético, nació el día 16 (28) de agosto de 1893, en la ciudad de Yelisavetgrado (Kirovograd durante la época soviética) en Ucrania. Su padre era empleado o director de banca, y su familia judía. Desde muy joven participó en actividades políticas radicales, como miembro del comité local Revolucionario. Después de terminar la enseñanza media, estudió ciencias en Edimburgo (Escocia) durante el curso 1913-1914, junto con Igor Evgenevich Tamm (1895-1971), quien posteriormente recibiría el Premio Nobel de Física en 1955 por el famoso «efecto Cherenkov» con P. A. Cherenkov y I. M. Frank.

Con el inicio de la guerra de 1914 Hessen volvió a Petrogrado donde asistió a los cursos de física y matemáticas de la Universidad, y a cursos de economía y estadística en el célebre Instituto Politécnico. Schlüpmann, en su ensayo »La science à la croisée de chemins: Boris Mikhailovich Gesse (1893-1936)»^{16}, advierte que «en tant que juif, il est exclu des études régulières.»

En la revolución de octubre tomó un papel activo, ingresando en 1919 en el Partido Comunista. Durante estos años, 1919-1921, participó en tareas administrativas para la dirección política en el Ejército Rojo, en Moscú.

Durante los años 1921 a 1924 trabajó en la Universidad Comunista Sverdlov, junto con V. P. Yegorshin (1898-), socialdemócrata desde 1915, que había sido movilizado para el trabajo político, y con quien publicará una serie importante de artículos sobre las nuevas teorías físicas, con el objetivo de incorporarlas en el seno de la doctrina marxista. En el departamento de filosofía de dicha universidad, Hessen organizó una sección de ciencias naturales en la que participaron, entre otros, I. E. Tamm, A. K. Timiriázev (1880-1955) (famoso crítico de la teoría de la relatividad), y el propio Yegorshin.

En 1924 ingresó en el Instituto de Profesores Rojos, donde continuaría trabajando una vez finalizados sus estudios, en 1928. En este instituto, a partir de 1925, Hessen, Yegorshin y A. A. Maximov (1891-1976; fundador del Instituto de Profesores Rojos, junto con M. N. Pokrovski), organizaron cursos de física sobre la estructura de la materia, sobre el concepto de energía, así como sobre la teoría de la relatividad. Según Schlüpmann, Hessen, junto con Yegorshin y Maximov, pasaron algunos meses en Berlín, aunque no parece confirmado. En 1925, edita una *Antología* en inglés para la escuela secundaria de diez mil ejemplares. Se trata de textos sobre el cartismo, el trabajo de los niños, la vida de los obreros, el comunismo, extractos de periódicos, textos literarios (Dickens), poemas, una necrológica de Lenin, «Les dernières heures de Kark Liebknecht et Rosa Luxemburg», &c.. «Todo, dice el editor, porque «los textos ingleses son actualmente mucho menos accesibles que los textos alemanes o franceses», pero también a causa de la especificidad del movimiento obrero en Inglaterra.». En 1926 prepara una edición de Jack London, *The People of the Abyss*, con un diccionario, para la «biblioteca en lengua inglesa».

A partir de enero de 1927, comienza a publicar en la revista *Bajo las banderas del marxismo*, (*Pod Znamenem Marksizma*). Este año se produce lo que Joravsky llamó la «Gessen's manouvre», según la cual, la corriente dialéctica a la que Hessen pertenecía como discípulo de Deborin, se decanta a favor de las nuevas teorías físicas, y de la necesidad de que el Materialismo Histórico les dé cabida dentro de sus categorías de interpretación. Es aquí donde tiene lugar el famoso enfrentamiento entre las escuelas filosóficas «dialécticas» o deborinistas, y «mecanicistas», que por lo general se oponían a las nuevas teorías físicas como expresión del idealismo burgués, lo que efectivamente ocurría con la mecánica cuántica en Alemania, como ha demostrado Paul Forman. De esta época proviene, precisamente, el enfrentamiento de Hessen con Timiriázev (quien decía que lo mejor que podía hacerse con Einstein era pegarle un tiro) y casi al mismo tiempo con Maximov (en una reunión acaecida en la fundación de la Sociedad de materialistas dialécticos militantes durante el año 1928 Maximov acusa a Hessen de Machista (*i.e.*, seguidor de Mach) y desviacionista de derechas, a propósito de una crítica que Hessen había dedicado al propio Maximov; Hessen pertenecía a dicha sociedad).

En 1928 aparece su obra, *Ideas fundamentales de la teoría de la relatividad*, en donde realiza una síntesis divulgativa, dentro de las coordenadas del materialismo dialéctico, de las teorías de Einstein. Hessen sostiene que la Teoría de la Relatividad es una prueba de las leyes de la dialéctica hegeliano-marxista. A lo largo de estos años publica artículos y libros relacionados con la interpretación filosófica de la ciencia, con la historia de la ciencia, y sobre física estadística. Colabora en 1928 en la revista *La revolución comunista* dirigida por Yegorshin, y en Abril de 1929 participa en la reunión de las Instituciones marxistas-leninistas en la Academia Comunista, donde denuncia la situación de los cuadros marxistas en las ciencias teóricas. Esta misma temática había aparecido ya en un artículo realizado junto con I. K. Luppól en 1928. Y vuelve a repetirse en 1929 en otro artículo aparecido en *Molodaia guardiia*. Toda esta época, hasta 1930, está teñida por la polémica de los mecanicistas y deborinistas, con quienes se alía Hessen. En el verano de 1929, Hessen participa en unos «talleres de trabajo» organizados bajo los auspicios de la Academia Comunista para instruir a profesores de física sobre la importancia del materialismo dialéctico. Hessen ofrecía una charla sobre «Problemas de Metodología de la física», y en él participaban también I. Tamm, S.I. Vavilov (1891-1951), Grigori Samuilovich Landsberg (1890-1957), y Petr P. Lazarev, entre otros eminentes científicos. En diciembre de 1929, enero y marzo de 1930, Hessen fue representado por Tatiana Gornshtein en los debates organizados por el Instituto politécnico de Leningrado, en donde participaron Yacob Ilich Frenkel (1894-1952), Abraham I. Yoffe (1880-1960), Viktor Robertovich Bursian (1886-1945), V. K. Lebedinskii, N.A. Shatelen, Paul Ehrenfest (1880-1933), &c., que tomaba en discusión las cuestiones que los mecanicistas y dialécticos estaban tratando por entonces.

En 1930, Hessen pasa a dirigir la revista *Uspeki Fisicheski Nauki* (*Éxitos de las ciencias físicas*) en la que había ya hecho algunas publicaciones. Parece, además, según Schlüpmann, que Hessen comenzó sus contribuciones para la *Gran Enciclopedia Soviética* en 1929, aunque esto no es seguro. Lo que sí se sabe con seguridad es que colaboró en las posteriores de 1931 y 1933 con artículos como «Energía», «Einstein», &c.. En 1930 fue nombrado Director del Instituto de Historia de la Física de la nueva Facultad de Física de la Universidad Estatal de Moscú (MGU), y se convirtió en el primer decano de la Facultad de Física de dicha Universidad (de 1930 a 1936). Allí trabajaban también Leonid Isaakovich Mandelstam (1879-1944), Grigori Samuilovich Landsberg (1890-1957), dos maestros de la física rusa, y el amigo de Hessen, I. Tamm. En 1930 y 1931 fue criticado como «idealista menchevitzante», coincidiendo con la persecución dirigida contra los bujarinistas, a partir del «viraje a la izquierda», a pesar de que Hessen no era bujarinista, como se desprende de las críticas que éste le dedicó en un artículo titulado «Raíces filosóficas del oportunismo de derechas», publicado en la revista *Pod Znamenem Marksizma* en 1929. Estas acusaciones fueron dirigidas también contra los demás deborinistas. Las acusaciones (que ya habían comenzado a finales de 1928), encabezadas por Arnost Kolman (1892-1979), Maximov y Yegorshin, se extienden a lo largo de los años treinta, apoyados por la bolchevización y las críticas iniciadas por Marc Borisevich Mitin (1901-), Pavel Fedorovich Yudin (1899-1968) y Vasilií Nikiforovich Raltsevich, en enero

de 1931.

Fue en junio de 1931, cuando Hessen viajó a Londres al II Congreso Internacional de Historia de la ciencia y la Tecnología que tuvo lugar entre el 29 de junio, lunes, y el sábado 4 de julio. Hessen formaba parte de la delegación soviética encabezada por Bujarin nominalmente, aunque parece que el verdadero coordinador de la delegación era Arnost Kolman. De hecho, Bujarin había caído ya en desgracia. Además, componían la delegación, el físico A. F. Yoffe, director del Instituto Físico-Técnico de Leningrado, el economista Modest Yosofovich Rubinstein, el neurofisiólogo Boris Mijailovich Zavadovsky (1895-1948) (director del Museo de Biología y del Instituto de Fisiología K. A. Timiriázev), el genetista Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943; presidente de la Academia Lenin de Agricultura), y el físico Wladimir Feodorovich Mitkévich (1872-1951). La delegación organizó en Londres el «plan de cinco días», como lo llamó el periodista del *Manchester Guardian*, James Gerald Crowther (1899-), en el que se tradujeron todas sus ponencias al inglés y se realizó la célebre edición especial para el Congreso titulada *Science at the Cross Roads*. La delegación estaba interesada en presentar todas las ponencias, por lo que se amplió en un día el congreso y el sábado 4 de julio se hizo una sesión especial, tensa, por el interés periodístico que el evento había generado, y un tanto desorganizada. No se dejaba entrar a los periodistas no acreditados, &c.. Fue precisamente en el Congreso, tanto en las discusiones previas, en las que los delegados soviéticos hicieron valer las posiciones del materialismo histórico frente a los tópicos que pululaban por el Congreso, como en la sesión del sábado, donde Hessen brilló con luz propia y provocó la máxima expectación. Hessen ofreció en Londres lo que puede considerarse el primer estudio exhaustivo de historia social de la ciencia desde el punto de vista marxista. Llevaba por título *Las raíces sociales y económicas de los Principia de Newton*, según la traducción inglesa. 1931 fue también el año del centenario de la obra de Faraday sobre la inducción electromagnética. Con este motivo se estableció también una discusión en la que I.E. Tamm, G.S. Landsberg y Hessen volvían a enfrentarse a la corriente mecanicista.

En 1933 fue nombrado miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de la URSS, en la sección de filosofía, hasta el 29 de abril de 1938 en que fue expulsado junto con Gamow (precisamente Gamow, en sus memorias, atribuye a Hessen una actitud negativa contra la teoría de la relatividad -Gamow «cita de memoria»). En 1934 fue nombrado vicedirector del Instituto de Física de esta misma Academia (FIAN), que dirigió Sergei Vavilov hasta 1936. En 1933 había aparecido ya la primera edición rusa de las *Raíces*, que se reeditaría en 1934; también en 1933 aparecería un extracto de esta obra en forma de artículo en la revista *Priroda*.

En junio de 1934, la Academia Comunista organizó una sesión especial para conmemorar el veinticinco aniversario de la publicación de *Materialismo y Empiriocriticismo*, de Lenin, en donde, además de criticar el idealismo de Heisenberg, Schrödinger, Bohr y Born, también se acusó de lo mismo a Hessen, Yoffe, Frenkel y Tamm. Paul Josephson, en *Physics and Politics in Revolutionary Russia* (1991)^{17} dice que Hessen, Vavilov y Yoffe participaron en las sesiones defendiendo que la «física contemporánea confirmaba la presencia de las leyes dialécticas en la naturaleza.» Josephson nos informa además de que Kolman dedicó una crítica especialmente fuerte a Hessen en aquella ocasión.

Por lo que sabemos, la actividad de Hessen a partir de aquella reunión de 1934 es prácticamente nula, como bien reconocía su amigo I. Tamm y S. Vavilov. Ni siquiera hay noticias de que participara en la sesión especial organizada por la Academia de las Ciencias en 1936. En la primavera de 1936 el nombre de Hessen desaparece de la *Gran Enciclopedia Soviética*, de la revista *Uspekhi Fisicheskikh Nauk*, y de todos los lugares donde tenía funciones editoriales. Fruto de aquella sesión de la Academia de ciencias de 1936, sería seguramente el artículo que Schlüpmann encontró en *Pravda*, «Autocriticism in Science», en donde tampoco aparece el nombre de Hessen. Las críticas, sin embargo, siguieron más allá de su muerte, a cargo de Maximov, Kolman y A. K. Timiriázev. Kolman acusó a Yoffe de ser maestro de un «enemigo del pueblo», en 1937; Maximov denunció en 1937, también, que Hessen había convertido *Uspekhi Fisicheskikh Nauk* en una publicación idealista (en el índice de esta revista publicado en 1947, los editores borraron todos los artículos que Hessen había publicado allí); y Timiriázev se preguntaba, en respuesta a las críticas de Yoffe, si «¿no es conocido... que desde 1930 a 1936 el enemigo del pueblo Boris Hessen dirigía el Instituto de Física de la Universidad de Moscú? ¿Y que en el consejo editorial de una revista que contaba de cinco personas, dos, Hessen y Apirin, eran enemigos del pueblo?».

Finalmente, Hessen fue detenido el 21 de agosto de 1936, acusado de participar en la conjura terrorista trotskista-zinovievista que había realizado diversos actos de sabotaje. En la sentencia del juicio realizado por el Jurado militar del tribunal Supremo presidido por V. V. Ulrich y celebrado el 20 de diciembre de 1936 a puerta cerrada, dice: «Hessen y Apirin forman parte de la organización terrorista trotskista-zinovievista contrarrevolucionaria, que llevó a cabo el criminal asesinato del camarada S. M. Kirov y que preparó entre 1934 y 1936, con ayuda de los agentes de la Gestapo fascista, una serie de acciones terroristas contra los dirigentes de la VKP (b)». Nikolai Afanasievich Karev (1901-1936; vicepresidente de la Comisión de Planificación de la Academia de Ciencias de la URSS, fusilado en octubre de 1936) había dado testimonio de ello el 5 de junio de aquel mismo año. Según Karev, Hessen organizaba el trabajo entre la juventud. El mismo día 20 de diciembre de 1936 fue fusilado. Parece, no obstante, que Hessen llegó a considerarse culpable, no así Apirin, que fue condenado y ejecutado en la misma sesión. Por lo que sabemos tanto de su vida, como de su obra, Hessen debía estar lejos del grupo bujarinista, y muy probablemente, habría participado en la famosa Oposición Conjunta trotskista-zinovievista de los años veinte, pero no tenemos datos para confirmar este punto.

Hessen, que había ayudado activamente al desarrollo de la escuela de física de Mandelstam y a cuyas clases acudía con asiduidad, fue expulsado de la Academia de Ciencias de la URSS el 29 de abril de 1938, cuando aún no se sabía oficialmente si

estaba vivo o muerto. Genadi Gorelik apunta hacia Maximov como «organizador de la campaña de persecuciones» contra los físicos, de entre los que Hessen fue precisamente uno de los primeros.

Boris Hessen fue rehabilitado en el año 1955, aunque no por unanimidad entre quienes aportaron testimonios sobre él. Su amigo Igor Tamm llegó a decir de él: «En el aspecto científico, B. M. Hessen era, en mi opinión, el más destacado entre los filósofos marxistas que yo conocía y que trabajaban en los problemas de la física moderna.»

2. Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton

Como ha dicho Arnold Thackray en «History of Science» (en Paul T. Durbin, *A Guide to the Culture of Science, Technology, and Medicine*, The Free Press, New York 1980; pp. 3-70) el trabajo de Hessen ha sido pionero en tres aspectos diferentes. El primero se refiere a la *metodología* de la historia de la ciencia a la que proporciona un impulso fundamental aplicando por primera vez de manera sistemática el marxismo (Thackray señala como promotores de la idea del estudio de las raíces sociales y de la historia social de la ciencia, a Marx y, especialmente, a *La dialéctica de la naturaleza* de Engels, situando en una fuente ideológica distinta pero orientada hacia los mismos intereses a Max Weber). Otro aspecto es el que se refiere concretamente a la historia de la *revolución científica*, en la que introduce de lleno la visión marxista, y alimenta la concentración de estudios sobre el tema. El tercer aspecto se refiere a la concepción de la ciencia en su papel político y social. Precisamente, este era, como hemos visto, el mensaje original que encarnaba la delegación soviética al II Congreso. Los tres aspectos se desarrollan de manera conjunta en esta obra, aunque cada capítulo los resalta de manera diferente:

En la introducción de las *Raíces* se hace un planteamiento conjunto del problema que se va a analizar y se proponen las tesis básicas de la concepción del proceso histórico de Marx. La tesis básica es: «El modo de producción de la vida material condiciona el proceso social, político e intelectual de la sociedad.» De ahí que, frente a las interpretaciones idealistas de Newton, se buscará la fuente de su genio creativo en las raíces socioeconómicas de su época. De esta manera, si «El período en el que la actividad de Newton llegaba a su punto culminante corresponde con la época de la guerra civil inglesa y de la Commonwealth»(4/4), «El análisis marxista de la actividad de Newton, realizado sobre la base de los postulados anteriores, consistirá, primero y principalmente en comprender a Newton, su obra y su concepción del mundo, como productos de esta época.»(4/5)

El primer capítulo lleva por título «Economía, Física y Tecnología en la época de Newton» y desarrolla las tesis propuestas en la introducción, en tres partes. Primero se hace una caracterización general de la época siguiendo la que Marx y Engels ofrecían en la *Ideología alemana*, identificando la época de Newton con la época del «capital comercial»(6). El programa general para el capítulo será entonces el siguiente:

«investigamos en primer lugar, las demandas económicas impuestas por el surgimiento y desarrollo del capital comercial.(6/15)

»Después, consideramos qué problemas técnicos necesitaba resolver el nuevo tipo de economía en desarrollo e investigamos a qué complejo de problemas y conocimientos físicos necesarios para su solución conducen estos problemas técnicos.»(7/1)

Este es el esquema general que Hessen desarrolla en el campo de las vías de comunicación, en la industria y en las actividades militares. Posteriormente, señala las bases físicas de los problemas técnicos planteados en estos contextos y, seguidamente, los temas de la física de la época contrastándolos con el contenido de los *Principia*. Las conclusiones generales advierten que todos los problemas técnicos planteados, dice Hessen, «son de naturaleza puramente mecánica»(15/6). Analizados los temas de la física de la época, se concluye, a su vez, que están fundamentalmente determinados por las demandas técnicas; y son, por lo tanto, también, temas mecánicos(16/8).

La primera parte concluye entonces afirmando que la temática de la física «estaba principalmente *determinada*[SN] por las necesidades económicas y técnicas que la incipiente burguesía ponía en primer plano.» (16-17)

La segunda parte se abre con la siguiente consideración: «La ciencia oficial, cuyos centros eran las universidades medievales, no sólo no atendió el cumplimiento de esas tareas, sino que se opuso activamente al desarrollo de las ciencias naturales.» (17/2) Hessen comenta distintos aspectos de este conflicto (17-18) y concluye afirmando que «la lucha entre la ciencia universitaria y la ciencia no universitaria, ésta última al servicio de las necesidades de la incipiente burguesía, era un reflejo en el plano ideológico, de la lucha de clases entre la burguesía y el feudalismo.» (20/2) Al mismo tiempo, insiste en que los contenidos de la nueva ciencia provienen del desarrollo de la industria, a partir del fin de la Edad Media (19). Una industria que proporciona no sólo nuevos materiales para observaciones ulteriores, sino también nuevos medios de experimentación, a la vez que permitió la construcción de nuevos instrumentos (19/5). Finalmente, comenta cómo su estudio se organizó en el contexto de las nuevas instituciones científicas frente a las universidades de tipo medieval (20).

De esta manera, de las dos primeras partes de este capítulo podemos concluir que las actividades productivas *no sólo determinan la temática de la física (mecánica), sino que además, de ellas provienen*, asimismo, nuevos materiales para la observación, nuevos medios de experimentación, y nuevos instrumentos. Al tiempo que se advierte que la burguesía colocó a la ciencia natural al servicio del desarrollo de las nuevas fuerzas productivas (20/10).

Seguidamente entramos en lo que podemos considerar la tercera y última parte de este primer capítulo: la dedicada a Newton. Hessen la inicia con la siguiente consideración: en el contexto presentado por las dos partes anteriores, se plantea «la necesidad de no limitarse solamente a la mera resolución empírica de problemas aislados, sino, de estudiar sintéticamente y preparar unas bases teóricas estables para la solución de todo el conjunto de problemas físicos dispuestos por el desarrollo de la nueva técnica, por medio de métodos generales.» (20-21) Como todos estos problemas eran de carácter mecánico, esta síntesis equivale a la «creación del armonioso edificio de la mecánica teórica» (21/1). Y esto es, precisamente, lo que lograría Newton en los *Principia*.

De esta manera, a pesar «del carácter matemático abstracto de la exposición de los *Principia*» (21/4), Hessen va a tratar de «demostrar que el «núcleo terrenal [*earthy core*]» de los *Principia*, se compone, precisamente, de aquellos problemas técnicos que hemos analizado anteriormente y que fundamentalmente determinaron la temática de la investigación física de la época. (21/6). Para ello, empieza señalando cómo Newton tenía especial interés por cuestiones técnicas citando al efecto la carta que éste envió a Francis Aston (22). Señala también los intereses de Newton en la alquimia interpretándolos desde la perspectiva de las necesidades técnicas y productivas que giraban en torno a la transformación de los metales. Junto a este problema se señala el trabajo de Newton en la Casa Real de la Moneda (23). Si Montague ofreció a Newton el puesto de director de esta institución fue, ante todo porque «estimaba en gran medida el conocimiento de Newton sobre metales y metalurgia.» (23/6) La conclusión a esta parte es que Newton no era precisamente un ser «olímpico situado por encima de todos los «terrestres» intereses económicos y técnicos de su tiempo» (24/2).

Una vez señalados los intereses técnicos de Newton, pasa Hessen a examinar el contenido general de los *Principia* (pp. 24-26) señalando punto por punto la interrelación que se establece con la temática de la física de la época, y concluye: «Esta rápida revisión de los contenidos de los *Principia* muestran la completa *coincidencia*[SN] de la temática física de la época, surgida de las necesidades de la economía y de la técnica, con los contenidos fundamentales de los *Principia*, que se presentan, en el sentido completo de la palabra, como un resumen y una resolución sistemática de todo el conjunto básico de problemas físicos. Y como, en virtud de su carácter, todos estos problemas eran mecánicos, es evidente que la principal obra de Newton era una fundamentación de la mecánica terrestre y celeste.» (26/6)

El título del Segundo capítulo es «La lucha de clases durante la revolución inglesa y la concepción del mundo de Newton». Hessen parte, en este capítulo de la consideración de que la deducción directa de los problemas técnicos y económicos es un *vulgarización* inaceptable (27/1). El trabajo científico se ve afectado «por varias superestructuras, tales como las formas políticas de la lucha de clases y sus resultados, el reflejo de esas luchas en las mentes de sus participantes, –teorías políticas, jurídicas, filosóficas, creencias religiosas y su consiguiente desarrollo en sistemas de dogmas.» (27/4) Y esto es precisamente lo que se propone analizar Hessen en este capítulo, con relación a la época de Newton.

Para ello, realiza primero una exposición de la distribución de las fuerzas de clase tras la revolución inglesa, utilizando como material el prólogo a la edición inglesa de la obra de Engels, *Del socialismo utópico al socialismo científico* (27-30). Posteriormente, analiza las principales tendencias filosóficas de la época que a su vez se desarrollaban «en las complicadas condiciones de lucha de clases» (30/2). Una vez expuestas las principales tendencias filosóficas –fideísmo y materialismo– (entre 30-32), concentra su análisis en la figura de Newton que aparece como «un representante típico de la incipiente burguesía» que en su concepción del mundo «personifica los rasgos característicos de su clase» (32/13). La tesis que va a defender Hessen en este capítulo es que el perfil ideológico de Newton (puritano, *whig*, sociniano, &c..) hace de los *Principia* un sistema, una concepción del mundo, de carácter idealista. Así, «los gérmenes materialistas que estaban ocultos en los *Principia* [...] se mezclaron con sus creencias idealistas y teológicas, que, en cuestiones filosóficas, prevalecían incluso sobre los elementos materialistas de la física de Newton.» (33/6) Y ello, porque los *Principia*, además de su interés técnico, son también una concepción del mundo.

Seguidamente, expone los principios fundamentales del mecanicismo, expresado fundamentalmente en la «concepción mecanicista de la causalidad» (34/4), y advierte que este determinismo mecánico se entremezcla en Inglaterra con el dogma religioso, combinación peculiar que se encuentra también en Newton (34/5). Este dogma religioso determina el carácter específico newtoniano de la «concepción modal del movimiento» (34), su concepción física «idealista» de la estructura del universo (35-36), su concepción de la materia como «esencialmente inerte» y la interpretación peculiar que Hessen ofrece del primer principio de la mecánica de Newton (36-37). Todas estas concepciones están teñidas del idealismo ideológico propio de la clase a la que Newton pertenece. Junto a ello, compara Hessen las concepciones físicas de Descartes y las de Newton señalando las diferencias ideológicas que separan a ambos mecanicismos (37-38). Y, finalmente, expone las concepciones igualmente idealistas que profesa Newton en cuanto al Espacio y al Tiempo absolutos. La conclusión general es clara: «Las tesis idealistas de Newton no son accidentales, sino que están orgánicamente enlazadas con su concepción del universo.» (40/8) En Newton no sólo no hallamos el deseo de separar sus concepciones físicas de las filosóficas, sino que, por el contrario, recurre a sus *Principia* para justificar sus opiniones religioso-teológicas. (40/9).

El propio Hessen nos ofrece una conclusión general que engloba la tesis básica que ha tratado de defender en los dos primeros capítulos. Este párrafo es de un interés extraordinario para entender la tesis de Hessen:

«En la medida en que los *Principia* surgen, básicamente, de los requerimientos de la economía y la técnica de la época y estudian las leyes del movimiento de los cuerpos materiales, indudablemente, contienen elementos de sano materialismo. (40/10)

»Pero los defectos generales de la concepción filosófica de Newton mencionada anteriormente, y su estrecho determinismo mecanicista, no sólo no permiten a Newton desarrollar estos elementos, sino que, antes al contrario, los introduce en el marco de la concepción general religioso-teológica del universo de Newton» (40/11).

El tercer capítulo lleva por título «La concepción de la energía de Engels y la ausencia de la ley de conservación de la energía en Newton». Si la ley de la conservación de la energía supone la vinculación de distintas formas de movimiento, la tarea del presente capítulo será doble: primero explicar, a partir de los principios del materialismo histórico, cómo se produce la aparición de nuevas formas de movimiento, además de la mecánica, lo que se produjo, precisamente, con el «desarrollo de la gran industria». Concretamente, la máquina de vapor imprimió un fuerte impulso al estudio de una nueva forma de movimiento de la materia, la térmica (44/4). Pero, por otra parte, «por su verdadera esencia la máquina de vapor está basada en la transformación de una forma de movimiento (térmico) en otra forma (movimiento mecánico)» (44/7); de manera que junto a la máquina de vapor «nos encontramos inevitablemente también con el problema de la transición de una forma de movimiento a otra, que nosotros no encontramos en Newton y que está vinculado estrechamente con el problema de la energía y su transformación.» (44/8).

Con respecto a la primera tarea, la tesis que va a defender Hessen es que «la conexión entre el desarrollo de la termodinámica y la máquina de vapor es la misma que existe entre los problemas técnicos del período de Newton y su mecánica.» (44/6) Hessen comienza recurriendo al capítulo XIII del tomo primero de *El Capital* de Marx, para explicar «por qué fue precisamente el desarrollo del capitalismo industrial, y no del comercial, el que planteó el problema de la máquina de vapor.» (44-48). Una vez hecho esto, desarrolla la tesis propuesta (47-50), afirmando que la «termodinámica no sólo recibió un impulso en su desarrollo a partir de la máquina de vapor, sino que, de hecho, se desarrolló por el estudio de esta máquina.» (49/13) Surgió la necesidad de estudiar no sólo los procesos físicos separados en la máquina de vapor, sino también la teoría general de las máquinas de vapor, y la teoría general del coeficiente de actividad rentable de las máquinas de vapor. Este trabajo fue llevado a cabo por Sadi Carnot.» (49/14).

Con respecto a la segunda tarea, afirma Hessen que «La categoría de la energía como una de las categorías básicas de la física, aparece cuando se plantea directamente el problema de las interrelaciones entre distintas formas de movimiento.» (51/7). Un problema que sólo se plantea precisamente a partir de la máquina de vapor, en tanto que relaciona las formas de movimiento mecánica y térmica: «Es significativo que la clásica obra de Carnot se denomine *Sobre la potencia motriz del fuego*» —dice Hessen (52/9). Esta conclusión le sirve, además, para *justificar* los principales tópicos acerca de la clasificación de las ciencias, y de la historia de la ciencia en función del desarrollo mismo de las diferentes formas de movimiento, como expresión de «un ciclo eterno de la materia en movimiento», que representan la doctrina básica del materialismo dialéctico expuestos por Engels en su *Dialéctica de la naturaleza* (50-53), y que Hessen ha estado defendiendo en arduas polémicas en la URSS.

La conclusión general del capítulo es evidente: «Newton no percibió ni resolvió el problema de la conservación de la energía, pero no por falta de genio. Los grandes hombres, más allá de la grandeza de su genio, en todos los campos formulan y resuelven las tareas que han sido propuestas por el desarrollo histórico de las fuerzas productivas y por las relaciones de producción.» (53/3)

Finalmente, las *Raíces* terminan con el capítulo titulado «Los destructores de máquinas de la época de Newton y los destructores contemporáneos de las fuerzas productivas». Este último capítulo actúa a modo de «conclusión», y con él, creemos, se aclaran suficientemente las posiciones generales de Hessen con respecto a su concepción de la ciencia: las mismas que aparecen en su análisis de Newton.

El capítulo se abre con una serie de consideraciones sobre el desarrollo ulterior de la ciencia a partir de Newton. Estas consideraciones están inspiradas directamente en las tesis que Engels exponía en el artículo «Historia de la ciencia» de su *Dialéctica de la naturaleza*, así como en la propia introducción a esta obra. Señala cómo el desarrollo del mecanicismo lleva inevitablemente (con Kant-Laplace) al desvanecimiento completo del papel que Dios jugaba todavía en el sistema newtoniano. Esto, como veremos, está en contradicción con su concepción general del mecanicismo.

Pero lo que Hessen pretende señalar con ello es, fundamentalmente, *el carácter revolucionario que juega la burguesía* en el «cambio desde la industria artesanal doméstica a la manufactura y de la manufactura a la industria mecanizada a gran escala [...que] culminó durante la fase del imperialismo monopolista del capitalismo» (55/2): «Al subir al poder, la burguesía revolucionó todas las formas de producción. Redujo a jirones los antiguos lazos feudales, y destruyó las formas arcaicas de relaciones sociales que impedían el nuevo desarrollo de las fuerzas productivas. Durante ese período era revolucionaria porque ofrecía, con ello, nuevos y mejores métodos de producción.» (55/9)

No obstante, Hessen parte, en este capítulo, del siguiente principio: «Así como una fase del modo capitalista de producción es reemplazada por otra, así también cambian las ideas mismas de la clase dominante en la sociedad capitalista sobre la técnica y la ciencia.» (55/3) Esto nos lleva al problema fundamental del capítulo: De una parte, en la época de Newton la ciencia aparece como un *instrumento* de lucha estimulada por el «gigantesco florecimiento de la técnica»; de otra parte, ahora vemos que el resultado de este «florecimiento inaudito de las fuerzas productivas, a partir del tremendo crecimiento de la cultura material» es un «empobrecimiento sin precedentes de las masas populares, y un terrible incremento del desempleo.» (56/3) Asimismo, de una parte, «los científicos [de la época de Newton...] animaron cada nuevo descubrimiento e invención» a través del órgano oficial de la

época *Philosophical Transactions* (57/9); y de otra parte, la situación de *crisis* actual inspira a los editores («los científicos ingleses») de la revista *Nature* a proponer una alternativa totalmente diferente. Ellos encuentran más inteligentes a los pobladores de Erewhon que destruían las máquinas y consideran, según Hessen, que «el remedio para curar las heridas de la sociedad capitalista, los métodos con los que remover todas las contradicciones de un sistema basado en el trabajo asalariado y en la propiedad privada de los medios de producción, es una vuelta a aquellas formas de industria que precedieron inmediatamente a la época del capitalismo industrial.» (59/3)

Hessen responde a partir de una cita del «prólogo» a la *Contribución a la crítica de la economía política*, en la que la tesis fundamental para el caso viene a ser que el desarrollo de las fuerzas productivas alcanzan un nivel tal en el que entran en contradicción con las relaciones de producción existentes, convertidas en obstáculos de aquellas fuerzas, de modo que solamente una reestructuración radical de estas relaciones de producción permitirá el desenvolvimiento ulterior de las fuerzas productivas, y la resolución de la contradicción. De esta manera, la propuesta de *Nature* no es más que «una expresión de la contradicción entre las fuerzas productivas de la sociedad capitalista y las relaciones de producción basadas en la propiedad privada de los medios de producción.» (60/8). La crisis actual que refleja *Nature*, dice Hessen, «es un signo de que su desarrollo futuro [de las fuerzas productivas], en los marcos de esa formación social, es imposible.»

La sociedad burguesa de la época de Newton veía la ciencia como un factor de la producción y un instrumento de la lucha de clases contra la sociedad feudal. Ahora, sin embargo, la ciencia es vista como un azote para el hombre, y *Nature* propone que se detenga, igual que las universidades heredadas del medioevo trataban de detener la nueva ciencia. Hessen, sin embargo, propone reconocer el papel de la ciencia como una fuerza productiva: «La ciencia se desarrolla a partir de la producción y aquellas formas sociales que se convierten en obstáculos para las fuerzas productivas, se convierten a su vez en obstáculos para la ciencia.» (60/9) Por ello, siguiendo las tesis del materialismo histórico, no son las fuerzas productivas las que hay que abandonar, como propone *Nature*, sino, las relaciones de producción que bloquean el desarrollo efectivo de esas fuerzas productivas. De esta manera, al reestructurar las relaciones de producción se reestructura también la ciencia. El desenvolvimiento de las fuerzas productivas exige una nueva sociedad, la sociedad socialista, porque «sólo en la sociedad socialista se transforma la ciencia en patrimonio de toda la humanidad.» De hecho, para Hessen, sólo el proletariado «puede crear las condiciones para su desarrollo sin precedentes [de las fuerzas productivas], y también para el desarrollo de la ciencia.» (61/10)

Esta sociedad socialista se está realizando en la URSS. En ella la ciencia juega un papel central en el marco de las fuerzas productivas, pues sólo allí se reconoce la ciencia como un instrumento para la reestructuración activa de la realidad: «Por ello —dice Hessen— no tememos manifestar «el origen terrenal» de la ciencia, y sus cercanas relaciones con los medios de producción de la existencia material.» (61/8) «Solamente esta concepción de la ciencia puede liberarla realmente de aquellas trabas que inevitablemente soportaba en la sociedad burguesa de clases.» (61/9) Esta es precisamente la razón que explica el análisis que Hessen ha realizado de Newton, en consonancia con el mensaje que la delegación soviética llevaba a Londres.

Parece, por tanto, que el trabajo de Hessen tiene dos partes generales, una de las cuales tiene que ver con el análisis concreto, histórico, de la ciencia newtoniana, parte que ocuparía fundamentalmente, los dos primeros capítulos, si excluimos en estas consideraciones la introducción. En esta parte, los problemas fundamentales girarán en torno a la cuestión del internalismo y externalismo en historia de la ciencia. Mientras que hay una segunda parte, en la que cuestiones sobre la concepción del materialismo dialéctico, y del materialismo histórico, conectan a Hessen con los debates políticos y filosóficos de la época que tenían lugar en la URSS, en los que él participaba de manera muy activa. Hessen, sin embargo, encontraba estas cuestiones relacionadas de manera tal, que prácticamente es más razonable pensar, como veremos, que Newton era una excusa histórica para tratar cuestiones filosóficas y políticas de mayor alcance (en el seno de la URSS), que un objetivo de estudio escogido por su propio interés intrínseco, exclusivamente.

Conocido especialmente por su participación en el histórico II Congreso Internacional de Historia de la Ciencia y de la Técnica acaecido en Londres en 1931, el trabajo que allí presentó y que acabamos de resumir es *la obra fundacional de la historia de la ciencia marxista*. Su impacto fue tal que toda una generación de historiadores ingleses de la ciencia seguiría sus pasos. Al mismo tiempo, con este trabajo Hessen abrió el camino hacia los estudios sociales de la ciencia, convirtiéndose en el *Padre del externalismo*, como metodología. Con ello, inspiró gran parte de la disciplina hoy llamada *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Sin embargo, debemos puntualizar que la interpretación de Hessen como padre del externalismo no fue sino la reacción de los estudiosos occidentales a un tipo de trabajo que no podían digerir, de la misma manera que quienes ahora detentan las siglas del llamado movimiento CTS procuran citarlo de manera diplomática, para abandonarlo rápidamente como ejemplo de un «radicalismo» impertinente. Sin duda, tanto entre sus detractores, como en los que siguieron su obra, encontramos el rastro de Boris Hessen influyendo en las principales corrientes de los estudios sociales de la ciencia. Su radicalismo, para los internalistas (un radicalismo que no hay que cifrar en su «externalismo», que es sólo aparente, sino en su *marxismo*), hace su obra inútil, mientras que los radicales *relativistas* encuentran a Hessen como el exponente de un «internalismo» intolerable (nuevamente, no se trata de internalismo, sino, otra vez, de *marxismo*). Se trata precisamente de que en el Materialismo Histórico ejercido por Hessen encontramos un análisis sociológico y económico que no niega en absoluto la objetividad de la ciencia, en la especial respuesta que el marxismo ofrece de esta cuestión. Lo que no le impide situar el desarrollo histórico de la ciencia en las coordenadas socioeconómicas de su época.

Este trabajo de Boris Hessen sirvió de inspiración teórica a toda una serie de historiadores y sociólogos de la ciencia cercanos al marxismo, entre los que destaca John Desmond Bernal, J. Needham, Lancelot Hogben, B. Farrington, G. Childe, J. G. Crowther, C. P. Snow, Julian Huxley, P. M. Blakckett, Christopher Hill, John Haldane, S. F. Mason, &c.. Entre sus primeros críticos figura precisamente George Sarton, G. N. Clark, Arnold Rupert Hall, &c.. Aunque autores como Merton lo consideraron un pionero, tanto los críticos, como la corriente abierta por Merton tergiversaron este trabajo convirtiendo a Hessen en el «Padre del Externalismo». Nada más lejos de las pretensiones hermenéuticas de su trabajo, pero sea como sea, Hessen habrá de ser desde entonces, para la historia social de la ciencia del siglo XVII, y para el enfoque sociológico de la ciencia en general, y marxista en particular, un pionero indiscutible.

3. Sobre el texto

«Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton» es el texto que Hessen expuso en la conferencia pronunciada con motivo del II Congreso de Historia de la Ciencia y de la Tecnología acaecido en Londres, entre el 29 de junio y el 4 de Julio de 1931. La conferencia de Hessen formaba parte de los trabajos presentados por la Delegación soviética enviada al efecto. Todos ellos fueron leídos en sesión especial y fuera de programa, el sábado 4 de julio e, inmediatamente, aparecieron traducidos al inglés en un volumen publicado a la semana siguiente del congreso. Este volumen se editó con el sugerente título, *Science at the Cross Roads. Papers Presented to the International Congress of the History of Science and Technology Held in London from June 29th to July 3rd, 1931 by the Delegates of the URSS*, Russian Foreign-Languages Press, Kniga, Londres 1931. Este libro sería reeditado con un prólogo de Joseph Needham y una «nueva introducción» de Paul Gary Werskey, en Frank Cass and Company Limited, Londres 1971, con motivo del cuarenta aniversario del Congreso de Londres, y con ocasión del XIII Congreso de Historia de la Ciencia y Tecnología acaecido en Moscú en Agosto de 1971. Este mismo año, apareció en Nueva York una edición facsimilar y separada de la conferencia de Hessen, a cargo de Robert Sonne Cohen. Para la edición de esta traducción que ofrecemos, hemos tomado como textos de referencia la edición de Cohen, Boris Hessen, *The Social and Economic Roots of Newton's Principia*», Howard Fertig, New York 1971 (con introducción de Robert Sonne Cohen). También hemos consultado la edición rusa de 1933: Boris Gessen, *Sotsialno-ekonomicheskie korni mejaniki Niutona. Doklad na II mezhdunarodnom kongresse po istorii nauki i tekhniki*, editorial técnico-teórica, Moscú-Leningrado 1933 (con apéndices y bibliografía)^{18}. Asimismo, hemos contrastado nuestra traducción con la traducción que Pedro Pruna realizó en 1985 en La Habana, Boris Hessen, *Las raíces socioeconómicas de la Mecánica de Newton*, ed. Academia, La Habana 1985 (introducción, traducción y notas de Pedro Pruna). Una traducción muy importante porque es la única hecha directamente del ruso, a cualquier otro idioma. Esta edición toma como referencia la segunda edición rusa, de 1934. No obstante, esta edición de Pruna adolece de ciertos defectos como son el reordenamiento de los párrafos de manera totalmente ajena a los textos manejados, la omisión de ciertos párrafos, así como no cotejar los textos ruso e inglés. Esperamos haber eliminado estas carencias con la traducción crítica que ofrecemos. En todo caso, para conocer las distintas traducciones y ediciones de que ha sido objeto esta obra, el lector puede consultar en nuestro capítulo I, el epígrafe dedicado a «las ediciones de las Raíces».

En las notas que hemos añadido puede encontrar el lector referencias a los capítulos en los que se analizan en profundidad cada uno de los problemas que toca Boris Hessen, así como referencias bibliográficas o datos aclaratorios y críticos en los que se contrastan las distintas erratas, elipsis o diferencias que existen entre las tres ediciones que hemos considerado básicas: la primera edición rusa de 1933, las ediciones inglesas de 1931 y 1971 y la edición americana también de 1971 (estas tres facsímiles), así como la edición cubana de 1985. Hemos respetado, para evitar confusiones, el orden de párrafos y páginas que mantiene la edición inglesa, la más extendida, con diferencia. Cada párrafo lleva añadido su número así como el número de página (según la edición inglesa) que ha recibido. La intención ha sido solamente favorecer su manejo en nuestro trabajo de comentario y análisis.

Boris Mijailovich Hessen

Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton

Índice:

1. Introducción: La teoría del proceso histórico de Marx, p. 1
2. La economía, la física y la tecnología de la época de Newton, p. 5
3. La lucha de clases durante la revolución inglesa y la perspectiva de Newton, p. 27
4. La concepción de la energía de Engels y la ausencia de la ley de conservación de la energía en Newton, p. 43
5. Los destructores de máquinas de la época de Newton y los destructores contemporáneos de las fuerzas productivas, p. 54

1. Introducción: La Teoría de Marx sobre el proceso histórico

(1/1) La obra y también la personalidad de Newton han llamado la atención de los científicos de todas las épocas y

naciones. La enorme amplitud de sus descubrimientos científicos, el significado de su obra para todo el desarrollo posterior de la física y de la tecnología, la notable exactitud de sus leyes despierta de forma justificada un especial respeto por su genio.

(1/2) ¿Qué colocó a Newton en la encrucijada del desarrollo de la ciencia y le dio la posibilidad de indicar los nuevos caminos de este movimiento progresivo?

(1/3) ¿Dónde podríamos buscar la fuente del genio creativo de Newton? ¿Qué determinó el contenido y la dirección de sus actividades?

(1/4) Estas son las cuestiones a las que inevitablemente se enfrenta el investigador que toma como tarea no la simple acumulación de materiales relativos a Newton, sino que quiere penetrar en la verdadera esencia de su trabajo creador.

(1/5) «La Naturaleza y las leyes naturales se encontraban ocultas en la noche: Dios dijo ¡hágase Newton! y todo fue luz.»

(1/6) Esto decía Pope en un conocido poema.

(1/7) En un libro reciente, *Ciencia y civilización*, declara el profesor Whitehead^{19}, famoso matemático británico: Nuestra nueva cultura debe su desarrollo al hecho de que Newton nació en el mismo año de la muerte de Galileo. Sólo hay que pensar en lo que la historia del desarrollo de la humanidad habría sido si estos dos hombres no hubieran aparecido en el mundo.

(1/8) El conocido historiador de la ciencia inglés, F. S. Marvin, miembro de la presidencia de este Congreso Internacional, se adhirió a esta opinión en su artículo, «el sentido del siglo XVII», que apareció hace un par de meses en *Nature*^{20}.

(1/9) De este modo, el fenómeno de Newton se contempla como debido a la bondad de la divina providencia, y el poderoso impulso que su obra dio al desarrollo de la ciencia y la tecnología se considera como el resultado de su genio personal.

(1/10) En esta conferencia presentamos una concepción radicalmente distinta de Newton y su obra. [1]

(2/1) Nuestra tarea consistirá en aplicar el método del materialismo dialéctico y la concepción del proceso histórico que Marx creó para un análisis de la génesis y el desarrollo de la obra de Newton en conexión con el período en el que él vivió y trabajó.

(2/2) Ofrecemos una breve exposición de las suposiciones básicas expresadas por Marx que serán las que van a guiar nuestra conferencia.

(2/3) Marx expuso su teoría del proceso histórico en el prefacio a la *Crítica de la economía política* y en *La ideología alemana*. Intentaremos presentar la esencia del punto de vista marxista con sus propias palabras en la medida de lo posible.

(2/4) La sociedad existe y se desarrolla como un todo orgánico. Para asegurar esa existencia y desarrollo la sociedad debe desarrollar a su vez la producción. En la producción social los hombres entran en determinadas interrelaciones que son independientes de su propia voluntad. En cada etapa dada, estas relaciones corresponden al desarrollo de las fuerzas materiales de producción.

(2/5) El conjunto de estas fuerzas productivas constituye la estructura económica, la base real sobre la que están edificadas las superestructuras jurídicas y políticas.

(2/6) A esta base corresponden también formas determinadas de conciencia social.

(2/7) *El modo de producción de la vida material condiciona el proceso de la vida social, política y espiritual en general*^{21}.

(2/8) No es la conciencia de los seres humanos la que determina su existencia, sino que, por el contrario, es su existencia social la que determina su conciencia. En una cierta etapa de su desarrollo, las fuerzas materiales de

producción de la sociedad entran en conflicto con las relaciones de producción existentes, o con las relaciones de propiedad dentro de las cuales se han desarrollado hasta ahora (lo que es sólo una expresión jurídica de lo mismo).

(2/9) De ser las formas de las fuerzas de producción se transforman en hacedoras de esas fuerzas. Entonces sobreviene un período de revoluciones sociales. Con el cambio de bases también ocurre una transformación en toda la enorme superestructura.

(2/10) La conciencia que prevalece durante este período ha de ser explicada por referencia al antagonismo de la existencia material, al conflicto existente entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción. [2]

(3/1) Lenin observa que esta concepción de la interpretación materialista de la historia elimina dos defectos fundamentales de las teorías históricas anteriores.

(3/2) Las teorías de la historia anteriores consideraban que los únicos motivos de la actividad histórica del pueblo eran los intelectuales. En consecuencia, no podían revelar las verdaderas raíces de aquellos motivos, y en consecuencia la historia estaba justificada por los impulsos intelectuales individuales de los seres humanos. De este modo, se cerraba el camino a cualquier reconocimiento de las leyes objetivas del proceso histórico. «La opinión gobernaba el mundo». El curso de la historia dependía de los talentos y de los impulsos personales del hombre. La personalidad era quien creaba la historia.

(3/3) La interpretación antes citada que el profesor Whitehead hacía de Newton es un ejemplo típico de esta concepción limitada del proceso histórico.

(3/4) El segundo defecto que la teoría de Marx elimina es el que supone que el sujeto de la historia no es la masa del pueblo sino las personalidades geniales. El más claro representante de esta interpretación es Carlyle, para quien la historia era la historia de los grandes hombres.

(3/5) Las realizaciones de la historia sólo son el resultado de los pensamientos de los grandes hombres. El genio de los héroes no es producto de condiciones materiales, sino al contrario, la fuerza creativa del genio transforma esas condiciones, pues, en sí mismo no tiene necesidad de otros factores materiales extrínsecos.

(3/6) En contraposición con esta interpretación Marx observa el movimiento de las masas como hacedoras de la historia y estudia las condiciones sociales de la vida de las masas y las modificaciones en estas condiciones.

(3/7) El marxismo, como subraya Lenin, señaló el camino para un estudio global de los procesos de nacimiento, desarrollo y declive de los sistemas sociales. Explica estos procesos considerando toda la agregación de tendencias contradictorias, reduciéndolas a las condiciones de existencia y de producción exactamente determinadas, de las diferentes clases.

(3/8) El marxismo elimina el subjetivismo y la arbitrariedad en la selección o interpretación de las diferentes ideas «dominantes», atribuyendo las raíces de todas las ideas, sin excepción, al estado de las fuerzas materiales de producción.

(3/9) En la sociedad de clases, la clase dominante somete las fuerzas productivas a sí misma y, en virtud de esta dominación de la fuerza material, somete a todas las otras clases a sus intereses.

(3/10) En cada período histórico, las ideas de la clase dominante son las ideas dominantes, y la clase dominante distingue sus ideas de todas las anteriores considerándolas como [3] verdades eternas. Desea reinar eternamente y basa la inviolabilidad de su dominio en la cualificación de sus ideas como eternas.

(4/1) En la sociedad capitalista se produce una separación de las ideas dominantes con respecto a las relaciones de producción y, de este modo, se produce la impresión de que la estructura material está determinada por las ideas.

(4/2) La práctica no ha de ser explicada por referencia a las ideas, sino al contrario, es la formación de las ideas la que ha de ser explicada por referencia a la práctica material.

(4/3) Sólo el proletariado, que tiene como objetivo la creación de una sociedad sin clases, está libre de limitaciones en su concepción del proceso histórico y crea una historia verdadera y genuina tanto de la naturaleza como de la sociedad.

(4/4) El período en el que la actividad de Newton llegaba a su punto culminante corresponde con la época de la guerra civil inglesa [y de la Commonwealth]^{22}.

(4/5) El análisis marxista de la actividad de Newton, realizado sobre la base de los postulados anteriores, consistirá primero y principalmente en comprender a Newton, su obra y su concepción del mundo, como productos de esta época. [4]

2. La economía, la física y la tecnología en la época de Newton^{23}

(5/1) La característica general de esa parte de la historia del mundo conocida como historia medieval y moderna es, principalmente, que durante este período nos encontramos ante el predominio de la propiedad privada.

(5/2) Todas las formaciones sociales y económicas de este período mantienen esta característica básica.

(5/3) En consecuencia, Marx consideraba este período de la historia de la humanidad como la historia del desarrollo de formas de propiedad privada, y distingue tres períodos dentro de esta vasta época.^{24}

(5/4) El primer período es el del dominio del feudalismo. El segundo período empieza con la desintegración del sistema feudal y se caracteriza por la emergencia y desarrollo del capital comercial y de la manufactura.

(5/5) El tercer período en la historia del desarrollo de la propiedad privada es el del dominio del capitalismo industrial. Este da lugar a la industria a gran escala, a la aplicación de las fuerzas de la naturaleza a los intereses industriales, y a la mecanización y a la más detallada división del trabajo.

(5/6) Los brillantes éxitos de la ciencia natural durante el siglo XVI y el XVII estaban condicionados por la desintegración de la economía feudal, el desarrollo del capital mercantil, de las relaciones marítimas internacionales y de la industria pesada (minera [y metalúrgica^{25}]).

(5/7) Durante los primeros siglos de economía medieval, no sólo la feudal, sino, gran parte de la economía urbana, se basaba también en el consumo privado.

(5/8) La producción destinada al intercambio era entonces sólo incipiente. De ahí se sigue la naturaleza limitada del intercambio y del mercado, las formas cerradas y estáticas de producción, y el aislamiento local con respecto al mundo externo, las conexiones puramente locales de los productores; los estados feudales y la comuna en el campo, los gremios en las ciudades. [5]

(6/1) En las ciudades el capital era en especie, directamente conectado con el trabajo del dueño e inseparable de él. Se trataba de un capital *corporativo*.

(6/2) En las ciudades medievales no había división del trabajo entre los distintos oficios ni dentro de estos oficios entre los distintos trabajadores.

(6/3) Las escasas relaciones de intercambio social y comercial, la escasez de población y la limitada extensión del consumo impedían cualquier crecimiento adicional en la división del trabajo.

(6/4) El siguiente paso en el ámbito de la división del trabajo fue la separación de la producción de las formas de relación social y la formación de una clase especial de comerciantes.

(6/5) Los límites del comercio se ampliaron. Las ciudades empezaron a relacionarse unas con otras. Surgió, pues, la necesidad de que los caminos fueran seguros y la demanda de buenas vías de comunicación y medios de transporte.

(6/6) Las nuevas asociaciones que se estaban desarrollando entre las ciudades, llevaron a la división de la producción entre ellas. Cada una desarrollaba una esfera especial de la producción.

(6/7) Así, la desintegración de la economía feudal llevó al segundo período de la historia del desarrollo de la propiedad privada, al dominio del capital comercial y de la manufactura.

(6/8) El nacimiento de la manufactura fue la consecuencia inmediata de la división del trabajo entre varias

ciudades.

(6/9) Junto con la manufactura, las relaciones entre el trabajador y el patrón se modificaron. La relación monetaria entre el capitalista y el trabajador hace su aparición.

(6/10) Finalmente, las relaciones patriarcales entre los amos y los siervos se destruyeron.

(6/11) El comercio y la manufactura crearon la alta burguesía. La pequeña burguesía se concentraba en comercios y se veía obligada en las ciudades a ceder ante la hegemonía de los mercaderes y manufactureros.

(6/12) Este período data de la mitad del siglo XVII y continúa hasta el final del XVIII.

(6/13) Así es el resumen esquemático del curso del desarrollo a partir del feudalismo hasta el capital comercial y la manufactura.

(6/14) Las actividades de Newton se localizan dentro del segundo período de la historia del desarrollo de la propiedad privada.

(6/15) En consecuencia, investigamos en primer lugar, las demandas económicas^{26} impuestas por el surgimiento y desarrollo del capital comercial. [6]

(7/1) Después, consideramos qué problemas técnicos necesitaba resolver el nuevo tipo de economía en desarrollo e investigamos a qué complejo de problemas y conocimientos físicos necesarios para su solución conducen estos problemas técnicos^{27}.

(7/2) Dirigimos nuestro estudio a tres importantes esferas que fueron de importancia decisiva para el sistema social y económico que estamos investigando. Estas esferas son las vías y medios de comunicación, la industria y las actividades militares^{28}.

Vías de comunicación

(7/3) Al principio de la Edad Media el comercio había alcanzado realmente un considerable desarrollo. Sin embargo, los medios de comunicación terrestre estaban en un estado verdaderamente miserable. Los caminos eran tan estrechos que ni siquiera dos caballos podían pasar a la vez. El camino ideal era aquel en el que tres caballos podrían pasar uno junto a otro, donde, según la expresión de la época (siglo XIV) «Una novia podía pasar cabalgando junto al carro fúnebre sin tocarlo.»

(7/4) Habitualmente, las mercancías se llevaban en fardos. La construcción de caminos era casi inexistente. La naturaleza autosuficiente de la economía feudal no daba impulso alguno al desarrollo de la construcción de caminos. Por el contrario, tanto los barones feudales, como los habitantes de los lugares a través de los cuales pasaba el transporte comercial, estaban interesados en mantener la pobre condición de los caminos, porque el [Grundrrecht^{29}] les daba el derecho de cobrar un impuesto o de apropiarse de cualquier cosa que cayera en sus propiedades del carro o de los fardos.

(7/5) La velocidad del transporte terrestre en el siglo XIV no excedía las cinco o siete millas al día.

(7/6) Naturalmente, el transporte marítimo y fluvial, desempeñaba un papel muy importante, por un lado, en razón de la gran capacidad de carga de los barcos y, también, por la mayor velocidad en el transporte: El mayor de los carros de dos ruedas arrastrado por diez o doce bueyes apenas podía llevar dos toneladas de mercancías, mientras que un barco de tamaño medio podía llevar hasta seiscientos toneladas. Durante el siglo XIV el viaje de Constantinopla a Venecia llevaba tres veces más tiempo por tierra que por mar.

(7/7) Sin embargo, incluso el transporte marítimo en este período era muy imperfecto: Como no se habían inventado aún métodos seguros para establecer la posición de un navío en mar abierto, se veían obligados a navegar cerca de las costas, lo que reducía mucho la velocidad del viaje.

(7/8) Aunque la primera mención de la brújula marinera en el libro árabe *El tesoro de los mercaderes*, data de 1242, su uso no se universalizó hasta la segunda mitad del siglo XVI. Las cartas náuticas hicieron su aparición más o menos por la misma fecha.

(7/9) Pero la brújula y las cartas de navegación sólo pueden ser explotadas racionalmente, cuando hay conocimiento de los métodos para establecer la [7] posición del navío, i.e., cuando pueden ser determinadas la latitud y la longitud.

(8/1) El desarrollo del capital comercial rompió el aislamiento de la ciudad y de la comuna campesina, extendió el horizonte geográfico extraordinariamente, y aceleró considerablemente el ritmo de la vida. Esto generó la necesidad de vías convenientes de comunicación, de medios más perfectos de comunicación, de una medición más exacta del tiempo, especialmente en conexión con la proporción continuamente acelerada del intercambio, y de una exacta aplicación de cálculos y medidas.

(8/2) Se dedicó una atención especial al transporte por agua: Al transporte marítimo como medio de unión entre distintos países y al fluvial como medio de unión interno.

(8/3) El desarrollo del transporte fluvial también fue favorecido por el hecho de que en la antigüedad las vías fluviales habían sido más accesibles y más exploradas, y el crecimiento natural de las ciudades estaba ligado al sistema de comunicaciones fluviales. El transporte por río era tres veces más barato que el transporte por caminos.

(8/4) La construcción de canales también se desarrolló como un medio complementario del transporte interno, y sirvió para mejorar la unión del transporte marítimo con el sistema fluvial interno.

(8/5) Así, el desarrollo del capital comercial planteó los siguientes problemas técnicos de transporte:

[En el ámbito del transporte por agua]{30}

(8/6) 1. Un incremento en la capacidad de tonelaje de los barcos y en su velocidad.

(8/7) 2. Mejora de las cualidades de flotación de los barcos: Su fiabilidad, buen rendimiento en el mar, menor tendencia al balanceo, respuesta a los golpes de timón, facilidad de maniobra, que era especialmente importante para los barcos de guerra.

(8/8) 3. Medios cómodos y fiables para determinar la posición en el mar. Medios para determinar la latitud y la longitud, la desviación magnética y los períodos de las mareas.

(8/9) 4. Perfeccionamiento de las vías fluviales internas y de su conexión con el mar; construcción de canales y esclusas.

(8/10) Consideremos ahora qué prerequisites físicos son necesarios para la resolución de estos problemas técnicos.

(8/11) 1. Para aumentar la capacidad de carga de los barcos es necesario conocer las leyes fundamentales que gobiernan la flotación de cuerpos en líquidos; además, para estimar la capacidad de carga, es necesario conocer el método para medir el desplazamiento del barco. Estos son problemas de hidrostática.

(8/12) 2. Para mejorar las condiciones de flotación de un barco es necesario conocer las leyes que gobiernan el movimiento de los cuerpos en líquidos –este es un aspecto de las leyes que gobiernan el [8] movimiento de los cuerpos en un medio resistente– una de las tareas básicas de la hidrodinámica.

(9/1) El problema de la estabilidad del barco cuando se balancea es una de las tareas básicas de la mecánica de puntos materiales.

(9/2) 3. El problema de la determinación de la latitud consiste en la observación de cuerpos celestes y su solución depende de la existencia de instrumentos ópticos y de un conocimiento de los mapas de los cuerpos celestes y de su movimiento –de la mecánica celeste.

(9/3) El problema de determinar la longitud puede ser resuelto de manera más conveniente y simple con la ayuda de un cronómetro. Pero como el cronómetro fue inventado ya en la década de los treinta en el siglo XVIII, tras la obra de Huygens, para determinar la longitud el recurso era medir la distancia entre la luna y las estrellas fijas.

(9/4) Este método, que fue puesto en vigor [en 1498^{31}] por Américo Vesputio, exige un conocimiento exacto de

las anomalías de los movimientos de la luna y constituye una de las tareas más complicadas de la mecánica celeste. La determinación de los períodos de las mareas con respecto a la localidad y a la posición de la luna exige un conocimiento de la teoría de la atracción, que también es una tarea de la mecánica.

(9/5) La importancia que tenía esta tarea es evidente si se tiene en cuenta la circunstancia de que mucho antes de que Newton diera al mundo su teoría general de las mareas sobre la base de la teoría de la gravedad, en 1590 Stevin dibujó tablas en las que se mostraba la hora de las mareas en cualquier lugar dado, según la posición de la luna.

(9/6) 4. La construcción de canales y esclusas exige un conocimiento de las leyes básicas de la hidrostática, las leyes que gobiernan el flujo de los líquidos, ya que es necesario saber cómo estimar la presión del agua y la velocidad de su flujo. En 1598 Stevin se ocupó del problema de la presión del agua y vio que el agua podía ejercer una presión en el fondo de un barco mayor que su peso. En 1642 Castelli publicó un tratado especial sobre el movimiento del agua en canales de varias secciones. En 1646 Torricelli estaba trabajando en la teoría de fluido de líquidos.

(9/7) Como vemos, los problemas de construcción de canales y esclusas también nos lleva a las tareas de la mecánica (hidrostática e hidrodinámica).

Industria

(9/8) Ya al final de la Edad Media (siglos XIV y XV) la industria minera se estaba convirtiendo en una gran industria. La minería de plata y de oro en conexión con el desarrollo de la circulación de moneda estaba estimulada por el crecimiento del intercambio. El descubrimiento de América fue principalmente [9] debido a la necesidad de oro, puesto que la industria europea, que se había desarrollado tan fuertemente durante los siglos XIV y XV, e igualmente el comercio europeo, demandaban mayor abastecimiento de medios de intercambio. Por otro lado, la necesidad de oro exigía dirigir una atención especial a la explotación de minas y otras fuentes de oro y plata.

(10/1) El poderoso desarrollo de la industria de guerra, que había hecho enormes avances desde la época de la invención de las armas de fuego y de la introducción de la artillería pesada, estimulaba la explotación de minas de hierro y cobre hasta una extensión extraordinaria. En 1350, las armas de fuego se habían convertido en el arma habitual de los ejércitos de Europa del este, sur y centro.

(10/2) En el siglo XV la artillería pesada había alcanzado un alto nivel de perfección. En los siglos XVI y XVII la industria de guerra generó enormes demandas en la industria metalúrgica. Solamente en los meses de marzo y abril de 1652, Cromwell necesitó 335 cañones, y en diciembre otras 1.500 armas de artillería además, con un peso conjunto de 2.230 toneladas, aparte de 117.000 balas y 5.000 bombas de mano.

(10/3) En consecuencia, está claro que el problema de la explotación más efectiva de las minas se convirtió en un asunto de primera importancia.

(10/4) El primer y principal problema que surge es fijar la profundidad a la que están los yacimientos. Además, a mayor profundidad de las minas más difícil y peligroso es el trabajo en ellas.

(10/5) Se hace necesario mucho equipamiento para el bombeo de agua, la ventilación de las minas, y para llevar a la superficie el mineral. Además es necesario un conocimiento de la manera más eficaz de abrir las minas y del plan de explotación de las mismas.

(10/6) A principio del siglo XVI la minería había alcanzado un considerable desarrollo. Agrícola dejó una detallada enciclopedia de la minería, en donde se puede observar qué cantidad de medios técnicos habían llegado a ser utilizados en la minería^{32}.

(10/7) Para sacar el mineral a la superficie y bombear el agua, se construían bombas y aparatos elevadores (tornos para elevar y tornillos horizontales); se utilizaba la energía de los animales, el viento y los saltos de agua. Comenzó a usarse un sistema completo de bombeo, ya que al ser las minas cada vez más profundas, el problema de sacar el agua se convierte en una de las tareas técnicas más importantes.

(10/8) En su libro, Agrícola describe tres clases de instrumentos para sacar el agua, siete clases de bombas, y seis clases de equipos para extraer el agua mediante cubos o cántaros, en total, dieciséis tipos de máquinas de elevación de agua.

- (10/9) El desarrollo de la minería implicaba una enorme variedad de equipamiento para la elaboración del mineral. Aquí nos encontramos con [10] hornos de fundición, bocartes y maquinaria para separar los metales.
- (11/1) Hacia el siglo XVI la industria minera se había convertido en un complejo organismo que exigía un considerable conocimiento en su organización y dirección. En consecuencia, la industria minera se desarrolla inmediatamente como una industria a gran escala, libre del sistema de gremios y por ello no sujeta al estancamiento artesanal. Técnicamente era la industria más progresiva y engendró los elementos más revolucionarios de la clase obrera durante la edad media, i.e., los mineros.
- (11/2) La confección de galerías exige considerables conocimientos de geometría y trigonometría. Durante el siglo XV los ingenieros con conocimientos científicos estaban trabajando en las minas.
- (11/3) Así el desarrollo del intercambio y de la industria de guerra planteó a la industria minera los siguientes problemas técnicos:
- (11/4) 1. La extracción de los minerales desde profundidades considerables.
- (11/5) 2. Métodos de ventilación de las minas.
- (11/6) 3. El bombeo de agua y equipo de conducción de agua: el problema de la bomba.
- (11/7) 4. La transformación del método simple de producción con fuelles de aire húmedo, predominante hasta el siglo XV, a la más perfecta forma de producción en altos hornos, en el que se plantea el problema de la inyección de aire, así como el de la ventilación.
- (11/8) 5. La elaboración del mineral con la ayuda de máquinas cortadoras o bocartes y trituradoras.
- (11/9) Consideremos los problemas físicos que subyacen en las bases de estas tareas técnicas.
- (11/10) 1. La extracción de los minerales y la tarea de proveer la maquinaria de extracción se basa en la ordenación de poleas y tornos, i.e., de una variedad de las máquinas mecánicas simples.
- (11/11) 2. El equipamiento de la ventilación exige un estudio de las corrientes, i.e., corresponde a la aerostática, que a su vez, es parte de la estática.
- (11/12) 3. El bombeo del agua de las minas y el equipamiento de bombas, especialmente las bombas de pistón, necesita una investigación considerable dentro de la esfera de la hidrostática y de la aerostática.
- (11/13) En consecuencia, Torricelli, Guericke, y Pascal se ocuparon ellos mismos del problema de la elevación de líquidos a través de tubos y de la presión atmosférica.
- (11/14) 4. El paso a la producción en altos hornos provocó inmediatamente la aparición de altos hornos de grandes dimensiones con los edificios necesarios, norias, fuelles, martillos de triturar y martillos pesados. [11]
- (12/1) Los problemas de hidrostática y dinámica planteados por la construcción de norias, el problema de los fuelles así como el de los impulsores de aire para la ventilación también exigen un estudio del movimiento y compresión del aire.
- (12/2) 5. Como en el caso de otras instalaciones, la construcción de bocartes y de martillos pesados movidos mediante la utilización de la fuerza de la caída del agua (o de la fuerza de los animales) exige un complicado diseño de ruedas dentadas y de mecanismos de transmisión, lo que es esencialmente también una tarea de la mecánica. En el molino se desarrolla la teoría de la fricción y el cálculo matemático de las ruedas dentadas de transmisión.
- (12/3) Así, prescindiendo de los grandes problemas que las minas y las industrias mineras y metalúrgicas de este período plantearon a la química, todo el conjunto de las tareas de la física se incluía dentro de los límites de la mecánica.

- (12/4) La historia de la guerra, escribía Marx a Engels en 1857, nos permite confirmar cada vez más claramente la certeza de nuestra interpretación sobre las conexiones entre las fuerzas productivas y las relaciones sociales^{33}.
- (12/5) En general, el ejército es muy importante para el desarrollo económico. Fue dentro del entorno de la guerra donde se organizó primeramente el orden profesional de las corporaciones de artesanos. Aquí encontramos también, por primera vez, la aplicación de la maquinaria a gran escala.
- (12/6) Incluso el valor especial de los metales y su papel como moneda estaba basado evidentemente en su significado bélico.
- (12/7) Así también la división del trabajo dentro de las distintas esferas de la industria se introdujo por primera vez en el ejército. En él encontramos sintetizada la historia entera del sistema burgués.
- (12/8) Desde la época de aplicación de la pólvora en Europa (fue utilizada en China incluso antes de nuestra era) se produce un rápido incremento de las armas de fuego.
- (12/9) La artillería pesada apareció por primera vez en 1280, durante el asedio de Córdoba por los árabes. En el siglo XIV las armas de fuego pasaron de los árabes a los españoles. En 1308, Fernando IV tomó Gibraltar con la ayuda de cañones. [Otros pueblos tomaron de los españoles la artillería. A mediados del siglo XIV, las armas de fuego se utilizan en todos los países de Europa oriental, meridional y central.^{34}]
- (12/10) Las primeras armas pesadas eran extremadamente torpes y sólo podían ser transportadas en secciones. Incluso las armas de pequeño calibre eran muy pesadas, porque no había sido establecida ninguna proporción entre el peso del arma y la bala y entre el peso de la bala y de la carga.
- (12/11) Sin embargo, las armas de fuego no eran usadas sólo en los asedios, sino en los barcos de guerra. En 1386 los ingleses capturaron dos barcos de guerra armados con cañones.
- (12/12) Durante el siglo XV se produjo un importante desarrollo de la artillería. [**12**] Las balas de piedra fueron sustituidas por balas de hierro. Los cañones eran construidos sólidamente con hierro y cobre. Las cureñas se perfeccionaron y el transporte experimentó grandes avances. La velocidad de disparo aumentó. A este factor se deben los éxitos de Carlos VIII en Italia.
- (13/1) En la batalla de Fornovo los franceses dispararon más balas en una hora que los italianos en un día.
- (13/2) Maquiavelo escribió su *Arte de la Guerra* especialmente con la intención de mostrar los medios de hacer frente a la artillería mediante la hábil disposición de la infantería y la caballería.
- (13/3) Pero, por supuesto, los italianos no quedaron satisfechos solamente con esto, y desarrollaron su propia industria de guerra. En la época de Galileo, el Arsenal de Florencia había alcanzado un desarrollo considerable.
- (13/4) Francisco I formó la artillería como una unidad separada y su artillería derrotó a los hasta entonces invencibles picas suizos.
- (13/5) Las primeras obras teóricas sobre balística y artillería datan del siglo XVI. En 1537 Tartaglia se propuso determinar la trayectoria del recorrido de un proyectil y estableció que el ángulo de 45 grados permite el mayor alcance. También dibujó tablas para el tiro.
- (13/6) Vanoccio Biringuccio estudió el proceso de vaciado y en 1540 introdujo considerables mejoras en la producción de armas.
- (13/7) Hartmann inventó una escala de calibres, por medio de los cuales cada sección del arma podía ser medida en relación con la apertura, que daba un cierto estándar en la producción de armas y abrió la vía para la introducción de principios teóricos fijos y leyes empíricas del disparo.
- (13/8) En 1690 se abrió en Francia la primera escuela de artillería.
- (13/9) En 1697 San-Remi publicó el primer tratado completo de artillería.
- (13/10) Hacia finales del siglo XVII en todos los países la artillería había perdido su carácter medieval, artesanal, y

fue incluida como una parte componente del ejército.

[(13/11) La diversidad de calibres y modelos, la poca confiabilidad de las reglas empíricas de tiro, la ausencia casi absoluta de principios balísticos bien fundamentados se hace completamente insoportable ya a mediados del siglo XVII.^{35}] En consecuencia, los experimentos sobre las interrelaciones del calibre y la carga, las proporciones entre el calibre, el peso y la longitud del cañón y sobre el fenómeno del retroceso, se desarrollaron a gran escala.

(13/12) El progreso de la balística iba de la mano del trabajo de los más eminentes físicos.

(13/13) Galileo ofreció al mundo la teoría de la trayectoria parabólica de una bala. Torricelli, Newton, Bernouilli y Euler se dedicaron a la investigación del recorrido de una bala a través del aire, estudiaron la resistencia del aire y las causas de la desviación de su trayectoria. [13]

(14/1) A su vez, el desarrollo de la artillería condujo a una revolución en la construcción de fortificaciones y fortalezas, y planteó enormes problemas al arte de la ingeniería.

(14/2) La nueva forma de las obras de defensa (terraplenes o fortalezas) casi paralizó la actividad de la artillería en la mitad del siglo XVII y esto, a su vez, dio un fuerte impulso a su desarrollo posterior.

(14/3) El desarrollo del arte de la guerra suscitó los siguientes problemas técnicos:

(14/4) *Balística intrínseca*

1. Estudio de los procesos que tienen lugar en un arma de fuego cuando se dispara y su perfeccionamiento.
2. La estabilidad combinada con el menor peso posible del arma de fuego.
3. Adaptación para conseguir una puntería buena y ajustada.

(14/5) *Balística extrínseca*

4. La trayectoria de una bala en el vacío.
5. La trayectoria de una bala a través del aire.
6. La dependencia de la resistencia del aire sobre la velocidad de la bala.
7. La desviación de una bala sobre su trayectoria.

Bases físicas de estos problemas

(14/6) 1. El estudio de los procesos que tienen lugar en el arma de fuego exige un estudio de la compresión y expansión de gases y es, en lo fundamental, una tarea de la mecánica, así como el estudio del fenómeno del retroceso (la ley de la acción y la reacción).

(14/7) 2. La estabilidad de un arma de fuego suscita el problema de la resistencia de los materiales y de comprobar su duración. Este problema, que también tiene una gran importancia para el arte de la construcción en esta misma etapa de desarrollo, es resuelto por medios puramente mecánicos. Galileo dedica atención considerable al problema en sus *Demostraciones matemáticas*^{36}.

(14/8) 3. El problema de la trayectoria de una bala a través del vacío consiste en resolver el tema de la caída libre de un cuerpo bajo la influencia de la gravedad y la conjugación de su movimiento progresivo con su caída libre. Naturalmente, por ello Galileo dedicó mucha atención al problema de la caída libre de los cuerpos. Hasta qué punto su obra estaba relacionada con los intereses de la artillería y la balística puede ser juzgado aunque sólo sea por el hecho de que él comienza sus *Demostraciones matemáticas* con una carta a los florentinos, en la que alaba la actividad del arsenal de Florencia y señala que el trabajo de este arsenal ofrece un rico material para el estudio científico^{37}.

(14/9) 4. La trayectoria de una bala a través del aire es parte del problema del movimiento de los cuerpos a través de un medio resistente [14] y de la dependencia de esa resistencia sobre la velocidad del movimiento.

(15/1) 5. La desviación de la bala con respecto a la trayectoria calculada puede tener lugar, a consecuencia de un cambio en la velocidad inicial de la bala, un cambio en la densidad de la atmósfera, o por la influencia de la rotación de la tierra. Todos estos son problemas puramente mecánicos.

- (15/2) 6. Pueden ser confeccionadas tablas exactas que orienten la puntería si el problema de la balística extrínseca se resuelve y si se parte de una teoría general de la trayectoria de una bala a través de un medio resistente.
- (15/3) Así, vemos que si prescindimos del proceso de la producción misma del armas de fuego y de la bala, que es un problema de metalurgia, los principales problemas suscitados por la artillería de este período eran problemas de mecánica.
- (15/4) [*Los temas de la física de la época y el contenido de los Principia*^{38}]
- (15/5) Ahora consideremos sistemáticamente los problemas de física suscitados por el desarrollo del transporte, industria y minería.
- (15/6) Ante todo debemos señalar que todos ellos eran problemas de naturaleza puramente mecánica.
- (15/7) Analizamos de una manera muy general los temas básicos de investigación en física durante el período en el que el capital comercial se convirtió en la fuerza económica predominante y la manufactura comenzaba a desarrollarse, i.e., el período que va desde el principio del siglo XVI hasta la segunda mitad del XVII.
- (15/8) No incluimos los trabajos de Newton sobre física, puesto que a ellos debe dirigirse un análisis especial. Una comparación de los temas básicos de la física nos capacita para determinar la tendencia básica de los intereses de la física durante el período inmediatamente anterior a Newton y contemporáneo con él.
- (15/9) 1. El problema de las máquinas simples, planos inclinados y problemas generales de la estática fueron estudiados por: Leonardo da Vinci (fin del siglo XVI); Ubaldi (1577); Galileo (1589-1609); Cardan (mitad del siglo XVI); y Stevin (1587).
- (15/10) 2. La libre caída de los cuerpos y la trayectoria de cuerpos impulsados fue estudiada por: Tartaglia (década de los treinta del siglo XVI); Benedetti (1587); Piccolomini (1598)^{39}; Galileo (1589-1609); Riccioli (1652)^{40}; la Academia del Cimento (1649) [Gassendi 1649^{41}].
- (15/11) 3. Las leyes de la hidrostática y de la aerostática, y la presión atmosférica. La bomba, el movimiento de los cuerpos a través de un medio resistente: Stevin (ingeniero e inspector de las instalaciones terrestres y del equipamiento de agua en Holanda), al final del siglo XVI y principio del XVII; Galileo, Torricelli (primer cuarto del XVII); Pascal (1647-1653); Herique (1650-1663), ingeniero de la armada de Gustavo Adolfo, constructor de puentes y canales. Robert Boyle (década de los setenta del siglo XVII). Academia del Cimento (1657-1673^{42}).
[15]
- (16/1) 4. Los problemas de la mecánica celeste, la teoría de las mareas. Kepler (1609); Galileo (1609-1616); Gassendi (1647); Wren (los años sesenta del siglo XVII); Halley (años setenta del siglo XVII); Robert Hooke.
- (16/2) Los problemas especificados más arriba abarcan casi toda la esfera de la física.
- (16/3) Si comparamos esa serie básica de temas con los problemas físicos que hemos encontrado cuando analizamos las demandas técnicas del transporte, medios de comunicación, de la industria y de la guerra, resulta bastante evidente que estos problemas de física estaban fundamentalmente determinados por estas demandas.
- (16/4) De hecho, el grupo de problemas presentados en el primer párrafo incluye los problemas físicos relativos al equipamiento para la extracción y transmisión, mecanismo importante para la industria minera y para el arte de la construcción.
- (16/5) El segundo grupo de problemas tiene un significado fundamental para la artillería y plantea los problemas físicos básicos de la balística.
- (16/6) El tercer grupo de problemas es de fundamental importancia para la extracción de agua en las minas y su ventilación, fundición de minerales, construcción de canales y esclusas, balística intrínseca, y cálculo de la forma de los navíos.
- (16/7) El cuarto grupo es de enorme importancia para la navegación^{43}.

- (16/8) Todos estos son problemas fundamentalmente mecánicos. Esto, por supuesto, no significa que durante este período otros aspectos del movimiento de la materia no recibieran atención. Durante este período la óptica comenzaba a desarrollarse y comenzaron a hacerse las primeras observaciones sobre electricidad estática y magnetismo^{44}.
- (16/9) Sin embargo, ambas, por su naturaleza e importancia específica, tuvieron un significado secundario y permanecieron más atrasadas que la mecánica, tanto por la extensión de su investigación, como por su desarrollo matemático (con excepción de ciertas leyes de la óptica geométrica, que fueron de una importancia considerable en la construcción de instrumentos ópticos).
- (16/10) Por lo que se refiere a la óptica, esta ciencia recibió su mayor impulso de aquellos problemas técnicos que eran de principal importancia para la navegación marítima^{45}.
- (16/11) Hemos comparado los principales problemas técnicos y físicos de este período con la temática de las investigaciones [16] referidas a la física durante el período que estamos investigando, y llegamos a la conclusión de que la temática de la física estaba principalmente determinada por las necesidades económicas y técnicas que la incipiente burguesía ponía en primer plano^{46}.
- (17/1) Durante el período del capital comercial, el desarrollo de las fuerzas productivas presenta a la ciencia una serie de tareas prácticas cuya necesaria solución exigía^{47}.
- (17/2) La ciencia oficial, cuyos centros eran las universidades medievales, no solo no atendió el cumplimiento de esas tareas, sino que se opuso activamente al desarrollo de las ciencias naturales.
- (17/3) Las universidades de los siglos XV al XVII eran los centros científicos del feudalismo. No sólo eran los centros de las tradiciones feudales sino también los activos defensores de estas tradiciones.
- (17/4) En 1655 durante el enfrentamiento de los maestros de los gremios con los trabajadores, la Sorbona defendió activamente a los maestros y el sistema gremial, defendiendo a los maestros con «pruebas de la ciencia y de las sagradas escrituras».
- (17/5) El sistema completo de enseñanza en las universidades medievales no era sino expresión de un sistema cerrado de escolasticismo. No había lugar para la ciencia natural en estas universidades. En París, en 1355, se autorizó estudiar a Euclides sólo los días de fiesta.
- (17/6) Los principales manuales de «ciencia natural» eran los libros de Aristóteles, de los que todo contenido vital había sido extraído. Incluso la medicina se enseñaba como una ciencia lógica. A nadie le estaba permitido estudiar medicina a menos que hubiera estudiado previamente lógica durante tres años. Es cierto que para acceder a un examen de medicina el estudiante se enfrentaba a una cuestión de carácter no lógico (el certificado de que era hijo de un matrimonio legal), pero obviamente esta cuestión no lógica era apenas suficiente para un conocimiento de la medicina. El famoso cirujano Arnaldo de Vilanova en Montpellier se quejaba de que hasta los profesores en la facultad de medicina no solo no eran capaces de curar a los pacientes de las enfermedades más habituales, sino incluso de aplicar una lavativa.
- (17/7) Las universidades feudales lucharon contra la nueva ciencia con una fuerza igual a la ejercida por las decadentes relaciones feudales contra los nuevos medios progresivos de producción.
- (17/8) Cualquier cosa que no se encontrara en Aristóteles, para ellos, simplemente, no existía.
- (17/9) Cuando Kircher (a principios del siglo XVII) sugirió a un provinciano profesor jesuita que debería observar a través del telescopio las manchas del sol recientemente descubiertas, este replicó: «No tiene sentido, hijo mío. He leído a Aristóteles [17] muy bien dos veces y no he encontrado nada sobre manchas en el sol. No hay manchas en el sol. Estas resultan o de las imperfecciones de tu telescopio o de los defectos de tus propios ojos».
- (18/1) Cuando Galileo inventó el telescopio y descubrió las fases de Venus, mientras las compañías comerciales se dirigían hacia él para conseguir su telescopio, que era superior a los fabricados en Holanda, los filósofos escolásticos no querían ni hablar acerca de estos nuevos hechos.
- (18/2) «Debemos reírnos, Kepler», escribió Galileo amargamente el 19 de Agosto de 1610, «ante la gran estupidez de los hombres. Qué puedes decir tú de los primeros filósofos de la escuela de aquí, quienes con la terquedad del

áspid, a pesar de las invitaciones cien veces repetidas, ni siquiera desean echar una ojeada a los planetas, o a la luna, o incluso al mismo telescopio. Verdaderamente los ojos de estos hombres están cerrados a la luz de la verdad. Esto es sorprendente, aunque tampoco me extraña. Este tipo de personas piensa que la filosofía es una especie de libro [...] que la verdad tiene que ser buscada no en el mundo, no en la naturaleza, sino en el cotejo de los textos.»

(18/3) Cuando Descartes, resueltamente se declaró contra la física de Aristóteles y contra la escolástica de la universidad, se encontró con una fuerte oposición desde Roma y La Sorbona.

(18/4) En 1671 los teólogos y médicos de la Universidad de París exigieron una decisión gubernamental que condenara las enseñanzas de Descartes.

(18/5) En una amarga sátira, Boileau ridiculizaba estas demandas de los sabios escolásticos. Este notable documento describe excelentemente la situación en las universidades medievales.

(18/6) Incluso en la segunda mitad del siglo XVIII los profesores jesuitas de Francia no podían reconciliarse con las teorías de Copérnico. En 1760, en la traducción latina de los *Principia* de Newton, Lesser y Jacquier consideraron necesario añadir la siguiente nota: «En este tercer libro Newton aplica las hipótesis del movimiento de la tierra. Las posturas del autor no pueden ser explicadas excepto sobre la base de esta hipótesis. De esta manera, se nos obliga a actuar en nombre de otro. Pero declaramos abiertamente que aceptamos las decisiones publicadas por las cabezas de la Iglesia contra el movimiento de la tierra.»

(18/7) Las universidades preparaban casi exclusivamente eclesiásticos y juristas.

(18/8) La Iglesia era el centro internacional del feudalismo y representaba, en sí misma, una enorme propiedad feudal. De hecho no menos de un tercio de la tierra en los países católicos le pertenecía.

(18/9) Las universidades medievales eran un instrumento poderoso para la hegemonía de la Iglesia. [18]

(19/1) Mientras tanto, los problemas técnicos que hemos mencionado exigían enormes conocimientos técnicos, así como amplios conocimientos de matemáticas y física.

(19/2) El fin de la Edad Media (a mediados del siglo XV) se caracteriza por un alto grado de desarrollo de la industria creada por la burguesía medieval.

(19/3) [La producción ahora alcanzó mas perfección, variedad, y se desarrolló a escala masiva. Las relaciones comerciales estaban más desarrolladas.]{48}

(19/4) Según Engels, si tras la negra noche medieval la ciencia comenzó de nuevo a desarrollarse con extraordinaria rapidez, la industria fue la responsable{49}.

(19/5) Desde la época de las cruzadas, la industria se desarrolló enormemente y alcanzó una gran cantidad de nuevos éxitos (metalurgia, minería, industria de guerra, industria de los colorantes) que aportaban no sólo nuevo material de estudio, sino también nuevos métodos de experimentación, así como permitían la construcción de nuevos instrumentos.

(19/6) Se puede decir que la ciencia experimental se hizo posible, como actividad sistemática, a partir de esta época.

(19/7) Asimismo, los grandes descubrimientos geográficos, que en última instancia estaban también determinados por los intereses industriales, aportaron una enorme y previamente inaccesible masa de material en el campo de la física (desviación magnética), astronomía, meteorología, y botánica.

(19/8) Finalmente, en el mismo período apareció ese poderoso instrumento de la distribución del conocimiento: La imprenta.

(19/9) La construcción de canales, esclusas, barcos, la construcción de galerías y el trabajo de las minas, su ventilación, el bombeo para la extracción de agua, el diseño y construcción de armas de fuego y fortalezas, los problemas de balística, la producción y diseño de instrumentos para la navegación, la elaboración de métodos para establecer las rutas marinas, -todo ello demandaba trabajadores de un tipo totalmente diferente a aquellos

que producían las universidades.

(19/10) Hacia el tercer cuarto del siglo XVI, al especificar los conocimientos mínimos requeridos para ser agrimensor de minas, Johann Matesius indicaba que debía dominar el método de triangulación, conocer bien la geometría euclidiana, debía dominar el uso del compás necesario en la construcción de galerías, debía ser capaz de calcular correctamente la dirección de la mina, y debía comprender la construcción de los aparatos de bombeo y ventilación.

(19/11) Indicaba que para la construcción de galerías y el trabajo de la mina se requerían ingenieros con preparación teórica, porque este trabajo excedía las responsabilidades de un minero simple y sin preparación.
[19]

(20/1) En vista de esto, resultaba obviamente imposible aprender la profesión en las universidades de la época. La nueva ciencia creció en lucha constante con las universidades, como una ciencia extrauniversitaria.

(20/2) La lucha entre la ciencia universitaria y la ciencia no universitaria, esta última al servicio de las necesidades de la incipiente burguesía, era un reflejo en el plano ideológico de la lucha de clases entre la burguesía y el feudalismo^{50}.

(20/3) La ciencia floreció paso a paso con el desarrollo y florecimiento de la burguesía. Para desarrollar su industria la burguesía necesitaba de una ciencia que investigara las cualidades de los cuerpos materiales y las formas de manifestación de las fuerzas de la naturaleza^{51}.

(20/4) Hasta este momento la ciencia había sido la humilde sierva de la Iglesia, y no le estaba permitido pasar más allá de los límites establecidos por ella.

(20/5) La burguesía tenía necesidad de la ciencia y la ciencia surgió junto con la burguesía contra la Iglesia.
(Engels^{52})

(20/6) De esta forma la burguesía entró en conflicto con la Iglesia feudal.

(20/7) Además de las escuelas profesionales (escuelas para ingenieros de minas, y para la formación de oficiales de artillería) los centros de la nueva ciencia, de las nuevas ciencias naturales, eran sociedades científicas ajenas a las universidades.

(20/8) En la década de los cincuenta del siglo XVII fue fundada la famosa Academia del Cimento florentina^{53}, que tomaba como función propia el estudio de la naturaleza por métodos experimentales. Entre sus miembros figuraban científicos tales como Borelli o Viviani. La Academia fue la heredera intelectual de Galileo y Torricelli, y continuó su labor. Su lema era *Provare e riprovare*.

(20/9) En 1645 se organizó en Londres un círculo de científicos naturales que se reunían semanalmente para discutir problemas científicos y los nuevos descubrimientos. De estas reuniones surgió la Royal Society en 1661. La Royal Society reunió a los primeros y más eminentes científicos de Inglaterra y, en oposición al escolasticismo universitario, adoptó como lema: *Nullius in verba*. La parte activa de esta sociedad estaba formada por Robert Boyle, Bruncker, Brewster, Wren, Halley y Robert Hooke. Uno de sus más eminentes miembros fue Newton.

(20/10) Vemos que la incipiente burguesía tomó a la ciencia natural a su servicio, al servicio del desarrollo de las fuerzas productivas. En este momento la clase más progresista, demandaba la ciencia más progresista. La revolución inglesa dio un poderoso estímulo para el desarrollo de las fuerzas productivas. Surgió la necesidad de no limitarse sólo a la mera resolución empírica de [20] problemas aislados, sino, de estudiar sintéticamente y preparar unas bases teóricas estables para la solución, por medio de métodos generales, de todo el conjunto de problemas físicos dispuestos por el desarrollo de la nueva técnica^{54}.

(20/1) Y puesto que (como hemos demostrado ya) el complejo básico de problemas era de carácter mecánico^{55} este estudio enciclopédico de los problemas físicos era equivalente a la creación del armonioso edificio de la mecánica teórica que proporcionaría métodos generales para la resolución de las tareas de la mecánica terrestre y celeste.

(20/2) La elaboración de este trabajo le correspondió a Newton. El verdadero título de su más importante obra

indica que Newton se propuso esta tarea particular de síntesis^{56}.

- (20/3) En su introducción a los *Principia*, Newton señala que la mecánica aplicada y la teoría de las máquinas simples, habían sido realizadas con anterioridad y que su tarea no consistía en «discutir las diferentes *artes* y en resolver tareas particulares, sino en ofrecer una doctrina sobre la naturaleza, las bases matemáticas de la física.»
- (20/4) Los *Principia* de Newton han sido expuestos en un lenguaje matemático abstracto y en vano buscaríamos en ellos una exposición por parte del mismo Newton de la conexión entre los problemas que él propone y resuelve, y las demandas técnicas de las cuales surgieron.
- (20/5) Así como el método geométrico de exposición no era el método mediante el cual Newton hizo sus descubrimientos, sino que, en su opinión, servía como un digno disfraz para las soluciones encontradas por otros métodos, así, en una obra que trata de «filosofía natural», no podemos esperar encontrar referencias a la fuente «inferior» de su inspiración.
- (20/6) Nosotros intentaremos demostrar que el «núcleo terrestre» de los *Principia* se compone precisamente de aquellos problemas técnicos que hemos analizado anteriormente y que fundamentalmente determinaron los temas de la investigación física de la época^{57}.
- (20/7) A pesar del carácter matemático abstracto de la exposición adoptada en los «Principia», Newton no sólo no era un sabio escolástico divorciado de la vida, sino que, en un sentido total de la palabra, se encontraba en el centro de los problemas e intereses físicos y técnicos de su tiempo.
- (20/8) La conocida carta de Newton a Francis Aston ofrece una idea muy clara de sus amplios intereses técnicos. Esta carta fue escrita en 1669 después de que recibiera su cátedra, [21] justamente cuando estaba terminando el primer esbozo de su teoría de la gravitación^{58}.
- (22/1) Aston, el joven amigo de Newton, estaba a punto de hacer un viaje por varios países de Europa, y le pedía a Newton que le diera instrucciones sobre cómo utilizar lo más racionalmente posible su viaje y de lo que era especialmente merecedor de atención y estudio en los países continentales.
- (22/2) Brevemente resumidas, las instrucciones de Newton fueron: Estudiar diligentemente el mecanismo de dirección y los métodos de navegación; observar atentamente todas las fortalezas que pudiera encontrar, su método de construcción, su capacidad de resistencia, sus ventajas en defensa, y, en general, informarse sobre la organización militar. Estudiar las riquezas naturales del país, especialmente los metales y minerales, y también informarse sobre los métodos para su extracción y purificación. Estudiar los métodos para la obtención de metales de los yacimientos. Descubrir si es cierto que en Hungría, Eslavonia y Bohemia, cerca de la ciudad de Eila o en las montañas de Bohemia no lejos de Silesia había un río cuyas aguas contenían oro, también asegurarse si los métodos de obtención de oro de los ríos auríferos mediante la mezcla con mercurio permanecía en secreto, o si ya era generalmente conocido. En Holanda había sido establecida recientemente una fábrica de pulir vidrio; debía visitarla. Debía observar cómo protegían los holandeses sus navíos de la podredumbre durante sus viajes a la India. Debía averiguar si los relojes de péndulo eran de alguna utilidad para la determinación de la longitud durante los largos viajes oceánicos. Los métodos de transformación de un metal en otro; el hierro, por ejemplo, en cobre, o de cualquier metal en mercurio, eran especialmente dignos de atención y estudio. En Chemnitz^{59} y en Hungría, donde había minas de oro y plata, se decía que sabían cómo transformar hierro en cobre mediante la disolución del hierro en vitriolo, hirviendo después la solución, que al enfriar daba cobre. Veinte años atrás, el ácido que poseía esta noble propiedad había sido importado a Inglaterra. Ahora no era posible conseguirlo. Podría ser que prefirieran explotarlo ellos mismos con la intención de transformar hierro en cobre para venderlo.
- (22/3) Estas últimas instrucciones, referidas al problema de la transformación de los metales, ocupan casi la mitad de esta extensa carta.
- (22/4) Esto no es sorprendente. El período de Newton era todavía muy rico en investigaciones sobre alquimia. Los alquimistas son comúnmente representados como una especie de magos en busca de la piedra filosofal. En realidad la alquimia estaba estrechamente relacionada con las necesidades de producción y el misterio del que los alquimistas estaban envueltos no debería ocultarnos a nosotros la verdadera naturaleza de sus investigaciones^{60}. [22]
- (23/1) La transformación de los metales constituía un problema técnico importante puesto que las minas de cobre

de la época eran muy escasas, y la actividad militar y la fabricación de los cañones demandaban mucho cobre.

- (23/2) El desarrollo comercial generó grandes demandas con respecto a los medios de cambio, y las minas de oro europeas no podían cubrir estas demandas. Así, con el empuje hacia el oriente en la búsqueda de oro se produjo una intensificación de los esfuerzos por encontrar procedimientos para transformar los metales comunes en cobre y oro.
- (23/3) Desde su juventud, Newton había estado interesado en los procesos metalúrgicos y, más tarde, aplicó con éxito sus conocimientos y experiencia durante su trabajo en la Casa Real de la Moneda. Estudió atentamente los clásicos de la alquimia y tomó considerables notas que muestran su gran interés en todas y cada una de las formas del proceso metalúrgico.
- (23/4) Durante el período inmediatamente anterior a su trabajo en la Casa de la Moneda, desde 1683 a 1689, estudió la obra de Agrícola sobre los metales, siendo su principal interés la transformación de los metales.
- (23/5) Newton, Boyle y Locke mantuvieron una extensa correspondencia sobre la cuestión de la transformación de los metales, e intercambiaron fórmulas para la transformación de mineral en oro. En 1692 Boyle, que había sido uno de los directores de la Compañía de las Indias Orientales, comunicó a Newton su fórmula para la transformación de metal en oro.
- (23/6) Cuando Montague ofreció a Newton el trabajo en la Casa de la Moneda, no lo hizo únicamente por razones de amistad, sino porque estimaba en gran medida el conocimiento de Newton sobre metales y metalurgia^{61}.
- (23/7) Es importante señalar que mientras que se ha conservado una rica documentación con relación a las actividades puramente científicas de Newton, sin embargo, no se ha conservado material relativo a sus actividades en la esfera técnica. Ni siquiera han sido preservados los documentos que podrían indicar las actividades de Newton en la Casa de la Moneda, aunque es bien sabido que hizo mucho para perfeccionar los procesos de fundición y acuñación de moneda.
- (23/8) Con motivo de la celebración del bicentenario de Newton, Laymann Newell, quien estudió especialmente las actividades técnicas de Newton en la Casa de la Moneda, solicitó a su director, el coronel Johnson, los materiales referidos a las actividades de Newton en la esfera de los procesos técnicos de fundición y acuñación. El capitán Johnson contestó diciendo que no se había conservado ningún material sobre este aspecto del trabajo de Newton. Todo lo que se conoce es este extenso *memorandum* al Canciller de Hacienda (1717) sobre la cuestión del sistema bimetálico y el valor comparativo del oro y la plata en varios países. Este [23] *memorandum*^{62} muestra que los intereses de Newton no se restringían solamente a las cuestiones técnicas de la producción de dinero, sino que se extendía a los problemas económicos de la circulación de la moneda.
- (24/1) Newton participó activamente y fue consejero de la comisión para la corrección del calendario, y entre sus papeles se encuentra esta obra: *Observaciones sobre la revisión del calendario Juliano*^{63}, en la que propone una reforma radical del calendario.
- (24/2) Citamos todos estos hechos para oponerlos contra la tradición que ha sido fomentada en la literatura, que representa a Newton como un Olímpico situado por encima de todos los «terrestres» intereses económicos y técnicos de su tiempo, y moviéndose exclusivamente en las alturas del pensamiento abstracto.
- (24/3) Debe advertirse, como ya he observado, que los *Principia* realmente proporcionan justificación para una tal interpretación de Newton, lo que, sin embargo, está en absoluta contraposición con la realidad, como vemos.
- (24/4) Si comparamos el conjunto de intereses brevemente mencionados antes, no tendremos dificultad en observar que se refiere casi enteramente a todo ese grupo de problemas que surgieron de las necesidades del transporte, comercio, industria y asuntos militares durante su época, y que hemos resumido entre las páginas 7 y 16.
- (24/5) Pasemos ahora a analizar los contenidos de los *Principia* de Newton y veamos qué interrelaciones se establecen con los temas de la investigación física de la época^{64}.
- (24/6) En las definiciones y axiomas o leyes del movimiento están expuestas las bases teóricas y metodológicas de la mecánica.

- (24/7) En el primer libro se hace una detallada exposición de las leyes generales del movimiento bajo la acción de fuerzas centrales. De esta manera, Newton culmina la tarea preliminar estableciendo los principios generales de la mecánica que había comenzado Galileo.
- (24/8) Las leyes de Newton proporcionan un método general para la resolución de la gran mayoría de las tareas mecánicas.
- (24/9) El segundo libro, dedicado al problema del movimiento de los cuerpos, trata una serie de cuestiones conectadas con el conjunto de problemas que nosotros hemos apuntado.
- (24/10) Las tres primeras secciones del segundo libro están dedicadas al problema del movimiento de los cuerpos en un medio resistente para los distintos casos en los que la resistencia depende de la velocidad (resistencia lineal, resistencia proporcional al cuadrado de la velocidad y resistencia proporcional en parte a la primera potencia y en parte a la segunda potencia).
- (24/11) [En las lecciones de la sección I, Newton indica que los casos lineales tienen un interés más bien matemático, inherente a los fenómenos naturales, y transita hacia un examen detallado de los casos que se observan en el movimiento real de los cuerpos en el aire.^{65}] Como hemos mencionado antes cuando analizamos los problemas físicos de balística, cuyo desarrollo estaba [24] conectado con el de la artillería pesada, las cuestiones planteadas y resueltas por Newton son de esencial importancia para la balística exterior.
- (25/1) La quinta sección del segundo libro está dedicada a los fundamentos de la hidrostática y a los problemas de la flotación de los cuerpos. Esta misma sección toma en consideración la presión de los gases y la compresión de gases y líquidos bajo presión.
- (25/2) Cuando analizamos los problemas técnicos planteados por la construcción de navíos, canales, bombas de agua, y equipamiento de ventilación, observamos que los temas físicos de estos problemas se refieren a los fundamentos de la hidrostática y de la aerostática.
- (25/3) La sexta sección tiene que ver con el problema del movimiento de los péndulos en un medio resistente.
- (25/4) Las leyes que gobiernan la oscilación de los péndulos matemáticos y físicos en el vacío fueron establecidas por Huygens en 1673, quien las aplicó en la construcción de relojes de péndulo^{66}.
- (25/5) En la carta de Newton a Aston hemos podido ver la importancia que tenían los relojes de péndulo para determinar la longitud. El uso de los relojes para determinar la longitud llevó a Huygens al descubrimiento de la fuerza centrífuga y de los cambios de aceleración de la fuerza de gravedad.
- (25/6) Cuando en los relojes de péndulo traídos por Richer de París a Cayena en 1673 se observó un retraso, Huygens fue capaz de explicar inmediatamente el fenómeno como resultado de los cambios en la aceleración de la fuerza de la gravedad. La importancia atribuida por el propio Huygens a los relojes se hace evidente por el título de su primer trabajo: *Sobre los relojes de péndulo*.^{67}
- (25/7) Los trabajos de Newton siguen esta orientación y, así como pasó del caso matemático del movimiento de los cuerpos en un medio resistente con resistencia lineal al estudio de un caso real de movimiento, así también, del análisis de un péndulo matemático pasó a un caso real de movimiento de un péndulo en un medio resistente^{68}.
- (25/8) La sección séptima del segundo libro está dedicada al problema del movimiento de los líquidos y a la resistencia de un cuerpo impulsado.
- (25/9) En esta sección se consideran los problemas de hidrodinámica, además de los problemas del fluido de los líquidos y el flujo de agua a través de tubos. Como se ha señalado anteriormente, todos estos problemas eran de importancia capital en la construcción y equipamiento de canales y esclusas y en la elaboración de instalaciones de extracción de agua.
- (25/10) En la misma sección son estudiadas las leyes que gobiernan la caída de los cuerpos a través de un medio resistente (agua y aire). Como sabemos, estos problemas son de considerable importancia para determinar la trayectoria de un cuerpo lanzado y la trayectoria de un disparo. [25]
- (26/1) El tercer libro de los *Principia* está dedicado al «Sistema del Mundo». Este libro trata los problemas de los

movimientos de los planetas, el movimiento de la luna y sus anomalías, la aceleración de la fuerza de gravedad y sus variaciones en conexión con el problema de la asincronía en el movimiento de los cronómetros en los viajes por mar, así como al problema de las mareas.

(26/2) Como hemos señalado antes, hasta la invención del cronómetro, el movimiento de la luna era de fundamental importancia para la determinación de la longitud. Newton volvió a este problema más de una vez (en 1691). El estudio de las leyes del movimiento de la luna era de fundamental importancia para la confección de tablas exactas para la determinación de la longitud, y el inglés «Consejo de las longitudes» propuso un importante premio para los trabajos sobre el movimiento de la luna.

(26/3) En 1713 el Parlamento estableció una ley especial para estimular las investigaciones en la esfera de la determinación de la longitud. Newton era uno de los miembros eminentes de la comisión parlamentaria^{69}.

(26/4) Como hemos indicado analizando la sexta sección, el estudio del movimiento del péndulo, iniciado por Huygens, era de gran importancia para la navegación, por ello, en el tercer libro, Newton estudia el problema del péndulo utilizable para marcar segundos y analiza el movimiento de los relojes en una serie de expediciones oceánicas: La de Halley a Santa Elena en 1677, la expedición de Varenne y de De Hais a La Martinica y Guadalupe en 1682. El viaje a Lisboa de Couple, &c., en 1697, y un viaje a América en 1700^{70}.

(26/5) Cuando analiza las causas de las mareas, Newton estudia la altura del flujo de las mareas en varios puertos y desembocaduras de ríos, y discute el problema de la altura de los flujos en relación con la situación local del puerto y los tipos de flujo.

(26/6) Esta rápida revisión de los contenidos de los *Principia* muestra la completa coincidencia de la temática física de la época, surgida de las necesidades de la economía y de la técnica, con los contenidos principales de los *Principia*, que se presentan, en el sentido completo de la palabra, como un resumen y resolución sistemática de todo el conjunto básico de problemas físicos. Y como, en virtud de su carácter, todos estos problemas eran mecánicos, es evidente que la principal obra de Newton era una fundamentación de la mecánica terrestre y celeste^{71}. [26]

3. La lucha de clases durante la revolución inglesa y la concepción del mundo de Newton

(27/1) Sería, no obstante, demasiado simple e incluso vulgar nuestro objetivo si empezáramos a reescribir *cada problema* que ha sido estudiado por un físico o por otro, y cada problema económico y técnico que resolvió.

(27/2) De acuerdo con la concepción materialista de la historia, el último factor determinante en el progreso de la historia es la producción y reproducción de la vida real.

(27/3) Pero esto no quiere decir que el *factor económico* es el único factor determinante. Marx y Engels criticaron severamente a Barth^{72} por reducir el materialismo histórico a esta concepción tan primitiva.

(27/4) La situación económica es la base. Pero el desarrollo de las teorías y el trabajo individual de un científico son afectados por varias superestructuras, tales como las formas políticas de la lucha de clases y sus resultados, el reflejo de esas luchas en las mentes de sus participantes –teorías políticas, jurídicas, filosóficas, creencias religiosas y su consiguiente desarrollo en sistemas de dogmas^{73}.

(27/5) Por ello, cuando analizamos la temática de la física, tomamos los problemas principales, cardinales, sobre los que estaba centrada la atención de los científicos en esa época. Sin embargo, para comprender cómo procedió y se desarrolló la obra de Newton, así como para explicar todas las características de su creación en física y en filosofía, el análisis general anterior de los problemas económicos de la época no es suficiente. Necesitamos analizar más concretamente la época de Newton, la lucha de clases durante la Revolución inglesa, y las teorías políticas, filosóficas y religiosas como reflejos, en la mente de sus contemporáneos, de esa lucha.

(27/6) Cuando Europa salió de la Edad Media, la incipiente burguesía urbana era su clase revolucionaria. La posición que ocupaba en la sociedad medieval se le había quedado demasiado estrecha, y su libre desarrollo ulterior se hizo incompatible con el sistema feudal.

(27/7) La gran lucha de la burguesía europea contra el feudalismo alcanzó su mayor intensidad en tres importantes y decisivas batallas: (1) La Reforma en Alemania y tras ella, la rebelión política de Franz Sickingen y la gran

guerra campesina. (2) La Revolución de 1649-1688 en Inglaterra. (3) La Gran Revolución Francesa^{74}. [27]

- (28/1) Existe, no obstante, una gran diferencia entre la Revolución francesa de 1789 y la Revolución Inglesa.
- (28/2) El feudalismo en Inglaterra había sido socavado desde los tiempos de la guerra de las dos Rosas. La aristocracia inglesa a principios del siglo XVII era de origen muy reciente. De los 90 pares que se sentaban en el Parlamento en 1621, 42 habían recibido sus derechos de Jacobo I, mientras que el resto los había recibido no antes del siglo XVI^{75}.
- (28/3) Esto explica la íntima relación entre la alta nobleza y los primeros Estuardo. Esta característica de la nueva aristocracia le permitió comprometerse más fácilmente con la burguesía.
- (28/4) Fue la burguesía urbana la que inició la revolución inglesa y los pequeños propietarios campesinos de clase media la condujeron a un fin victorioso.
- (28/5) El año 1689^{76} señaló el compromiso entre la burguesía naciente y los grandes terratenientes feudales de antaño. Lejos de oponerse al desarrollo de la industria, la aristocracia inglesa de la época del rey Enrique VII intentó, por el contrario, beneficiarse de él.
- (28/6) La burguesía se fue convirtiendo en parte reconocida, aunque modesta entre las clases dominantes de Inglaterra^{77}.
- (28/7) En 1648 la burguesía luchó, junto con la nueva aristocracia, contra la monarquía, la nobleza feudal y la Iglesia dominante.
- (28/8) [En la gran revolución francesa de 1789, la burguesía, en alianza con el pueblo, luchó contra la monarquía, la nobleza y la Iglesia dominante.]^{78}
- (28/9) En ambas revoluciones la burguesía era la clase que realmente encabezaba el movimiento.
- (28/10) El proletariado y los estratos de la población urbana que no pertenecían a la burguesía, o no tenían ningún interés distinto al de la burguesía, o no formaban ni una clase desarrollada e independiente, ni parte de alguna clase.
- (28/11) Por consiguiente, allí donde se alzaron en contra de la burguesía, como por ejemplo, en 1793-94 en Francia, sólo lucharon por la realización de los intereses de la burguesía, aunque no a la manera burguesa.
- (28/12) Todo el terror francés no fue más que la violencia plebeya contra los enemigos de la revolución: el absolutismo y el feudalismo. Lo mismo se puede decir del movimiento de los *Levellers* durante la revolución inglesa.
- (28/13) Las revoluciones de 1648 y 1789 no fueron esencialmente revoluciones inglesas o francesas. Fueron, fundamentalmente, revoluciones europeas. No sólo representaban la victoria de una clase definida y concreta sobre la vieja estructura política, sino [28] que proclamaron la estructura política de una nueva sociedad europea.
- (29/1) «La burguesía dominó en ellas. Pero la victoria de la burguesía entonces quería decir la victoria de la nueva formación social, la victoria de los derechos de la propiedad burguesa sobre la feudal. La victoria de la nación sobre el provincialismo, de la competencia sobre los gremios artesanales, la división de la propiedad sobre el mayorazgo, del dominio de propietario sobre la tierra en lugar de su sumisión a la tierra, la victoria de la educación sobre la superstición, de la familia sobre el nombre de la familia, de la industria sobre la indolencia heroica, de los derechos burgueses sobre los privilegios medievales.» [Marx^{79}]
- (29/2) La revolución inglesa de 1649-1688 fue una revolución burguesa. Dio el poder a los «aprovechados»^{80} que habían surgido de entre los capitalistas y terratenientes. La Restauración no significó en absoluto el restablecimiento del sistema feudal. Por el contrario, en la Restauración los propietarios de la tierra destruyeron el sistema feudal de propiedad de la tierra. En esencia, Cromwell estaba haciendo el trabajo de la incipiente burguesía. La depauperación de la población, como precedente para la creación de un proletariado libre, se produce de forma especialmente señalada después de la revolución. [En este cambio de clase dominante es

donde se debe encontrar el verdadero sentido de una revolución.]^{81} El nuevo sistema [socio-^{82}] económico que se constituye entonces, produce una nueva clase gobernante. (44/2) Aquí se encuentra la principal diferencia entre la interpretación de Marx y la de los historiadores ingleses tradicionales, particularmente la de Hume y Macaulay.

(29/3) Como un verdadero Tory, Hume contempla la importancia de la revolución de 1649^{83} y la restauración, así como la de la revolución de 1688, sólo desde la perspectiva de la destrucción y restablecimiento del orden.

(29/4) Hume condena severamente la conmoción causada por la primera revolución y recibe la Restauración como una forma de restablecimiento del orden. Simpatiza con la revolución de 1688 como un acto constitucional, aunque no considera que esta revolución llevara a cabo la simple restauración de la vieja libertad. Ésta abre una nueva época constitucional, otorgando «relevancia al principio popular».

(29/5) Para Macaulay la revolución de 1688 está estrechamente relacionada con la primera revolución. Pero la revolución de 1688 es para él «la Revolución gloriosa» precisamente porque es una revolución constitucional.

(29/6) Macaulay escribió su Historia de 1688 inmediatamente después de 1848, y su miedo al proletariado y su posible victoria es evidente en toda la obra. Relata con orgullosa alegría que, cuando privó a Jacobo II de su trono, el Parlamento observó todos los precedentes detallados e incluso se sentaron en las antiguas salas con las ropas prescritas por el ritual.

(29/7) La ley y la constitución son vistas como una realidad ahistórica, desconectada de la clase dominante. De esta forma, se cierra [29] la vía para la comprensión de la verdadera esencia de la revolución.

(30/1) Tal era la distribución de las fuerzas de clase tras la revolución inglesa. Las tendencias filosóficas fundamentales de la época que precedió y siguió a la revolución inglesa eran^{84}: (45/3) el materialismo, originado a partir de Bacon, e introducido en la época de Newton por Hobbes, Toland, Overton y en parte por Locke; (45/4) el sensualismo idealista, representado por Berkeley (H. Moore tenía una tendencia muy cercana a ésta). (45/5) Además, existía una tendencia igualmente fuerte de filosofía moral y deísmo, representado por Shaftesbury y Bolingbroke.

(30/2) Todas estas tendencias filosóficas existían y se desarrollaban en las complicadas condiciones de lucha de clases, cuyas principales características han sido mencionadas anteriormente.

(30/3) Desde el tiempo de la Reforma la Iglesia se convirtió en uno de los principales valedores del poder real. La organización eclesiástica es una parte componente del sistema estatal, y el rey es la cabeza de la Iglesia y del Estado. A Jacobo I le gustaba decir: «No hay obispo sin rey ni rey sin obispo».

(30/4) Cualquier súbdito del rey tenía que pertenecer a la Iglesia del estado. Cualquiera que no perteneciera a ella era considerado como autor de un crimen contra el estado.

(30/5) La lucha contra el poder absoluto del rey es al mismo tiempo una lucha contra el centralismo y el absolutismo de la iglesia estatal dominante, y, por lo tanto, la lucha política de la burguesía naciente contra el absolutismo y el feudalismo se llevaba a cabo bajo la bandera de la democracia y la tolerancia religiosa.

(30/6) El nombre colectivo de «Puritanos» se aplica a todos los partidarios de la purificación y democratización de la iglesia dominante. Sin embargo, debemos distinguir dentro los puritanos, el movimiento de los independientes más radicales y el de los presbiterianos, más conservadores. Estos dos movimientos constituían la base de sendos partidos políticos^{85}.

(30/7) Los partidarios de los presbiterianos eran principalmente los representantes de los grandes comerciantes y de la burguesía urbana. Los independientes obtenían el apoyo entre las capas de los demócratas rurales y urbanos.

(30/8) Así, tanto la lucha de clases de la burguesía contra el absolutismo, como la lucha de los movimientos dentro de las filas de la burguesía y del campesinado estaban unidos bajo el manto de la religión.

(30/9) La tendencia religiosa de la burguesía se reforzó aún más por el desarrollo de las enseñanzas materialistas en Inglaterra.

- (30/10) Permítasenos repasar brevemente los principales estadios del desarrollo del materialismo en esta época y su más importantes representantes^{86}. [30]
- (31/1) Bacon fue quien inició el materialismo. Su materialismo surgió de la lucha contra la escolástica medieval. Quería liberar a la humanidad de los viejos prejuicios tradicionales y crear un método para controlar las fuerzas de la naturaleza. En sus enseñanzas se ocultaban las semillas del múltiple desarrollo de su doctrina. «La materia sonríe con su poético y sensible destello a toda la humanidad» (Marx)^{87}.
- (31/2) En manos de Hobbes, el materialismo se convirtió en abstracto y unilateral. Hobbes no desarrolló el materialismo de Bacon, simplemente, lo sistematizó. La sensualidad perdió sus brillantes colores y fue transformada en la abstracta sensibilidad de un geómetra. Toda la variedad de movimientos fue sacrificada al movimiento mecánico. La Geometría fue proclamada como la ciencia dominante (Marx). El alma viva fue arrancada del materialismo, y se hizo hostil a la humanidad. Este materialismo abstracto, calculador, formalmente matemático, no podía estimular la acción revolucionaria^{88}.
- (31/3) Por esta razón la teoría materialista de Hobbes no interfería con sus opiniones monárquicas y con su defensa del absolutismo. Después de la victoria de la revolución de 1649 Hobbes pasó al exilio.
- (31/4) Pero, contemporáneo con el materialismo de Hobbes, existía otro movimiento materialista, indisolublemente unido con el genuino movimiento revolucionario de los Levellers. A la cabeza de este movimiento estaba Richard Overton^{89}.
- (31/5) Richard Overton fue el leal compañero de armas del líder de los Levellers –John Lilburne–, verdadero exponente de las ideas revolucionarias y brillante agitador político. En contradicción con Hobbes, Overton era un materialista práctico y revolucionario.
- (31/6) Es curioso el destino de este luchador y filósofo. Mientras que el nombre de Hobbes es ampliamente conocido y puede encontrarse en todos los libros de texto de filosofía, no se puede encontrar ni una sola palabra sobre Overton no solo en los más detallados manuales burgueses de filosofía, sino incluso en las enciclopedias biográficas más completas^{90}. [Así se venga la burguesía de sus oponentes políticos.^{91}]
- (31/7) Richard Overton no escribió mucho. Cambió muy a menudo la pluma por la espada y la filosofía por la política. La primera edición de su tratado, *Man is mortal in all respects*, fue publicado en 1643, y la segunda edición en 1655. Se trata de una obra sorprendentemente materialista y atea. Inmediatamente después de su aparición fue condenada y prohibida por la iglesia presbiteriana.
- (31/8) El manifiesto del cónclave presbiteriano dirigido contra los no creyentes y contra las falsas religiones clama por que todas las maldiciones caigan sobre la cabeza de Richard Overton. «El primer representante de la terrible doctrina materialista», –declara el manifiesto–, «que rechaza la inmortalidad del alma es Richard Overton, el autor del libro sobre la mortalidad del hombre». [31]
- (32/1) No entraremos en los detalles de la doctrina de Overton, y su destino –una de las páginas más interesantes de la historia del materialismo inglés–. Mencionaremos únicamente una parte de la referida publicación, en la que Overton formulaba claramente los principios básicos de su doctrina materialista.
- (32/2) Criticando la contraposición entre el cuerpo como materia inerte y el alma como principio activo y creador, Overton escribe:
- (32/3) «La forma es siempre la forma de la materia, y la materia es materia para la forma. Ninguna de ellas puede existir por sí misma independiente, sino sólo en unión con la otra, y sólo en unidad forman una cosa.
- (32/4) »Todo lo creado es creado mediante elementos naturales [Overton usa el término «elementos» en el sentido de los antiguos griegos: agua, aire, tierra]. Pero todo lo creado es material, porque lo que no es material no existe.»
- (32/5) A diferencia de Inglaterra, el materialismo en suelo francés fue la base teórica de los republicanos y terroristas franceses, y proporcionó los fundamentos de la «Declaración de los derechos del Hombre».
- (32/6) En Inglaterra, el materialismo revolucionario de Overton no constituyó más que la línea de un único grupo radical, y la lucha principal continuó bajo lemas religiosos.

- (32/7) El materialismo inglés tal como fue predicado por Hobbes se presentaba como la filosofía más adecuada para los científicos y para las personas educadas, y como antagonista de la religión, la cual era buena únicamente para las masas incultas, incluida la burguesía.
- (32/8) Junto con Hobbes, el materialismo, alejado del activismo revolucionario, se orientó hacia la defensa del poder monárquico y del absolutismo, y apoyó la represión del pueblo.
- (32/9) Incluso la nueva forma deísta del materialismo de Bolingbroke y Shaftesbury siguió siendo una doctrina esotérica y aristocrática.
- (32/10) Por ello, el materialismo «misantrópico» de Hobbes fue odioso para la burguesía, no sólo debido a su herejía religiosa, sino también por sus conexiones aristocráticas.
- (32/11) Debido a esto y en oposición al materialismo y al deísmo de la aristocracia, fueron las sectas protestantes las que otorgaron su apoyo en la lucha contra los Estuardo, y los que proporcionaron también las principales fuerzas militares de la clase media progresista (Engels).
- (32/12) Pero, para la burguesía, más odioso aun que el materialismo esotérico de Hobbes, era el materialismo de Overton, un materialismo que representaba la bandera de la lucha política contra la burguesía, un materialismo que se aproximaba a un ateísmo militante y que se enfrentaba con las mismas bases de la religión. [En estas condiciones fue en las que se formó y desarrolló la concepción del mundo sostenida por Newton.^{92}]
- (32/13) Newton era un representante típico de la incipiente burguesía^{93}, y en su filosofía personifica los [32] rasgos característicos de su clase. Podemos, con toda justicia, aplicarle a él esta caracterización que Engels aplicó a Locke. Él también era un típico hijo del compromiso entre clases de 1688.^{94}
- (33/1) Newton era hijo de un pequeño granjero. Su posición en la Universidad y en la sociedad hasta su nombramiento como director de la Casa de la Moneda (1699) era muy modesta. Debido a sus relaciones, pertenecía a la clase media. Sus vínculos filosóficos eran más próximos a Locke, Samuel Clarke y Bentley.
- (33/2) En cuanto a sus creencias religiosas, Newton era protestante. [y hay muchas razones para suponer que pertenecía a la secta de los socinianos.^{95}]^{96} Era un ardiente defensor de la democracia religiosa y de la tolerancia. Como veremos más adelante, las creencias religiosas de Newton formaban parte de su visión del mundo.
- (33/3) En cuanto a sus opiniones políticas, Newton pertenecía al partido de los Whigs (liberal)^{97}. Durante la segunda revolución, desde 1689 a 1690, Newton fue miembro del parlamento por Cambridge. Cuando se planteó el conflicto sobre la cuestión de la posibilidad de pedir el juramento al «soberano ilegítimo» –Guillermo de Orange–, y en Cambridge se produjeron desórdenes, Newton, quien como miembro del parlamento por la Universidad de Cambridge tenía que pedir el juramento a esta universidad, estaba a favor del juramento de lealtad y del reconocimiento de Guillermo de Orange como rey^{98}.
- (33/4) En su carta al doctor Covell, Newton aducía tres argumentos en favor del juramento de fidelidad a Guillermo de Orange, que servían para disipar todas las dudas en cuanto a la posibilidad de prestar el juramento por parte de todos los miembros de la Universidad que habían jurado previamente fidelidad al rey depuesto^{99}.
- (33/5) Los razonamientos y argumentos de Newton recuerdan con fuerza las opiniones de Macaulay y Hume que han sido mencionadas anteriormente.
- (33/6) Este perfil ideológico de Newton, como hijo que era de su clase, explica por qué los gérmenes materialistas que estaban ocultos en los *Principia* no se desarrollaron en Newton en un materialismo mecanicista coherente, similar a la física de Descartes, sino que se mezclaron con sus creencias idealistas y teológicas que, en cuestiones filosóficas, prevalecían incluso sobre los elementos materialistas de la física de Newton^{100}.
- (33/7) La importancia de los *Principia* no se reduce sólo a los aspectos técnicos. Su mismo nombre indica que se trata de un sistema, de una concepción del mundo. Por ello, sería incorrecto limitar el análisis de los contenidos de los *Principia* a determinar su conexión intrínseca con la economía y la técnica de la época que respondían a las necesidades de la incipiente burguesía. [33]

- (34/1) La ciencia natural moderna debe su independencia a su liberación con respecto a la teleología. Ésta reconoce sólo el estudio causal de la naturaleza^{101}.
- (34/2) Uno de los lemas de la lucha del Renacimiento era: «el conocimiento verdadero sólo es posible a través del conocimiento de las causas» (*vere scire per causas scire*).
- (34/3) Bacon sostenía que la perspectiva teleológica es el más peligroso de los *idola*. La verdadera conexión entre las cosas se encuentra en la causalidad mecánica. «La naturaleza conoce solo la causalidad mecánica, a cuya investigación deben estar dirigidos todos nuestros esfuerzos.»
- (34/4) La concepción mecanicista del mundo conduce necesariamente a una concepción mecanicista de la causalidad. Descartes estableció el principio de causalidad como «una verdad eterna.»^{102}
- (34/5) En suelo inglés el determinismo mecanicista venía siendo generalmente aceptado, si bien se encontraba entretejido con el dogma religioso (por ejemplo, la secta «Christian necessarians», a la que pertenecía Priestley). Esta combinación peculiar –tan característica de los pensadores ingleses– se encontraba también en Newton.
- (34/6) La aceptación universal del principio de causalidad mecánica como el único y fundamental principio de la investigación científica de la naturaleza se debe al poderoso desarrollo de la mecánica. Los *Principia* de Newton constituyen una grandiosa aplicación de este principio a nuestro sistema planetario. «La vieja teleología se ha ido al diablo»^{103}, pero sólo en el ámbito de la naturaleza inorgánica y en el campo de la mecánica celeste y terrestre.
- (34/7) La idea fundamental de los *Principia* consiste en la concepción del movimiento de los planetas como una consecuencia de la unión de dos fuerzas: una dirigida hacia el sol, y la otra, el impulso natural. Newton dejó este impulso inicial a Dios [pero le prohibió a éste cualquier intervención ulterior en el sistema solar (Engels)^{104}].
- (34/8) Esta exclusiva «división del trabajo» en el gobierno del universo entre Dios y la causalidad era característica del entretejimiento del dogma religioso con los principios materialistas de la causalidad mecánica propio de los filósofos ingleses.
- (34/9) La aceptación del carácter modal del movimiento, y el rechazo de la materia en movimiento como *causa sui*, tenía que llevar inevitablemente a Newton a la concepción del impulso original. En este sentido, la concepción de la divinidad en el sistema de Newton no es sólo casual, sino que está conectada orgánicamente con sus opiniones sobre la materia y el movimiento, así como con sus opiniones sobre el espacio, en cuyo desarrollo Henry More ejerció una gran influencia sobre Newton.
- (34/10) Es en este punto donde se manifiesta toda la debilidad de la concepción filosófica general de Newton. El principio de la causalidad puramente mecánica conduce a la concepción del inicio divino. «La absurda [34] infinitud» de la cadena universal del determinismo mecánico queda cerrada por el impulso inicial, y se abre la puerta a la teleología^{105}.
- (35/1) De esta manera, la importancia de los *Principia* no queda confinada a los problemas puramente físicos, ya que tiene un gran interés metodológico.
- (35/2) En el tercer libro de los *Principia* Newton expone un «sistema del universo». En el esolio general al tercer libro (tercera edición^{106}) queda probada la necesidad de un poder divino creador, motor y dirigente, en los inicios del universo.
- (35/3) No entraremos en la cuestión de la autoría de este esolio, ni tampoco en el papel de Cotes y Bentley en la publicación de los *Principia*. Hay una gran cantidad de literatura existente sobre esta cuestión, pero las cartas citadas más adelante prueban de forma innegable que las opiniones teológicas de Newton no están añadidas a su sistema y no le fueron impuestas por Cotes o Bentley.
- (35/4) Cuando Robert Boyle murió, en 1692, legó un capital que producía 50 libras al año para financiar ocho conferencias que serían leídas anualmente en una de las iglesias de Inglaterra, en las que se darían pruebas de la irrefutabilidad del cristianismo y se repudiaría el ateísmo^{107}.
- (35/5) Bentley, capellán del obispo de Worcester, tenía que leer la primera serie de estas conferencias. Decidió

dedicar la séptima y la octava a la necesidad de la existencia de la divina providencia. Para ello, decidió aportar las pruebas tomando en consideración los principios físicos de la creación del mundo tal como están presentados en los *Principia* de Newton^{108}.

(35/6) Mientras preparaba estas lecturas se encontró con una serie de dificultades de carácter físico y filosófico, para cuya explicación recurrió al autor de los *Principia*.

(35/7) En cuatro cartas contestó Newton detalladamente a Bentley, las cuestiones planteadas. Estas cartas constituyen una importante fuente de información sobre las opiniones de Newton en lo que se refiere al problema cosmológico.

(35/8) La principal dificultad sobre la que Bentley apelaba a Newton era cómo rechazar el argumento materialista planteado ya por Lucrecio, de que la creación del mundo podía ser explicada por principios puramente mecánicos, si se acepta que la materia posee esta propiedad inherente de la gravedad y está distribuida de manera uniforme en el espacio.

(35/9) En sus cartas, Newton explicaba en detalle a Bentley cómo podía ser superada esta argumentación materialista.

(35/10) No es difícil ver que aquí a lo que se refiere es a la cuestión de la teoría de la evolución del universo y, sobre esta cuestión, Newton es un oponente decidido de la concepción materialista de la evolución. [35]

(36/1) «Cuando escribí el tercer libro de los *Principia*, escribe Newton a Bentley, dediqué especial atención a los principios que podían probar a las personas juiciosas, la existencia de un poder divino.

(36/2) »Si la materia estuviera igualmente distribuida en el espacio infinito, entonces, debido a su poder de gravedad, se reuniría en una enorme masa esférica. Pero, si la materia estuviera distribuida en el espacio infinito, entonces podría, en virtud de la fuerza de gravedad, formar masas de varias magnitudes.

(36/3) »Sin embargo, en ningún caso es posible explicar por causas naturales que la masa luminosa, –el sol–, esté en el centro del sistema exactamente en la posición en la que está situado.

(36/4) »Por ello, la única explicación posible está en el reconocimiento de un divino creador del universo, quien sabiamente distribuyó los planetas de tal manera que recibieran la luz y el calor que les son necesarios.»^{109}

(36/5) Avanzando en la cuestión de si los planetas pueden ponerse en movimiento como consecuencia de causas naturales, Newton señaló a Bentley que, como consecuencia de la fuerza de gravedad, que es una causa natural, los planetas pueden moverse, pero nunca pueden realizar la rotación periódica en órbitas cerradas, pues para ello se requiere una componente tangencial^{110}. Por ello, concluye Newton, en ningún caso es posible explicar las trayectorias reales de los planetas o la creación, en virtud de causas naturales, y por tanto, en la investigación sobre la estructura del universo se hace evidente la presencia de un principio divino omnisciente.

(36/6) Más adelante, al tratar la cuestión sobre la estabilidad del sistema solar, Newton señaló que tal sistema, maravillosamente ordenado, en el que la velocidad y la masa de los cuerpos está tan seleccionada que conservan un equilibrio estable, solo podía ser creado por una mente divina.

(36/7) Esta concepción y la apelación de Newton a una mente divina como el principio superior, creador y primer motor del universo no es en absoluto accidental, sino que es la consecuencia esencial de su concepción de los principios de la mecánica.

(36/8) La primera ley de Newton sobre el movimiento atribuye a la materia la propiedad de conservar el estado en el que se encuentra.

(36/9) Como Newton consideraba solo la forma mecánica del movimiento, su concepción del estado de la materia equivale a la condición de reposo o a la traslación mecánica.

(36/10) La materia sobre la que no actúan fuerzas exteriores puede permanecer, bien sea en un estado de reposo, bien en un estado de movimiento uniforme rectilíneo. Si un cuerpo material se halla en reposo, entonces sólo una fuerza exterior puede cambiar este estado.

- (36/11) Si, por otra parte, un cuerpo está en movimiento, entonces sólo una fuerza exterior puede modificar ese movimiento. [36]
- (37/1) De esta forma, el movimiento no es un atributo inmanente a un cuerpo, sino que es un modo que la materia puede o no poseer.
- (37/2) En este sentido, la materia de Newton es inerte en el sentido recto de la palabra. Siempre es necesario un impulso externo para ponerla en movimiento o para alterar o detener este movimiento.
- (37/3) Además, como Newton acepta la existencia de un espacio absoluto e inmóvil, para él el reposo es posible también como reposo absoluto y, del mismo modo, es físicamente posible la existencia de materia absolutamente inmóvil, y no meramente inmóvil dentro de un determinado sistema de referencia.
- (37/4) Está claro que semejante concepción modal del movimiento debe llevar inevitablemente a la introducción de una fuerza motriz externa y éste es, para Newton, el papel que desempeña Dios.
- (37/5) Es muy importante señalar que en principio Newton no sólo no se oponía a la idea de atribuir a la materia determinados atributos, sino que, contrariamente a Descartes, considera la densidad y el peso como «cualidades inmanentes de la materia»^{111}.
- (37/6) De esta forma, negando al movimiento el carácter de atributo de la materia, y aceptándolo sólo como un modo, Newton despoja conscientemente a la materia de aquella inalienable propiedad sin la cual ni la estructura ni la creación del mundo pueden ser explicadas por causas naturales.
- (37/7) Si comparamos el punto de vista de Newton con el de Descartes, la diferencia entre sus teorías se hace inmediatamente perceptible.
- (37/8) «Confieso francamente en este lugar que no conozco otra materia de las cosas corpóreas que la que es divisible, configurable y móvil en toda suerte de formas, es decir, la que los Geómetras llaman cantidad y que toman por objeto de sus demostraciones; y no considero en esta materia otra cosa que sus movimientos, sus figuras y sus divisiones; finalmente y en lo tocante a esto, nada deseo aceptar como verdadero sino lo que sea deducido de estas nociones con tanta evidencia que pueda tener el rango de una demostración matemática. Y puesto que se puede dar razón de esta forma, de todos los fenómenos de la naturaleza, tal como se podrá juzgar a partir de lo que sigue, no creo que se deban asumir otros principios en la Física, ni que exista razón para desear otros que *los que aquí son explicados.*»^{112}
- (37/9) En su física, Descartes no admite ninguna causa sobrenatural. Por ello, Marx señala que el materialismo mecanicista francés estaba cercano a la física de Descartes, en oposición a su metafísica.
- (37/10) La física de Descartes podía jugar ese papel únicamente porque dentro de los límites de esa física la materia representa la única sustancia, el único fundamento para el ser y el conocimiento (Marx)^{113}.
- (37/11) En la tercera parte de sus *Principios de filosofía*, Descartes también presenta un cuadro del desarrollo del universo. La diferencia en [37] la posición asumida por Descartes consiste en su consideración detallada de la génesis histórica del universo y del sistema solar, de acuerdo con los principios mencionados más atrás^{114}.
- (38/1) Es cierto que también Descartes considera el movimiento solo como un modo de la materia, pero, en contraste con Newton, para él la ley suprema es la ley de la conservación de la cantidad de movimiento. Los cuerpos materiales separados pueden adquirir y perder movimiento, pero la cantidad general de movimiento en el universo es constante^{115}.
- (38/2) En la ley cartesiana de la conservación de la cantidad de movimiento está incluida la suposición de la indestructibilidad del movimiento.
- (38/3) Es cierto, asimismo, que Descartes entiende la indestructibilidad en el sentido puramente cuantitativo. Semejante formulación mecánica de la ley de conservación del movimiento no es accidental, sino que resulta del hecho de que tanto Descartes como Newton mantenían la opinión de que todas las formas de movimiento se reducen a la translación mecánica. No consideran el problema de la transición de una forma de movimiento a otra, y esto, como veremos en la segunda parte de este trabajo, tiene un profundo significado.

- (38/4) El gran mérito de Engels es haber considerado el proceso del movimiento de la materia como un eterno tránsito de una forma de movimiento material a otra. Esto le permite no sólo establecer una de las tesis básicas del materialismo dialéctico, i. e., que el movimiento es inseparable de la materia, sino también, llevar la concepción de la ley de la conservación de la energía y la cantidad de movimiento a un nivel superior [Retomaremos este problema en la segunda parte de este informe^{116}].
- (38/5) Descartes, como Newton, también introdujo a Dios, pero su dios es necesario para él sólo en cuanto permite probar que la cantidad de movimiento en el universo permanece constante.
- (38/6) No sólo no acepta la concepción de un impulso exterior de Dios sobre la materia, sino que, contrariamente, considera que la constancia es uno de los atributos básicos de la divinidad y por ello en sus creaciones no podemos suponer ninguna inconstancia, ya que de suponerla, admitiríamos la inconstancia del propio dios.
- (38/7) Así, la razón por la que Descartes introduce a la divinidad es diferente a la de Newton, aunque la divinidad es también necesaria en su concepción, pues tampoco Descartes llevó la interpretación del automovimiento de la materia a su conclusión lógica^{117}.
- (38/8) Durante el período en el que Descartes y Newton estaban trabajando, aunque algo más tarde (los años noventa del siglo XVII), encontramos también en John Toland una concepción materialista consecuente de la correlación de la materia y el movimiento.
- (38/9) Criticando las opiniones de Espinosa, Descartes, y Newton, Toland dirigía su principal ataque contra la concepción modal del movimiento. [38]
- (39/1) «El movimiento», afirmaba Toland en su cuarta carta a Serena^{118}, «es un atributo sumamente esencial de la materia, tan inseparable de ella como la gravedad, la impenetrabilidad y la extensión. Debe incorporarse como una parte integrante de su definición.»
- (39/2) «Esta es la única concepción –afirma Toland con bastante razón– que proporciona una explicación racional de la ley de la constancia cuantitativa del movimiento, pues resuelve todas las dificultades referidas a las fuerzas motrices.»
- (39/3) La doctrina del automovimiento de la materia alcanzó su pleno desarrollo en el materialismo dialéctico de Marx, Engels, y Lenin.
- (39/4) Todo el transcurso de la física contemporánea demuestra la verdad de esta doctrina. En la física contemporánea se acepta cada vez más el criterio de que la materia y el movimiento son inseparables.
- (39/5) La física contemporánea rechaza el reposo absoluto.
- (39/6) Como un resultado de la importancia universalmente aceptada de la ley de la conservación y transformación de la energía, la concepción de la correlación de las formas de movimiento de la materia que fue desarrollada por Engels está siendo más y más confirmada. Es esta la única concepción que ofrece una verdadera comprensión de la ley de la transformación de la energía, que sintetiza los aspectos cuantitativos y cualitativos de esta ley, uniéndola orgánicamente con el automovimiento de la materia^{119}.
- (39/7) La relación entre la ley de inercia y la concepción de la materia inerte con el espacio absoluto ha sido indicada más atrás.
- (39/8) Pero Newton no se limitó sólo a exponer la concepción física del espacio, sino que ofreció también una concepción filosófico-teológica^{120}.
- (39/9) El materialismo dialéctico considera el espacio como una forma de existencia de la materia. El espacio y el tiempo son las condiciones básicas de la existencia de todos los seres, y por lo tanto, el espacio es inseparable de la materia. Toda materia existe en el espacio, pero el espacio existe sólo en la materia. El espacio vacío separado de la materia es una abstracción lógica o matemática, fruto de las actividades de nuestra mente, a la que no corresponde nada real.
- (39/10) Según el criterio de Newton, el espacio puede separarse de la materia, y el espacio absoluto conserva sus propiedades absolutas porque existe independientemente de la materia.

- (39/11) Los cuerpos materiales se encuentran en el espacio como en una especie de receptáculo. El espacio newtoniano no es una forma de existencia de la materia, sino sólo un receptáculo, independiente de esos cuerpos, y con una existencia independiente.
- (39/12) Tal es la concepción del espacio asentada en los *Principia*. Desgraciadamente, no podemos entrar aquí en un [39] análisis detallado de esta concepción. Sólo diremos que semejante concepción está estrechamente relacionada con la primera ley del movimiento^{121}.
- (40/1) Habiendo definido así el espacio como un receptáculo, separado de la materia, Newton, naturalmente, se pregunta cuál es la esencia de este receptáculo.
- (40/2) Al resolver esta cuestión, Newton está de acuerdo con H. More, que sostenía la tesis de que el espacio es «el sensorio de Dios.»
- (40/3) En esta cuestión también difiere Newton fundamentalmente de Descartes, quien desarrolló una concepción del espacio como cuerpo físico.
- (40/4) La concepción de Descartes es insatisfactoria porque identificaba la materia con volumen geométrico.
- (40/5) Mientras que Newton separaba el espacio de la materia, Descartes, al materializar las formas geométricas, privaba a la materia de todas las propiedades excepto de la extensión. Esto, por supuesto, es también incorrecto, pero esta concepción no condujo a Descartes en su física a las mismas conclusiones a las que llegó Newton^{122}.
- (40/6) ¿Qué hay en el espacio desprovisto de materia? pregunta Newton en la cuestión 28 de la «Óptica». ¿Cómo puede ser que en la Naturaleza todo sea constante? y ¿de dónde proviene la armonía del mundo? ¿No se sigue de los fenómenos de la Naturaleza que hay un ser omnipresente, inmaterial, y racional, para el cual el espacio es el sensorio, y a cuyo través percibe cosas y las conoce en su propia esencia?
- (40/7) De este modo, vemos que en esta cuestión Newton también acepta decididamente el punto de vista del idealismo teológico.
- (40/8) Las tesis idealistas de Newton no son accidentales, sino que están orgánicamente enlazadas con su concepción del universo.
- (40/9) Mientras que en Descartes encontramos un agudo dualismo definido entre su física y su metafísica, en Newton, particularmente en su último período, no sólo no encontramos ningún deseo de separar su concepción física de su concepción filosófica, sino que, por el contrario, recurre a sus *Principia* para justificar sus opiniones religioso-teológicas.
- (40/10) En la medida en que los *Principia* surgen, básicamente, de los requerimientos de la economía y la técnica de la época y estudian las leyes del movimiento de los cuerpos materiales, indudablemente, contienen elementos de sano materialismo.
- (40/11) Pero los defectos generales de la concepción filosófica de Newton mencionada anteriormente, y su estrecho determinismo mecanicista, no sólo no permiten a Newton desarrollar estos elementos, sino que, antes al contrario, los introduce en el marco de su propia concepción general religioso-teológica del universo^{123}. [40]
- (41/1) De modo que en sus opiniones filosóficas así como en sus opiniones religiosas y políticas, Newton era un hijo de su clase. Se oponía ardientemente al materialismo y al ateísmo.
- (41/2) En 1692, después de la muerte de su madre y del fuego que destruyó sus manuscritos, entró en un estado de depresión. En esta época escribió a Locke, con quien mantenía correspondencia sobre varias materias teológicas, una áspera carta referida a su sistema filosófico.
- (41/3) En su carta fechada el 16 de Septiembre de 1693, pedía a Locke que le perdonara por aquella carta y por haber pensado que el sistema de Locke afecta a los principios morales. Newton, particularmente, pedía disculpas por haber considerado a Locke como un seguidor de Hobbes^{124}.
- (41/4) Aquí se encuentra la confirmación de la afirmación de Engels de que el materialismo de Hobbes era repugnante para la burguesía.

(41/5) No es necesario siquiera hablar del materialismo de Overton –que era, después de todo, casi un bolchevique.

(41/6) Cuando Leibniz, en sus cartas a la Princesa de Gales, acusaba a Newton de materialismo porque consideraba el espacio como el sensorio de Dios, mediante el cual percibe las cosas, las cuales, consecuentemente, no dependen totalmente de él, y no están creadas por él, Newton protestó enérgicamente contra tales acusaciones. La polémica de Clarke con Leibniz tuvo como objeto la rehabilitación de Newton contra esta acusación^{125}.

(41/7) En el ámbito de la física, las investigaciones de Newton permanecen, en su mayor parte, dentro de los límites de una forma de movimiento –esto es, el desplazamiento mecánico–, y por lo tanto, no contiene la concepción del desarrollo y transición de una forma de movimiento a otra. De la misma manera, en el ámbito de sus tesis sobre la naturaleza como un todo, la idea de desarrollo está absolutamente ausente en Newton.

(41/8) Newton culmina el primer período de la nueva ciencia natural en lo que al mundo inorgánico se refiere. Este es un período en el que predomina la asimilación de material. En el ámbito de la matemática, la astronomía y la mecánica se alcanzaron grandes resultados, particularmente gracias a la obra de Kepler y Galileo, que Newton completó.

(41/9) Pero faltaba una interpretación histórica sobre la naturaleza. Como sistema, está ausente en Newton. La ciencia natural, revolucionaria en su origen, se detiene ante la naturaleza conservadora, que permanece multiseccularmente en el mismo estado en el que fuera creada^{126}.

(41/10) No sólo es la interpretación histórica de la naturaleza lo que falta en Newton, sino que en su sistema de mecánica tampoco encontramos la ley de la conservación de la energía. Esto es aún más incomprensible, a primera vista, si tenemos en cuenta el hecho de que la ley de la conservación de la energía es una simple consecuencia matemática de las fuerzas centrales con las que Newton trabaja^{127}. [41]

(42/1) Además, Newton estudia, por ejemplo, casos de oscilación para cuya explicación Huygens, estudiando la cuestión de los centros de oscilación, realizó tácitamente una enunciación de la ley de conservación de la energía.

(42/2) Es obvio que no fue la falta de genio matemático ni ninguna limitación en su perspectiva física lo que impidió a Newton enunciar esta ley, incluso en la forma de una integral de las fuerzas vivas.

(42/3) Para explicar esto debemos considerar la cuestión desde el punto de vista de nuestra concepción marxista del proceso histórico. Este análisis nos capacitará para discutir esta cuestión en relación con el problema de la transición de una forma de movimiento a otra, cuya solución fue proporcionada por Engels. [42]

4. La concepción de la energía de Engels y la ausencia de la ley de conservación de la energía en Newton

(43/1) Analizando los problemas de las interrelaciones de la materia y el movimiento en Newton, vimos que Toland sostenía la tesis de que el movimiento era inseparable de la materia. Sin embargo, el simple reconocimiento de la inseparabilidad de la materia con respecto al movimiento está lejos de resolver el problema del estudio de las formas de movimiento de la materia.

(43/2) En la naturaleza observamos una variedad infinita de formas de movimiento de la materia. Si nos detenemos a considerar las formas de movimiento de la materia estudiadas por los físicos vemos que hay también una serie de formas diferentes de movimiento: (mecánico, térmico, electromagnético).

(43/3) La mecánica estudia la forma de movimiento que consiste en el simple desplazamiento de cuerpos a través del espacio.

(43/4) Sin embargo, unida a esta forma de movimiento tenemos muchas otras, en las que el desplazamiento mecánico pasa a un segundo lugar en comparación con las nuevas formas específicas de movimiento.

(43/5) Las leyes que rigen el movimiento de los electrones a pesar de estar conectadas con la traslación mecánica, no se agotan en ella.

(43/6) En consecuencia, a diferencia del punto de vista mecánico, que considera como tarea principal de la ciencia natural la reducción de todo el conjunto complejo de los movimientos de la materia a una forma de

desplazamiento mecánico, el materialismo dialéctico considera que la tarea principal de la ciencia natural es el estudio de las formas de movimiento de la materia en sus interconexiones, interrelaciones y en su desarrollo.

- (43/7) El materialismo dialéctico entiende el movimiento como el cambio en general. El desplazamiento mecánico es sólo una forma parcial de movimiento.
- (43/8) En la materia real, en la naturaleza, nunca nos encontramos con formas de movimiento puras absolutamente aisladas. Cada forma real de movimiento, incluyendo, por supuesto, el desplazamiento mecánico, está siempre estrechamente vinculado con la transición de una forma de movimiento a otra.
- (43/9) Hasta ahora la física ha permanecido dentro de los límites del estudio de una forma de movimiento, la forma mecánica y, como hemos visto, esto constituye una peculiaridad de la física de Newton; el problema de las interrelaciones entre esta forma de movimiento y otras, realmente no podía ser establecido. Y cuando tal problema se planteaba había siempre una tendencia a hipostasiar precisamente esta forma de movimiento más simple y mejor estudiada forma de movimiento y a presentarla como el tipo único y universal del movimiento^{128}. [43]
- (44/1) Descartes y Huygens tomaron esta postura y Newton se sumó a ella en lo esencial.
- (44/2) En la introducción a los *Principia*, Newton dirige su atención a la circunstancia de que «podría ser deseable deducir de los principios de la mecánica los demás fenómenos de la naturaleza». (Newton dedujo a partir de estas leyes el movimiento de los planetas, en el tercer libro). «Ojalá que fuera posible deducir los demás fenómenos de la naturaleza a partir de principios mecánicos con el mismo género de argumentación, pues muchas cosas me mueven a sospechar que puedan depender todos ellos de ciertas fuerzas con las que las partículas de los cuerpos por acusar aún desconocidas, bien se atraen unas a otras uniéndose según figuras regulares, bien huyen y se separan unas de otras»^{129}.
- (44/3) Con el desarrollo de la industria a gran escala, pasó a un primer plano el estudio de las nuevas formas de movimiento de la materia y su explotación para las necesidades de la producción.
- (44/4) La máquina de vapor dio un gran impulso al estudio de la nueva forma térmica del movimiento. El estudio de la historia del desarrollo de la máquina de vapor es importante para nosotros en dos sentidos:
- (44/5) Ante todo, estudiamos el problema de por qué fue el desarrollo del capitalismo industrial y no del comercial el que planteó el problema de la máquina de vapor. Esto explicaría por qué la máquina de vapor se convirtió en objeto central de investigación, no en la época de Newton, sino en el período inmediatamente posterior, aunque la invención de la primera máquina de vapor data de la época de Newton. (la patente de Ramsay en 1630).
- (44/6) Vemos así que la conexión entre el desarrollo de la termodinámica y la máquina de vapor es la misma que existe entre los problemas técnicos del período de Newton y su mecánica^{130}.
- (44/7) Pero el desarrollo de la máquina de vapor tiene interés para nosotros en otro sentido. A diferencia de las máquinas mecánicas (la polea, el tornillo, la palanca) en las que un tipo de movimiento mecánico se transforma en otro tipo de desplazamiento mecánico, por su verdadera esencia la máquina de vapor está basada en la transformación de una forma de movimiento (térmico) en otra forma (mecánico)^{131}.
- (44/8) Así, junto con el desarrollo de la máquina de vapor nos encontramos inevitablemente también con el problema de la transición de una forma de movimiento a otra, que nosotros no encontramos en Newton y que está vinculado estrechamente con el problema de la energía y su transformación.
- (44/9) Primero comenzamos con un estudio de las fases más importantes del desarrollo de la máquina de vapor en conexión con el desarrollo de las fuerzas productivas.
- (44/10) Marx observó que el comercio medieval de las primeras ciudades comerciales tenía carácter intermediario. Este tenía su fundamento en el barbarismo de los pueblos productores, para los que las ciudades comerciales y los comerciantes cumplían un papel de intermediarios^{132}. [44]

(45/1) Mientras que el capital comercial jugó el papel de intermediario en el intercambio de productos de países no desarrollados, los beneficios provenientes del comercio no eran solamente el resultado de la estafa y el engaño, sino que estaban directamente originados por ellos. Más tarde, el capital comercial utilizó la diferencia entre los

precios de producción de varios países. Unido a ello, como advierte Adam Smith, durante la primera etapa de su desarrollo el capital comercial es principalmente un proveedor, y abastece las necesidades del propietario feudal de la tierra o de los déspotas orientales, concentrando la mayor cantidad de producto excedente en sus propias manos mientras que se interesa comparativamente poco por los precios de las mercancías.

(45/2) Esto explica los enormes beneficios del comercio medieval. La expedición portuguesa de 1521 compraba clavo por dos o tres ducados y los vendía en Europa a 336 ducados. El coste total de la expedición alcanzó la suma de 22.000 ducados, los ingresos brutos fueron de 150.000, las ganancias de 130.000, es decir, alrededor de un 600 por ciento.

(45/3) A principios del siglo XVII, los holandeses compraban 625 libras de clavo a 180 florines, y los vendían en Holanda por 1.200 florines.

(45/4) El mayor porcentaje de beneficios provenía de aquellos países que estaban completamente sometidos a los europeos. Pero incluso en el comercio con China, que no había perdido su independencia, los beneficios llegaban al 75 o al 100%.

(45/5) Cuando el capital mercantil tiene un dominio aplastante, constituye –en todas partes– un sistema de saqueo.

(45/6) Los altos porcentajes de beneficios se mantuvieron durante el siglo XVII y principios del XVIII. Esto puede ser explicado por la circunstancia de que el gran comercio de la baja edad media y de principios de los nuevos tiempos era en su mayor parte un comercio monopolista. La compañía británica de las indias orientales estaba fuertemente conectada con el gobierno del estado. La ley de navegación de Cromwell fortaleció el monopolio del comercio británico. El gradual declive de Holanda como poder naval data de esta época, sentándose una base sólida para la hegemonía naval de Inglaterra.

(45/7) Así, mientras la forma dominante de capital era el capital comercial, la atención principal se dirigía no tanto al progreso del proceso mismo de cambio, sino a la consolidación de la posición monopolista y a la dominación de las colonias.

(45/8) El capitalismo industrial en desarrollo orientó inmediatamente su atención hacia el proceso de producción. La libre competencia dentro del país que la burguesía había alcanzado en 1688 planteó de inmediato la consideración del problema de los costes de producción.

(45/9) Como Marx ha señalado, la industria a gran escala universalizó la competencia e convirtió los impuestos proteccionistas en un simple paliativo.

(45/10) No sólo será necesario producir bienes de buena calidad y en suficiente cantidad, sino producirlos al menor costo posible.

(45/11) El proceso de abaratamiento de la producción de bienes se dirigía según dos objetivos: El crecimiento constante de la explotación [45] de la fuerza de trabajo (la producción de plusvalía absoluta) y la mejora del proceso de producción en sí mismo (la plusvalía relativa). La invención de máquinas no sólo no redujo el día de trabajo sino que, al contrario, siendo un arma poderosa para el incremento de la productividad del trabajo, como instrumento del capital, simultáneamente se convirtió en un medio para prolongar ilimitadamente la jornada laboral.

(46/1) Mostraremos este proceso en la máquina de vapor. Pero antes de dedicarnos a analizar la historia del desarrollo de la máquina de vapor debemos aclarar qué entendemos por máquina, puesto que en esta cuestión existe una diferencia radical entre el punto de vista del marxismo y el de otros investigadores^{133}.

(46/2) Mientras tanto, para esclarecer la esencia de la revolución industrial que elevó la máquina de vapor a uno de los puntos más importantes, es necesario tener una clara concepción del papel jugado por la máquina de vapor en la revolución industrial.

(46/3) Hay una opinión verdaderamente persistente de que la máquina de vapor produjo la revolución industrial. Esta opinión es falsa. (63/5) La manufactura se alejó de la artesanía por dos caminos. Por un lado, surge de una combinación de artesanías independientes y heterogéneas, que pierden su independencia, y por otro lado, surge de la cooperación de artesanos del mismo oficio, que separan cada proceso en sus partes componentes y pasan a la división del trabajo dentro de la manufactura.

- (46/4) El punto de partida en la manufactura es la fuerza de trabajo.
- (46/5) El punto de partida de la industria a gran escala son los instrumentos de trabajo. Por supuesto, en la manufactura también es muy importante el problema de la fuerza motriz, pero la revolución de todos los procesos de producción que fueron preparados por una detallada división del trabajo dentro de los límites de la manufactura no vino de la fuerza motriz sino del mecanismo ejecutor^{134}.
- (46/6) Cada máquina está constituida por tres partes fundamentales: la fuerza motriz, el mecanismo de transmisión, y el instrumento ejecutor. La esencia de una interpretación histórica de la definición de máquina consiste en el hecho de que en distintos períodos la máquina tiene distintos propósitos.
- (46/7) La definición de máquina debida a Vitruvio permaneció hasta la revolución industrial. Para él, una máquina era un instrumento de madera de gran servicio para subir y transportar pesos.
- (46/8) Consecuentemente, los artilugios básicos que servían para estos fines –el plano inclinado, el torno, la polea, la palanca– recibieron el nombre de máquinas simples.
- (46/9) Cuando analizaba en los *Principia* el contenido de la mecánica aplicada utilizada por los antiguos, Newton les atribuía la doctrina de las cinco simples máquinas, la palanca, el torno, la polea, el tornillo, y la cuña.
- (46/10) De ahí proviene la opinión arraigada en la literatura inglesa de que un instrumento es una máquina simple y una máquina un instrumento complejo. [46]
- (47/1) Pero esto no es solamente una cuestión de simplicidad o complejidad. La esencia de la cuestión consiste en el hecho de que la introducción del mecanismo ejecutor, cuya función consiste en aprovechar y cambiar convenientemente el objeto que ha de ser sometido al trabajo, provoca una revolución en el proceso mismo de producción.
- (47/2) Las otras dos partes de la máquina existen para poner en movimiento el mecanismo ejecutor.
- (47/3) Así, es evidente el abismo que divide las máquinas concebidas por Vitruvio que acometían sólo el desplazamiento mecánico de productos acabados, y la máquina de la industria a gran escala, cuya función consiste en la transformación completa del material original del que se obtiene el producto.
- (47/4) La fecundidad de la definición de Marx se hace especialmente evidente si la comparamos con las definiciones de máquina encontradas en la literatura.
- (47/5) En su *Cinemática teórica*, Releau define una máquina como la combinación de cuerpos resistentes, contruidos de modo tal que, por medio de su fuerza mecánica, las fuerzas de la naturaleza son constreñidas, mediante ciertos movimientos, para producir una acción.
- (47/6) Esta definición es igualmente aplicable a la máquina de Vitruvio que a la máquina de vapor. Aunque cuando la aplicamos nos encontramos con dificultades.
- (47/7) La definición de máquina ofrecida por Sombart presenta el mismo defecto. Sombart define la máquina como un medio o conjunto de medios de trabajo, manejados por un hombre, cuyo propósito es la racionalización mecánica del trabajo. La máquina como un medio de trabajo se distingue del instrumento de trabajo por la circunstancia de que ésta es atendida por un hombre, mientras que un instrumento sirve al hombre.
- (47/8) La naturaleza insatisfactoria de esta definición consiste en que hace recaer la base de la diferencia entre un instrumento y una máquina en la circunstancia de que uno está al servicio del hombre, y en la otra el hombre está al servicio de ella. Esta definición, basada a primera vista, en una característica económica y social, no solo no proporciona la idea de la diferencia entre el período en el que predominaba el instrumento simple y aquel en el que predominaba el modo maquinista de producción, sino que crea además una idea absurda de que la esencia de la máquina consiste en que el hombre está a su servicio.
- (47/9) Así una máquina de vapor imperfecta que demanda el continuo servicio de un hombre (en la primera máquina de Newcomen un chico debía abrir y cerrar la tapa continuamente) puede ser una máquina, al tiempo que una compleja automoción que produce botellas o lámparas eléctricas puede ser un instrumento, puesto que esencialmente esto requiere escasa atención.

- (47/10) La definición de máquina que ofrece Marx dirige su atención a la circunstancia de que ésta causa una revolución en todo el proceso productivo.
- (47/11) La fuerza motriz es una necesidad y un componente muy importante de la maquinaria del capitalismo industrial pero esto no [47] determina su carácter fundamental. Cuando John Wyat inventó su primera máquina giratoria no mencionó cómo se ponía en movimiento. «Una máquina para girar sin la ayuda de los dedos», era su programa.
- (48/1) La revolución industrial del siglo XVIII no la produjo ni el desarrollo de la máquina ni la invención de la máquina de vapor, sino, al contrario, la máquina de vapor alcanzó tal importancia precisamente porque la división del trabajo desarrollada en la manufactura y la creciente productividad hicieron posible y necesario inventar un instrumento adecuado, y la máquina de vapor, que había sido engendrada en la industria minera, encontró un campo preparado para su aplicación como motor.
- (48/2) La máquina de hilar de Arkwright, al principio, era movida por la fuerza del agua. Sin embargo el uso de ésta como fuerza motriz predominante venía acompañada de grandes dificultades.
- (48/3) Era imposible elevar el agua a cualquier altura, sus carencia no podía ser compensada, a veces se agotaba y siempre mantuvo un carácter puramente local.
- (48/4) Sólo con la invención de la máquina de Watt, la industria textil, ya suficientemente desarrollada, recibió el motor sin el cual no hubiera llegado al estado de desarrollo que ha alcanzado.
- (48/5) Por lo tanto, la industria textil mecanizada no es en absoluto una consecuencia de la invención de la máquina de vapor.
- (48/6) La máquina de vapor nació en conexión con la minería. Alrededor de 1630 fue concedida una patente a Ramsay por «elevar agua con la ayuda del fuego en trabajos en la profundidad de la mina».
- (48/7) En 1711 se creó una «Sociedad para la elevación de agua con la ayuda del fuego» para la explotación de la máquina de Newcomen en Inglaterra.
- (48/8) Escribe Carnot en su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*, que el gran servicio prestado por la máquina térmica (de vapor) inglesa es indudablemente la revitalización de las minas de carbón que estaban amenazadas de cierre debido a las crecientes dificultades en el bombeo de agua y en la extracción del carbón.
- (48/9) La máquina de vapor se transforma gradualmente en un importante factor de la producción. Entonces se dirigió la atención inmediatamente a lo que pudiera hacerla más económica, reduciendo el gasto de vapor y, consecuentemente, el gasto de agua y combustible^{135}.
- (48/10) Incluso antes del trabajo de Watt, Smeaton se había dedicado a investigar el gasto de vapor en varias máquinas de vapor, fundando un laboratorio especial para ello en 1769. Encontró que el gasto de vapor varía de acuerdo con la máquina entre 176 a 76 Kg por caballo de vapor hora. Savery logró construir una máquina del tipo Newcomen con un gasto de vapor de 60 Kg por caballo de vapor hora. [48]
- (49/1) Ya en 1767, estaban trabajando, solamente en los alrededores de Newcastle, 57 máquinas de vapor con una potencia total de 12 caballos de potencia.
- (49/2) Es obvio que uno de los problemas más importantes a los que se enfrentó Watt fue el de hacer la máquina más económica.
- (49/3) La patente de Watt, obtenida en 1769, comienza así: «Mi procedimiento de disminución del consumo de vapor en máquinas de fuego, y con ello el gasto de material combustible, consiste en las proposiciones básicas siguientes.»
- (49/4) El contrato que Watt y Bolton firmaron con el propietario de minas de hierro consistía en su recepción en forma de dinero de una tercera parte de la suma recibida por el ahorro en el gasto de petróleo.
- (49/5) Bajo esta condición, y de una sola mina, recibieron más de dos mil libras en un año.

- (49/6) Las principales invenciones de la industria textil fueron realizadas durante el período de 1735 a 1780, y con ello existía ya una potencial demanda de motores.
- (49/7) En la patente que obtuvo en 1784, Watt describió la máquina de vapor como un motor universal para la gran industria.
- (49/8) El problema de la racionalización técnica de la máquina de vapor era ahora central. La realización práctica de esta tarea hacía necesario un estudio detallado de los procesos físicos que tienen lugar en la máquina.
- (49/9) A diferencia de Newcomen, Watt estudió en detalle las cualidades termodinámicas del vapor en el laboratorio de la Universidad de Glasgow, y de este modo estableció las bases para hacer de la termodinámica una parte de la física.
- (49/10) Realizó una serie de experimentos sobre la temperatura de ebullición del agua bajo varias presiones en conexión con los cambios en la elasticidad del vapor. Después investigó la temperatura latente de la formación de vapor y desarrolló y comprobó la teoría de Black.
- (49/11) De esta forma, los principales problemas de la termodinámica, teoría de la temperatura latente de la formación de vapor, la dependencia del punto de ebullición del agua con respecto a la presión y el aumento de la temperatura latente de la formación de vapor comenzaron a ser calculados científicamente por Watt.
- (49/12) Fue este estudio detallado de los procesos físicos de la máquina de vapor lo que hizo a Watt llegar más lejos que Smeaton, quien, a pesar de haberse impuesto la tarea de investigar en el laboratorio la máquina de vapor, no pudo ir más allá de la mejora superficial y empírica de la máquina de Newcomen, pues no estaba familiarizado con las cualidades físicas del vapor de agua.
- (49/13) La termodinámica no sólo recibió un impulso en su desarrollo a partir de la máquina de vapor, sino que, de hecho, se desarrolló por el estudio de esta máquina.
- (49/14) Surgió la necesidad de estudiar no sólo los procesos físicos separados en la máquina de vapor, sino también la teoría general de las máquinas de vapor, y la teoría general del coeficiente de [49] actividad rentable de las máquinas de vapor. Este trabajo fue llevado a cabo por Carnot^{136}.
- (50/1) [La teoría general de la máquina de vapor y la teoría del coeficiente de actividad rentable condujo a Carnot a la necesidad de investigar los procesos térmicos en general y al descubrimiento del segundo principio de la termodinámica.]^{137}
- (50/2) El estudio de las máquinas de vapor decía Carnot en su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego* (1824) es extraordinariamente interesante, ya que su importancia es muy considerable y su uso se incrementa día a día. Claramente causará una gran revolución en el mundo civilizado.
- (50/3) Carnot señala que, a pesar de ciertas mejoras, la teoría de la máquina de vapor había hecho muy pocos progresos.
- (50/4) Carnot formuló su tarea de descubrir la teoría de la máquina de vapor de tal manera que las tareas prácticas, propuestas por él para descubrir la teoría general del coeficiente de rendimiento, estuvieran perfectamente claras.
- (50/5) Frecuentemente, dice, surgía la siguiente cuestión: si la potencia motriz del calor es limitada o ilimitada; por potencia motriz nosotros entendemos el servicio útil que un motor puede proporcionar.
- (50/6) ¿No hay ningún límite a las posibles mejoras, un límite que la naturaleza de las cosas haga insuperable por cualquier medio sea cual sea? o, por el contrario, ¿las posibles mejoras son ilimitadas?
- (50/7) Las máquinas que derivan su movimiento del calor, pero que tienen la fuerza motriz del hombre, de los animales, de la caída del agua, de las corrientes de aire, puede ser estudiadas, observa Carnot, por medio de la mecánica teórica.
- (50/8) Aquí todas las posibilidades están previstas, todos los movimientos se reducen a principios generales (esto era posible gracias a la obra de mecánica de Newton), están firmemente establecidos y son aplicables en todas

las circunstancias.

- (50/9) Este tipo de teorías no existe en el caso de las máquinas térmicas. Será imposible establecerlas, declaraba Carnot, hasta que las leyes de la física estén suficientemente extendidas y suficientemente generalizadas para que puedan preverse los resultados de una reacción definida de calor sobre algún cuerpo particular.
- (50/10) Aquí la conexión entre la tecnología y la ciencia, entre la investigación de las leyes generales de la física y los problemas técnicos provocados por el desarrollo económico se estableció con extraordinaria claridad^{138}.
- (50/11) Pero la historia de la máquina de vapor es importante para nosotros, también en otro sentido.
- (50/12) La sucesión histórica en el estudio de las distintas formas de movimiento físico de la materia es: mecánico, térmico, eléctrico.
- (50/13) Hemos visto que el desarrollo del capitalismo industrial presentó a la tecnología la necesidad de construir un motor universal. [50]
- (51/1) Esta demanda fue suplida preliminarmente por la máquina de vapor, que no tuvo competidores hasta la invención del motor eléctrico.
- (51/2) El problema de la teoría del coeficiente de rendimiento de las máquinas de vapor llevó al desarrollo de la termodinámica, es decir, al estudio de la forma térmica del movimiento.
- (51/3) Esto explica consecuentemente la sucesión histórica en el estudio de las formas de movimiento; siguiendo a la mecánica llegamos al desarrollo del estudio de las formas térmicas de movimiento: la termodinámica.
- (51/4) Pasamos ahora a considerar la importancia de la máquina de vapor desde el aspecto de la transformación de una forma de movimiento a otra.
- (51/5) Mientras que Newton ni siquiera consideró el problema de la ley de la conservación y transformación de la energía, Carnot se vio obligado a considerarlo, aunque realmente de forma indirecta.
- (51/6) Esto se debió precisamente a que Carnot enfocó el estudio de la máquina de vapor desde el aspecto de la transformación de la energía térmica en mecánica.
- (51/7) La categoría de la energía como una de las categorías básicas de la física aparece cuando se plantea directamente el problema de las interrelaciones entre distintas formas de movimiento. Y cuanto mayor riqueza de formas de movimiento llega a ser tema de estudio para la física, mayor es la importancia adquirida por la categoría de energía^{139}.
- (51/8) De esta forma, el estudio de las formas físicas de movimiento de la materia y su desarrollo histórico deben proporcionar la clave para una comprensión del origen, importancia y conexiones mutuas entre las categorías de la física.
- (51/9) El estudio histórico de las formas de movimiento debe llevarse a cabo según dos aspectos. Debemos estudiar la sucesión histórica de las formas de movimiento tal como aparecen en el desarrollo de la ciencia física en la sociedad humana. Hemos mostrado ya la conexión entre la forma mecánica y térmica del movimiento desde el aspecto de su génesis histórica en la sociedad humana. El estudio de estas formas procede según la sucesión en que éstas han sido realizadas por la práctica humana^{140}.
- (51/10) El segundo aspecto es el estudio de la «historia^{141} natural del desarrollo de la materia.» El proceso de estudio del desarrollo de la materia inorgánica en el microcosmos y el macrocosmos debe proporcionar la clave para la comprensión de la conexión y transiciones mutuas de una forma de movimiento de la materia inorgánica en otra, y debe establecer una base firme para la clasificación natural de las formas de movimiento de la materia. Este principio debe subyacer en la base de la clasificación marxista de las ciencias^{142}.
- (51/11) Cada ciencia analiza una forma separada de movimiento o un conjunto de formas de movimiento conectadas entre sí y que pasan de una a otra. [51]

- (52/1) La clasificación de las ciencias no es otra cosa que una jerarquía de formas de movimiento de la materia de acuerdo con su orden esencial, en otras palabras, de acuerdo con su desarrollo natural y la transición de una forma de movimiento a otra, tal como se realiza en la naturaleza.
- (52/2) De esta forma, este principio de la clasificación marxista de la ciencia sitúa en la base de la clasificación la gran idea del desarrollo y transición de una forma de materia en movimiento a otra. (Engels)^{143}
- (52/3) En esto consiste la notable concepción de Engels de la interconexión y de la jerarquía de las formas de movimiento de la materia.
- (52/4) El concepto de energía tiene que ver indisolublemente con la transformación de una forma de movimiento en otra, con el problema de la medida de esta transformación. La física moderna enfatiza el aspecto cuantitativo de esta transformación y postula la constancia de la energía a través de todas sus transformaciones.
- (52/5) Recordamos, como hemos visto en el capítulo anterior, que la constancia cuantitativa y la invariabilidad de la cantidad de movimiento fueron anunciadas por Descartes. El elemento novedoso que fue introducido en la física por la obra de Mayer y Helmholtz consistía en el descubrimiento de la transformación de las formas de movimiento con la constancia de la energía también durante estas transformaciones.
- (52/6) Fue esto, y no la simple constatación de la constancia lo que resultó un elemento novedoso^{144}.
- (52/7) A causa de este descubrimiento la variedad de fuerzas aisladas de la física (el calor, la electricidad, la energía mecánica) que hasta ahora podían ser comparadas con las formas invariables de la biología, fueron transformadas en formas de movimiento interconectadas y susceptibles de pasar de unas a otras según leyes definidas.
- (52/8) Como en astronomía, la física llegó a la inevitable conclusión de que el último resultado era el eterno ciclo de la materia en movimiento. Esta es la razón por la que el período de Newton, que trabajaba sólo con una forma de movimiento –la mecánica– y que ponía en primer plano no la transformación de una forma en otra, sino sólo la transformación y modificación de una misma forma de movimiento –el desplazamiento mecánico– (recordemos la definición de una máquina ofrecida por Vitruvio y las observaciones de Carnot), no planteó ni pudo plantear los problemas de la energía^{145}.
- (52/9) Tan pronto como la forma térmica de movimiento apareció en escena (y ésta se presentó indisolublemente unida al problema de su transformación en movimiento mecánico) el problema de la energía pasó a primer plano. El propio planteamiento del problema de la máquina de vapor (elevar el agua mediante fuego) lleva claramente a la conexión con el problema de la transformación de una forma de movimiento en otra. Es significativo que la clásica obra de Carnot se titule: *Reflexiones sobre la fuerza motriz del fuego*. [52]
- (53/1) Este tratamiento de la ley de la conservación y transformación de la energía propuesto por Engels, pone en primer plano el aspecto cualitativo de la ley de la conservación de la energía, en oposición al tratamiento que predomina en la física moderna y que reduce esta ley a una ley puramente cuantitativa –la cantidad de energía durante sus transformaciones–. La ley de la conservación de la energía, la teoría de la indestructibilidad del movimiento, tiene que entenderse no sólo en un sentido cuantitativo, sino también cualitativo. Esta contiene no sólo la suposición de la indestructibilidad y eternidad de la energía, que es una de las premisas básicas de la concepción materialista de la naturaleza, sino un tratamiento dialéctico del problema del movimiento de la materia. Desde este aspecto del materialismo dialéctico, la indestructibilidad del movimiento consiste no sólo en el hecho de que la materia se mueve dentro de los límites de una forma de movimiento, sino también en que la materia misma es capaz de todas las interminables variedades de formas de movimiento en sus transiciones espontáneas de una a otra, en su propio movimiento y desarrollo.
- (53/2) Vemos que sólo la concepción de Marx, Engels, y Lenin proporciona una clave para una comprensión de la sucesión histórica del desarrollo y de la investigación de las formas de movimiento de la materia.
- (53/3) Newton no percibió ni resolvió el problema de la conservación de la energía, pero no por falta de genio. Los grandes hombres, más allá de la grandeza de su genio, formulan y resuelven, en todos los campos, las tareas que han sido propuestas por el desarrollo histórico de las fuerzas productivas y por las relaciones de producción^{146}. [53]

fuerzas productivas

- (54/1) Hemos llegado al final de nuestro análisis de los *Principia*. Hemos mostrado cómo sus contenidos físicos surgen de las tareas de la época, cuya solución se planteaba por la clase que entraba en el poder.
- (54/2) La transición históricamente inevitable desde el feudalismo al capital comercial y a la manufactura, y desde la manufactura al capitalismo industrial, estimuló de una forma inédita hasta entonces, el desarrollo de las fuerzas productivas, y esto a su vez dio un poderoso impulso al desarrollo de la investigación científica en todas las esferas del conocimiento humano.
- (54/3) Newton vivió precisamente en esta época, cuando se estaban creando nuevas formas de relaciones sociales, nuevas formas de producción.
- (54/4) En su mecánica fue capaz de resolver este complejo de problemas físico-técnicos que la incipiente burguesía había planteado con firmeza. Pero se mostró impotente ante la naturaleza como un todo. Newton conocía el desplazamiento mecánico de los cuerpos, pero rechazaba aún la concepción de que la naturaleza se encontrara en proceso de desarrollo incesante. Menos aún podemos esperar encontrar en él alguna tesis sobre la sociedad como una entidad en desarrollo, aunque fue precisamente el carácter transitorio de su época el que hizo nacer su obra fundamental.
- (54/5) ¿Se ha detenido el proceso histórico después de la época de Newton? Por supuesto que no, puesto que nada puede detener el movimiento progresivo de la historia.
- (54/6) Después de Newton, Kant y Laplace fueron los primeros en abrir una brecha en la concepción de la naturaleza como eterna y estática desde el comienzo^{147}.
- (54/7) Ellos iban a demostrar, aunque lejos todavía de la perfección, que el sistema solar es el producto de un desarrollo histórico.
- (54/8) Con sus obras se introdujo por primera vez en la ciencia natural la concepción del desarrollo, que iba a convertirse, posteriormente, en la base y principio directriz de toda la doctrina sobre la naturaleza.
- (54/9) El sistema solar no fue creado por Dios, el movimiento de los planetas no es el resultado de un impulso divino. Este sistema no solamente preserva su situación a consecuencia de causas naturales, sino que surgió solamente a través de la influencia de estas causas. Dios no sólo es innecesario en un sistema que existe sobre la base de las leyes de la mecánica, sino que es innecesario incluso como explicación de su origen. [54]
- (55/1) «No he encontrado necesario incluir ninguna hipótesis sobre la divinidad en mi sistema» así se dice que contestó Laplace a la pregunta de Napoleón sobre las razones para la omisión de toda referencia al papel de Dios en su *Sistema del Mundo*.
- (55/2) El progresivo desarrollo de las fuerzas productivas dio lugar a una ciencia progresiva. Este cambio desde la industria artesanal doméstica a la manufactura y de la manufactura a la industria mecanizada a gran escala que sólo había empezado durante la época de Newton, se aceleró enormemente durante el siglo siguiente. Culminó durante la fase del imperialismo monopolista del capitalismo que a su vez es el preludio de las nuevas formas socialistas de desarrollo.
- (55/3) Así como una fase del modo capitalista de producción es reemplazada por otra, así también cambian las ideas mismas de la clase dominante en la sociedad capitalista sobre la tecnología y la ciencia. De acuerdo con esto, al subir al poder, la burguesía lucha sin piedad contra los antiguos gremios y la forma artesana de producción. Con mano de hierro impone la industria mecanizada a gran escala, deshaciendo en su curso la resistencia de la desgastada clase feudal y del incipiente proletariado.
- (55/4) Para la burguesía, la ciencia y la tecnología eran poderosos instrumentos de lucha, y estaba interesada en el desarrollo y perfección de dichos instrumentos.
- (55/5) El vocero del capitalismo industrial, Ure, describe la lucha de la burguesía en favor de los nuevos métodos de producción en los siguientes términos:
- (55/6) «La horda de los descontentos, que se creía invenciblemente atrincherada detrás de las viejas líneas de la

división del trabajo, se vio atacada por el flanco, con todos sus medios de defensa destruidos *por la moderna táctica mecánica*. No tuvo más remedio que rendirse *sin condiciones*.»^{148}

(55/7) Examinando más adelante el significado de la invención de la máquina de hilar, dice: «Esta máquina estaba llamada a restablecer el orden entre las clases industriales [...] Este invento vino a confirmar la tesis ya desarrollada por nosotros de que *el capital, cuando pone a su servicio a la ciencia, reduce siempre a razón la mano rebelde del trabajo*.»^{149}

(55/8) La burguesía en el poder hablaba por boca de Ure. Ésta construía nuevos métodos de producción con la carne y la sangre de las «manos rebeldes del trabajo».

(55/9) Al subir al poder, la burguesía revolucionó todas las formas de producción. Redujo a jirones los antiguos lazos feudales, y destruyó las formas arcaicas de relaciones sociales que impedían el nuevo desarrollo de las fuerzas productivas. Durante ese período, la burguesía era revolucionaria porque ofrecía, con ello, nuevos y mejores métodos de producción.

(55/10) En el transcurso de un siglo cambió la faz de la tierra y dio lugar a nuevas y poderosas fuerzas productivas. [55]

(56/1) Se descubrieron nuevas formas de movimiento de la materia hasta entonces desconocidas.

(56/2) El gigantesco desarrollo de la técnica estimuló tremendamente el desarrollo de la ciencia, y el enorme desarrollo de la ciencia a su vez fecundó a la nueva técnica.

(56/3) Y sobre la base de este florecimiento inaudito de las fuerzas productivas, a partir del tremendo crecimiento de la cultura material, se produjo un empobrecimiento sin precedentes de las masas populares, y un terrible crecimiento del desempleo.

(56/4) No es extraño que estas contradicciones con el predominio de las formas de producción capitalista hayan llamado la atención, no sólo de los dirigentes de los países capitalistas, sino también de los científicos.

(56/5) En la época de Newton, la burguesía clamó por nuevas formas de producción. En su *memorándum* sobre la reforma de la Sociedad Real, Newton pidió a las autoridades del estado que apoyaran a la ciencia, que tanto había hecho por el estudio de la naturaleza y por la creación de nuevas fuerzas productivas.

(56/6) Hoy en día la situación es muy diferente.

(56/7) Durante el pasado año, *Nature* ha publicado una serie de artículos importantes relacionados con las cuestiones que estamos considerando. En estos artículos se toman en consideración problemas que ahora están inquietando a todo el mundo. De ellos, nos referiremos a los dos que más claramente expresan el punto de vista de los científicos naturales ingleses. Uno se titula «Desempleo y esperanza»^{150}; el otro, «Ciencia y sociedad»^{151}.

(56/8) Así es como describen estos artículos las tareas de la industria, sus fines y sus líneas de desarrollo. Refiriéndose a la cuestión del desempleo, en un análisis de la sociedad capitalista, *Nature* define el papel de las máquinas de la siguiente forma:

(56/9) «En la situación actual, hay motivos para justificar la rápida reflexión de que quizá, después de todo, las gentes de Erewhon^{152} eran más sabias que nosotros al destruir sus máquinas, pues, como Marx predijo, las máquinas invertían la relación original y los trabajadores se convertían en instrumento y apéndice de un mecanismo sin vida.»

(56/10) La ciencia y la técnica contemporáneas crean máquinas extraordinarias por su precisión y productividad, por su organización extraordinariamente complicada y delicada. Y parece que los destructores de máquinas eran más sabios que nosotros, que creamos máquinas de complejidad y poder sin precedentes.

(56/11) En la declaración mencionada, no sólo hay una distorsión de las ideas de Marx, sino que también se hace una interpretación incorrecta sobre el movimiento de los destructores de máquinas^{153}.

(56/12) Dejemos establecidas primero las verdaderas circunstancias históricas y las causas reales que llevaron a los trabajadores a destruir las máquinas. [56]

(57/1) La lucha de los trabajadores contra la máquina es sólo el reflejo de la lucha entre los asalariados y los capitalistas. La clase trabajadora de esta época, no lucha contra las máquinas como tales sino contra la posición a la que les estaba relegando, la estructura del capitalismo en desarrollo, en la nueva sociedad.

(57/2) Durante el siglo XVII casi toda Europa sufrió la indignación de los trabajadores contra las máquinas cardadoras. La primera sierra movida por la energía del viento fue destruida en Londres a finales de los años setenta del siglo XVII.

(57/3) La primera década del siglo XIX fue importante por el movimiento de masas de los *luditas* contra el telar movido por la máquina de vapor. A medida que se desarrollaba, el capitalismo industrial transformaba la fuerza de trabajo en una mercancía. Expulsado de la industria por la maquinaria, el trabajador no podía encontrar un comprador para su trabajo, y era comparable al papel moneda sacado fuera de circulación. La creciente clase trabajadora, todavía sin conciencia de clase, dirigió su odio contra las formas superficiales de manifestación de las relaciones capitalistas: las máquinas.

(57/4) Pero esta protesta, reaccionaria en su forma, era la expresión de una protesta revolucionaria contra el sistema de trabajo asalariado y de la propiedad privada de los medios de producción.

(57/5) El trabajador realmente se convertía en un apéndice de la máquina no por el hecho de que las máquinas hubieran sido inventadas, sino porque estas máquinas servían al interés de las clases poseedoras de los medios de producción.

(57/6) La llamada a la destrucción de las máquinas siempre será una consigna reaccionaria, y la sabiduría de los habitantes de Erewhon consistía no en la destrucción de las máquinas, sino en su protesta contra la esclavitud del trabajo asalariado.

(57/7) «La comodidad y el bienestar de una minoría», continúa el artículo editorial, «de esta forma, puede, sin embargo, pagarse muy caro cuando consideramos la cantidad de trabajadores expulsados y, quizá, más aún el aplastamiento de la individualidad y el retraso en el desarrollo que, como Marx predijo, han acompañado frecuentemente a la producción en masa».

(57/8) Así, en opinión de *Nature*, el perfeccionamiento de los medios de producción conduce inevitablemente a la disolución de la individualidad y al sufrimiento de las masas populares.

(57/9) Aquí podemos preguntarnos: ¿Por qué durante la época de Newton, cuando había un gran desarrollo en los medios de producción, los círculos científicos no sólo no pidieron un retraso de este desarrollo, sino que al contrario, en todo momento animaron cada nuevo descubrimiento e invención? y ¿por qué el órgano de los científicos naturales más importante de la época de Newton, *Philosophical Transactions*, estaba lleno de descripciones de esas nuevas invenciones? [57]

(58/1) Antes de contestar a esta pregunta veremos qué métodos propone esta revista de los naturalistas británicos para resolver la crisis de la producción y el desempleo, que, de acuerdo con sus opiniones, es el resultado de un desarrollo de las fuerzas productivas.

(58/2) Estos métodos están esbozados en el artículo señalado, «Desempleo y esperanza». Citamos la correspondiente sección al completo:

(58/3) «Los fines de la industria son, o deberían ser, principalmente dos: 1. Ofrecer un campo para [...] [el desarrollo de las capacidades de los hombres y^{154}] el desarrollo del carácter; y 2. Producir mercancías que satisfagan la variedad de necesidades humanas, en mayor medida las de tipo material, aunque, por supuesto, hay enormes excepciones fuera de la categoría material, y el término «material» se usa aquí en sentido no peyorativo. La atención ha sido dirigida hasta ahora principalmente a 2., y el fin primordial de la industria ha sido ignorado. Tal visión unilateral de la industria emparejada con un uso demasiado estrecho de la manida palabra «evolución» [...] ha llevado a que se concentrara el interés sobre la cantidad y la producción en masa y que despreciara ridículamente el elemento humano, y no puede haber duda de que si se le hubiera dado una pequeña consideración al primer fin, el segundo hubiera sido atendido mucho más completa y satisfactoriamente; además de que no se hubiera oído hablar de desempleo.

- »La idea prevaleciente [...] viene a ser que la industria está evolucionando y debe evolucionar hacia un tipo fijo, por ejemplo, la de producción a gran escala [...] La mejor forma o tipo de industria [...] puede consistir en muchas formas diferentes y constantemente cambiantes, distinguidas ante todo por la adaptabilidad y la elasticidad: un organismo vivo.
- »La elasticidad además, permite la posibilidad de revitalizar, bajo nuevas e inexploradas formas para encontrar condiciones modernas, al menos dos de los viejos tipos de la industria que se suponía que estaban superados o considerados obsoletos por la producción moderna a gran escala, llamados: 1. pequeñas industrias caseras o artesanías; [...] 2. una combinación de manufactura con industria agrícola o de jardín [...] La pequeña industria tiene sus raíces firme y profundamente establecidas en el pasado, y arrancar estúpidamente gran parte de estas raíces como viejas e inservibles es la manera más segura de debilitar el árbol de la industria. Acaso la fuente de la maldición del desempleo se encuentra aquí.
- »La restitución de estos dos principios del estilo de la vieja industria, tan esencial y característicamente inglés, bajo formas sin explorar, posibilitados por los logros de la ciencia moderna, incluyendo la distribución notable de la energía eléctrica, podría aportar, en primer lugar, un campo nuevo y casi infinito para el empleo humano de todo tipo, absorbiendo todo o casi todo el desempleo presente [...] Por desempleo queremos decir principalmente el desempleo en Gran Bretaña, [58] pero sería muchísimo mejor extender nuestra consideración hasta cubrir el desempleo del mundo entero.
- »La aplicación de esos dos principios al desempleo es, por supuesto, sólo una parte de su alcance, pues tienen una aplicación bastante más grande aún que ésta, especialmente al contrarrestar uno de los grandes males de la industria moderna, a saber, la especialización extrema, el trabajo monótono, y la falta de visión para el desarrollo de las aptitudes, con todo lo que ello implica [...]
- »Es probable que, bajo la atmósfera más agradable de refuerzo del trabajo variado y el interés y las aptitudes consideradas de esta manera, las facultades inventivas del hombre serían enormemente estimuladas, y se daría un estímulo mayor a la originalidad.»

(59/1) Así, de acuerdo con *Nature*, el remedio para curar las heridas de la sociedad capitalista, los métodos para remover todas las contradicciones de un sistema basado en el trabajo asalariado y en la propiedad privada de los medios de producción, es una vuelta a aquellas formas de la industria que precedieron inmediatamente a la época del capitalismo industrial.

(59/2) Hemos demostrado hasta ahora que de estas mismas formas es de donde proviene el progresivo movimiento de la época de Newton. Y, aunque por comparación con las formas feudales de producción, la manufactura y la pequeña industria artesanal fueron un paso hacia adelante, en el momento presente la consigna –«volver a la pequeña industria artesanal»– es profundamente reaccionaria.

(59/3) El fetichismo del sistema mercantilista, puesto en evidencia por el genio de Marx, radica en el hecho de que las relaciones de las cosas materiales creadas por la sociedad humana, se separan de las relaciones humanas y son contempladas como la esencia de las cosas mismas.

(59/4) La denuncia y el desenmascaramiento de semejante fetichismo consiste en que no son las cosas las que crean por sí mismas las relaciones, sino que las relaciones entre las cosas creadas en el proceso social de producción, reflejan determinadas relaciones sociales entre los seres humanos; relaciones que, en último término, adoptan la forma fantástica de relaciones entre las cosas.

(59/5) Las opiniones citadas hasta ahora también son una manifestación especial de fetichismo. La maquinaria, los medios de producción, la organización de la producción maquinista a gran escala es considerada independiente, ajena a las relaciones sociales de este particular sistema económico en el que el existe y por el surgió el modo específico de producción.

(59/6) El perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo trae la pobreza a una gran masa de la población, ya lo sabemos. La máquina transforma al trabajador en un mero accesorio suyo, mata la individualidad. Volvamos, pues, a los viejos tiempos perdidos. [59]

(60/1) Pero nosotros respondemos que no. No es el perfeccionamiento de los medios de producción lo que causa el empobrecimiento y sufrimiento sin precedentes de las masas. No son las máquinas las que transforman al trabajador en un ciego apéndice del mecanismo, sino las relaciones sociales que explotan la maquinaria de tal modo que el trabajador se convierte en un apéndice más de la máquina.

- (60/2) La alternativa no reside en la vuelta a los viejos y gastados medios de producción, sino en la transformación de todo el sistema de relaciones sociales, de una forma tan radical como fue realizada la transición desde las formas feudales y artesanas de producción al capitalismo industrial en el pasado.
- (60/3) La propiedad privada atraviesa diversos estados de desarrollo: feudalismo, capitalismo comercial y manufacturero y capitalismo industrial. En cada uno de esos estados de desarrollo del proceso de producción, los hombres, independientemente de su voluntad, entran en relaciones de producción específicas, que corresponden al estado del desarrollo de las fuerzas productivas. En un cierto estado de su desarrollo las fuerzas productivas entran en contradicción con las relaciones de producción existentes, o, expresado jurídicamente, con las relaciones de propiedad, dentro de las cuales aquellas se desarrollaron, así, las relaciones de producción, de ser formas de desarrollo, se convierten en obstáculos.
- (60/4) El posterior desarrollo de las fuerzas productivas es posible sólo a través de una reconstrucción radical de todas las relaciones de producción.
- (60/5) La transición desde una forma de producción a otra se caracteriza ante todo por una reconstrucción de este tipo.
- (60/6) En cada nuevo estado el cambio en las relaciones sociales provoca el consiguiente crecimiento acelerado de las fuerzas productivas.
- (60/7) Por el contrario, una crisis en el crecimiento de las fuerzas productivas indica que es imposible su desarrollo posterior dentro del marco del sistema social dado^{155}.
- (60/8) Y aquella solución que hemos sugerido anteriormente, cuya sustancia consiste en frenar las fuerzas productivas mediante un retorno a las viejas formas de producción, es sólo una expresión de la contradicción entre las fuerzas productivas de la sociedad capitalista y las relaciones de producción basadas en la propiedad privada de los medios de producción.
- (60/9) La ciencia se desarrolla a partir de la producción y aquellas formas sociales que se convierten en obstáculos para las fuerzas productivas, se convierten, a su vez, en obstáculos para la ciencia^{156}.
- (60/10) Los métodos auténticos para la transformación de la sociedad no pueden encontrarse, a través de la inspiración brillante o de la intuición, ni a través de una vuelta a «los buenos tiempos del pasado» que en la distante perspectiva histórica parecen ser un idilio de paz, pero que en realidad representaban la amarga lucha de clases y la explotación de una clase por otra.
- (60/11) Así ha sido siempre, y así era en la época en que [60] Newton vivió y creó, en esa época a cuyas formas de producción se nos invita a volver.
- (61/1) Hemos visto que las formas caducas de la estructura social de aquella época, por boca de sus universidades, también recomendaban la supresión de la ciencia, que estaba destrozando las estancadas estructuras de la ideología feudal y que se estaba colocando enteramente al servicio de los nuevos métodos de producción^{157}.
- (61/2) Lo que ahora estamos presenciando es una repetición, sobre una nueva base, del antagonismo fundamental entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción que Marx descubrió y explicó con brillante perspicacia.
- (61/3) Mientras que el proletariado recién surgido protestaba básicamente mediante la destrucción de las máquinas y la oposición a los inventos y a la ciencia, en la actualidad, el proletariado, armado con el método del materialismo dialéctico de Marx, Engels y Lenin, ve claramente el camino hacia la liberación del mundo contra la explotación del hombre por el hombre.
- (61/4) El proletariado sabe que el auténtico conocimiento científico de las leyes del proceso histórico conduce, con una necesidad férrea irrefutable, a la conclusión de que el cambio de un sistema social a otro es inevitable.
- (61/5) El proletariado hace evidentes todos los fetichismos de la sociedad de clases y percibe, detrás de las relaciones entre las cosas, las relaciones entre los seres humanos que crean esas cosas.

- (61/6) Conociendo la naturaleza real del proceso histórico, el proletariado no se queda como un mero espectador. No solamente es el objeto, sino también, el sujeto de este proceso.
- (61/7) El gran significado histórico del método creado por Marx reside en el hecho de que el conocimiento no se contempla como una aceptación pasiva, contemplativa, de la realidad, sino como un medio para efectuar su reconstrucción activa.
- (61/8) Para el proletariado, la ciencia es un medio y un instrumento de esa reconstrucción. Por ello no tememos manifestar el «origen terrenal» de la ciencia, y sus cercanas relaciones con los medios de producción de la existencia material.
- (61/9) Solamente esta concepción de la ciencia puede liberarla realmente de aquellas trabas que inevitablemente soportaba en la sociedad burguesa de clases.
- (61/10) El proletariado no sólo no teme el desarrollo de las fuerzas productivas sino que sólo él puede crear todas las condiciones para su desarrollo sin precedentes, y también para el desarrollo de la ciencia.
- (61/11) Las doctrinas de Marx y Lenin se han encarnado en la vida. La reconstrucción socialista de la sociedad no es una expectativa lejana, no es una teoría abstracta, sino el plan definido de un gran trabajo [61] que está llevando a cabo la población de una sexta parte del planeta.
- (62/1) Y, como en todas las épocas, al reconstruir las relaciones sociales reconstruimos la ciencia.
- (62/2) El nuevo método de investigación que, en las figuras de Bacon, Descartes y Newton, triunfó sobre la escolástica y condujo a la creación de una nueva ciencia, fue el resultado del triunfo de los nuevos métodos de producción sobre el feudalismo.
- (62/3) La construcción del socialismo no sólo asume los logros del pensamiento humano, sino que encargándole a la ciencia nuevas y hasta ahora desconocidas tareas, indica nuevos caminos para su desarrollo y enriquece los tesoros del conocimiento humano añadiendo otros nuevos.
- (62/4) Sólo en la sociedad socialista la ciencia se transformará en patrimonio de toda la humanidad. Ante ella se abren nuevas vías de desarrollo, y no hay límite para su avance victorioso ni en el espacio ilimitado ni en el tiempo infinito^{158}.

Notas

- {1} En este vínculo se pueden ver todos los textos salvo el de Hessen, curiosamente: <http://www.marxists.org/subject/science/index.htm>
- {2} <http://www.ihst.ru/projects/sohist/books/hessen.pdf>
- {3} El trabajo de Loren Graham sobre Boris Hessen puede consultarse también en Internet: http://www.princeton.edu/hos/events/past_events/2005-2006/workshop_publications/graham.pdf
- {4} Puede consultarse también en Internet: http://books.google.com/books?id=PgmbZlybuRoC&lpg=PP1&ots=nOXxgv_ZIS&dq=freudenthal%20%20boris%20Hessen&pg=PP1#v=onepage&q&f=false
- {5} <http://www.icohtec.org/meeting-archive.htm>
- {6} <http://www.bshts.org.uk/conferences/other-bshts-meetings/scientists-and-social-commitment>
- {7} Puede descargarse de internet el artículo que resume esta problemática, publicado en Llull (2001): http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=460350&orden=0. O también aquí: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=460350>. Para más información puede consultarse también nuestro artículo en El Basilisco: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1154960>
- {8} http://www.princeton.edu/hos/events/past_events/2005-2006/
- {9} <http://www.fgbueno.es/act/act007.htm>

- {10} <http://www.filosofia.org/bol/reu/bre0013.htm>
- {11} Pueden consultarse reseñas como la de Luis María Cifuentes Pérez en *Paideia*, 51; pp. 110-111; o la de David Teira, en <http://mobilibus.blogspot.com/2009/04/pablo-huerga-la-ciencia-en-la.html>
- {12} Reseña del libro *La ciencia en la encrucijada*, por el doctor Alción Cheroni, de la Universidad de Montevideo, en Hoja de Galileo (Montevideo, Uruguay). (Publicación dedicada a problemas metacientíficos). Vol. 9, n.º 6, julio-agosto 2002: http://www.lainsignia.org/2002/noviembre/cyt_004.htm. Reproducido en *El Catoblepas*, noviembre de 2002 (n.º 9) <http://nodulo.org/ec/2002/n009p24.htm>
- {13} Utopías, nuestra bandera: revista de debate político, ISSN 1133-567X, N.º. 183, 2000 , pags. 169-170
- {14} Puede descargarse aquí: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2961181>
- {15} Puede verse una impresionante crónica de aquel viaje en este artículo de José María Laso: <http://nodulo.org/ec/2002/n009p06.htm>
- {16} Klaus Schlüpmann ha publicado una serie de trabajos en Internet sobre estos asuntos. Puede verse en esta web: <http://www.aleph99.org/chee/ks/t4a5.html>; en <http://www.aleph99.org/chee/index.html>
- {17} Este libro importantísimo de Paul Josephson puede consultarse también, parcialmente, en Internet: <http://books.google.com/books?id=VuRYJUGTB5kC&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
- {18} Como se ha dicho antes, hoy podemos consultar este texto en Internet: <http://www.ihst.ru/projects/sohist/books/hessen.pdf>
- {19} *Science and the Modern World* (1925); paperback, Free Press (Simon & Schuster) 1997.
- {20} <http://www.nature.com/nature/journal/v127/n3197/pdf/127191a0.pdf>
- {21} Del prólogo de Marx a la *Contribución a la crítica de la economía política*. La traducción corresponde a la realizada por Editorial Progreso, *Obras escogidas*, Moscú 1980, vol. 1; p. 518 (N. de T.)
- {22} Esta palabra no aparece en la edición rusa; p. 6. Sí aparece en la edición inglesa. (N. de T.)
- {23} Este capítulo es el que más atención ha recibido por parte de los críticos. Véase el análisis que hemos realizado en la sección «Gnoseología: Primera parte». Especialmente el capítulo III, del libro Pablo Huerga, *La ciencia en la encrucijada*, Pentalfa, Oviedo 1999. (N. de T.)
- {24} En los sucesivos párrafos, hasta el (6/13), Hessen hace paráfrasis de la obra de Marx y Engels, *Ideología alemana*, en *Obras escogidas*, *Op. cit.*, (especialmente, pp. 51-56). (N. de T.)
- {25} Este añadido aparece sólo en la edición rusa (p. 7) y en la tra. cubana. (N de T.)
- {26} La edición inglesa dice [históricas] por [económicas] que aparece en la edición rusa, p. 8. (N de T.)
- {27} En estos dos últimos párrafos se concentra la primera tesis de Hessen: la función directiva que las demandas económicas establecen con respecto al desarrollo de la ciencia. Véase el comentario que hemos realizado de este capítulo en nuestro capítulo V. (N. de T.)
- {28} Merton se inspiró directamente en esta clasificación de Hessen para su famosa monografía, *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*, Alianza Editorial, Madrid 1984; esp. capítulos VII-X. Véase nuestra crítica al «externalismo» de Merton y a su interpretación de Hessen en nuestro capítulo III. (N. de T.)
- {29} Omitido en la edición inglesa. Véase ed. rusa, p. 9. (N. de T.)
- {30} Este título no aparece en la edición rusa, p. 10. (N. de T.)
- {31} La fecha no aparece en la edición inglesa. Sí en la edición rusa, p. 11. (N. de T.)
- {32} *De re metallica*, (1546). (N. de T.)

- {33} Véase, Carta de Marx a Engels, en Londres a 25 de septiembre de 1857, en Marx y Engels, *Obras escogidas*, *Op. cit.* T. I; pp. 543-544: «La historia del ejército —escribía Marx a Engels en 1857— prueba, con mayor evidencia que nada, la justeza de nuestro punto de vista acerca de la conexión entre las fuerzas productivas y las relaciones sociales.» (N. de T.).
- {34} Este párrafo no aparece en la edición inglesa. La traducción es de Pruna. En la edición rusa, pp. 14-15. (N. de T.).
- {35} Este párrafo no se incluye en la edición inglesa. En la edición rusa, p. 16. (N. de T.).
- {36} Galileo, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, Leyden 1638. (N. de T.).
- {37} Con respecto a la relación de Galileo con el Arsenal de Florencia, véase, Geymonat, *Galileo*, península, Barcelona 1986; pp. 24 y ss. (N. de T.).
- {38} Este título no aparece en la edición inglesa. Sí en la rusa, p. 18. La traducción corresponde a Pruna. (N. de T.).
- {39} La edición rusa, p. 18, dice «1597». (N. de T.).
- {40} La edición rusa, p. 18, dice «1651». (N. de T.).
- {41} Omitido en la edición inglesa. En la ed. rusa, p. 18. (N. de T.).
- {42} La edición rusa, p. 18, dice «1657-1667». (N. de T.).
- {43} Este párrafo, sin embargo, es omitido en la edición española de Pruna, p. 30. No así en la rusa; p. 19. (N. de T.).
- {44} Las investigaciones sobre el magnetismo se desarrollaron bajo la directa influencia del estudio de la desviación de la brújula en el campo magnético de la tierra, que habían sido observadas por primera vez durante las primeras expediciones marítimas. Gilbert dedicaba mucha atención a los problemas del magnetismo terrestre. (B.H.).
- {45} Durante este período la óptica se desarrolló a través del estudio del problema del telescopio (B. H.)
- {46} Es esta una de las principales tesis de Hessen, por lo que se refiere a este primer capítulo. La cuestión que queda abierta es si se trata sólo de una determinación «externa» como quieren gran parte de sus intérpretes (véase nuestro capítulo III) o si, en realidad, Hessen está reduciendo el cuerpo de la ciencia al marco técnico-productivo (estas cuestiones se comentan en nuestro capítulo V). Se trata, en definitiva, del alcance gnoseológico del enfoque sociológico de Hessen (véase los resultados de la reinterpretación realizada desde la *teoría del cierre categorial* de Gustavo Bueno nuestro capítulo IV). (N. de T.).
- {47} Las tesis mantenidas por Hessen en lo sucesivo y hasta (21/1), sugieren un reduccionismo sociológico que no desemboca, sin embargo, en un relativismo (véase párrafos 3 y 4 de nuestro capítulo V). (N. de T.).
- {48} Este párrafo, se omite en la edición cubana. No así en la rusa, (p. 22). N. de T.
- {49} Los párrafos que siguen a partir de aquí provienen del prólogo a la edición inglesa de la obra de Engels, *Del socialismo utópico al socialismo científico*, en Marx y Engels, *Obras escogidas* III, *Op. cit.*, p. 108. (N. de T.).
- {50} Esta es una de las tesis que inclinan hacia el relativismo gnoseológico. Ver nuestro análisis en el cap. V. (N. de T.).
- {51} Estos párrafos provienen de Engels, *Ibidem*. (N. de T.).
- {52} Véase, Engels, *Ibidem*. (N. de T.).
- {53} En 1657. (N. de T.).
- {54} Este párrafo y el siguiente permiten observar el alcance gnoseológico de la tesis directiva de Hessen. Véanse nuestros capítulos IV y V, párrafo 2. (N. de T.).
- {55} La óptica también comenzó a desarrollarse durante este período, pero las investigaciones básicas en óptica estaban subordinadas a los intereses de la navegación marítima y a la astronomía. Es importante señalar que Newton comenzó el estudio del espectro a partir del fenómeno de la aberración cromática en el telescopio. (B.H.).

{56} Comienza aquí la aplicación de la tesis directiva a la obra de Newton. Esto se hace en dos vertientes, primero, señalando el carácter mundano y comprometido del propio Newton (Newton no es un ser olímpico) (21/2)-(24/5); y segundo, concretado en los *Principia* de Newton (de (24/5) hasta el final).(N. de T.).

{57} Este es también uno de los párrafos más profusamente citado por los críticos de Hessen. En él, Hessen enfatiza el «earthy core» de los *Principia* de Newton. (N. de T.).

{58} Esta carta fue escrita el 18 de mayo de 1669. G.N. Clark advirtió en su crítica a Hessen que en realidad esta carta no fue escrita después de recibir su cátedra lukasiana, sino antes, lo que pondría en entredicho (para Clark) cualquier mérito en el trabajo de Hessen. Efectivamente, Newton recibió su cátedra el 29 de octubre de 1669. Véase Clark, *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, Clarendon Press, Oxford 1937; p. 66. Lo curioso es que, como nos informa la impresionante biografía sobre Newton de Richard Westfall, Newton nunca envió esta carta. Véase, Westfall, *Never at Rest. A biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, New York 1980; p. 193. También, Westfall, *Isaac Newton: una vida*, Cambridge University Press, Madrid 1996; p. 81. A pesar de lo que pretende Hessen, esta carta tiene, ciertamente, un valor nulo para esclarecer sus «compromisos prácticos». (N. de T.).

{59} En la antigua RDA, Karl-Marx Stadt. (N. de T.).

{60} Esta tesis típicamente marxista, ha sido ampliamente revisada por los historiadores de la ciencia. Consúltese, por ejemplo, Brian Vickers, *Mentalidades ocultas y científicas en el Renacimiento*, Alianza ed., Madrid 1990. Véase también nuestro Escolio en *La ciencia en la encrucijada, op. cit.*. (N. de T.).

{61} Sobre la actividad de Newton en la Casa de la Moneda, consúltese, Westfall, *Newton, una vida, Op. cit.*, pp. 277 y ss. (N. de T.).

{62} Westfall supone que Newton hizo al menos dos informes de este tipo (1692 y 1701) y existen también las *Briefs Memories of the Recoinage* que Hopton Haynes hizo para Newton. En Westfall, *Op. cit.*, p. 297. (N. de T.).

{63} Mientras que en el resto de países europeos se venía utilizando el calendario gregoriano desde 1582, en Inglaterra se comenzó a utilizar a partir de 1752.(N. de T.).

{64} Empieza aquí la última parte de este capítulo, en donde se concentra el análisis en la relación directiva entre las necesidades técnicas y los contenidos propios de los *Principia*. (N. de T.).

{65} Este párrafo no aparece en la edición inglesa. Véase la edición rusa, p. 29. La traducción corresponde a Pedro Pruna, p. 39. (N. de T.).

{66} En 1673 Huygens publicó su *Horologium oscillatorium*. (N. de T.).

{67} Entre 1672 y 1673, Colbert, ministro de Luís XIV, envió a Jean Richer a Cayenne, en la Guayana francesa, para realizar mediciones astronómicas para la navegación. (N. de T.).

{68} Hessen parece pronosticar lo que I. B. Cohen llamará el «estilo newtoniano» en, *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas, Op. cit, cap.3; pp. 71 y ss. Véase, cap. V (conclusión)*. (N. de T.).

{69} Según Westfall, esto ocurrió realmente en 1714; véase, *Never at Rest, Op. cit.*, p. 834. (N. de T.).

{70} En la edición rusa dice: [la de Couplé a Lisboa y Paraíba; la De hais a América, 1700.]; ver p. 30; trad. de P. Pruna, p. 41. (N. de T.).

{71} Nuevamente, tenemos aquí la tesis reduccionista de Hessen (véase nuestro cap. V). (N. de T.).

{72} Hessen se puede referir a las cartas de Engels a Conrado Smith (5 de agosto de 1890, o 27 de octubre de 1890), en las que habla de ese «individuo banal», Paul Barth (1858-1922). Véase, Marx y Engels, *Op. cit.*, t. III; pp. 510 y 516. (N. de T.).

{73} El análisis de Hessen no pretende ser, como ya vio Merton, un simple análisis reduccionista. Se hace aquí necesario un análisis del contexto filosófico de interpretaciones acerca del materialismo histórico. Aunque algunos como Simon Schaffer, «Newton at the Cross Roads», *Op. cit.*, o Dirk Struik, («Further Thoughts on Merton in Context», *Op. cit.*; p. 229), han señalado la identidad entre las tesis de Hessen y las que Bujarin expuso en su manual *Teoría del materialismo histórico. Ensayo popular de sociología marxista* [1922], XXI, Madrid 1974; es lo cierto que Bujarin defiende una posición «mecanicista» en la que la «base»

definida de modo metafísico condiciona causalmente las superestructuras: «La estructura interna de la sociedad está determinada por la relación mutua entre dicha sociedad y la naturaleza externa, es decir, por el estado de las fuerzas productivas de la sociedad; y esas transformaciones de las formas están a su vez determinadas por el movimiento de las fuerzas productivas.» (p. 309) Bujarin sitúa en un referente externo a lo social la causa de todas las configuraciones sociales, (la relación con la «naturaleza» –plano uniforme de la naturaleza biológica humana). Hessen renuncia a este tipo de planteamientos en una línea más cercana a Plejanov que reconoce el papel esencial de la lucha de clases en la configuración de cualquier fenómeno histórico. Según él, aunque para Marx «todo movimiento social es explicado por el desarrollo económico de la sociedad, no lo es sino en último análisis, es decir, que tal movimiento presupone la acción intermediaria de una serie de otros «factores».» (Plejanov, «Cuestiones fundamentales del marxismo», en *Obras escogidas*, Quetzal, Argentina 1964; p. 399. En rigor, tal explicación no da cuenta en absoluto de los particulares movimientos de una sociedad: «Ensayad una explicación *directa económica* de la aparición de la escuela de David en la pintura francesa del siglo XVIII y concluiréis en un resultado que no será más que un contrasentido molesto y ridículo. Pero considerad esta escuela como reflejo ideológico de la lucha de clases que se desarrollaba en el seno de la sociedad francesa en vísperas de la gran revolución y la cuestión cambiará en seguida de aspecto.» (p. 398). De otro modo: « [...]el materialismo de Marx no ha impedido a Marx reconocer en la historia la acción del espíritu como la de una fuerza cuya dirección está determinada en cada época por el desarrollo de la *economía*.» (p. 404). Bujarin sería más bersteiniano tal como interpretó Plejanov a Bernstein: «Evidentemente el señor Berstein ha comprendido el prefacio de *Zur Kritik...* en el sentido de que la superestructura social e ideológica que viene a colocarse sobre la «base económica», no ejerce ninguna influencia sobre ella. Pero sabemos ya que no hay nada más erróneo que una manera semejante de comprender el pensamiento de Marx.» (Plejanov, «El materialismo militante», *Op. cit.*, p. 394) Hessen está, sin duda, en la línea de Plejanov. De hecho, además de tener en cuenta que Hessen es discípulo de Deborin, como veremos más adelante, y que Deborin es, a su vez, discípulo de Plejanov, Hessen manifiesta explícitamente su distancia con respecto al «mecanicismo» de Bujarin en el artículo escrito junto con Podvolotski, «Filosofskii korni pravogo oportunizma», en *PZM, Op. cit.*; así como de Bernstein o Kautsky: «Die beiden Autoren suchten hier von ihnen kritisierte politische Auffassungen Bucharins darüber, wie die Kollektivierung der Landwirtschaft vorzunehmen sei, direkt aus dessen philosophischen «Mechanismus» herzuleiten. Letzterer stelle deshalb, ähnlich wie theoretische Auffassungen von E. Bernstein oder K. Kautsky, eine Revision der Marxismus dar usw. usf.» Así lo dicen Poldrack y Wittich, «Beiträge swjetischer Wissenschaftler im Umfeld des Londoner Kongresses 1931 zur Wissenschaftsgeschichte», en *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, v. 36; 8 (1988); p. 749. (N. de T.).

{74} Este párrafo, en Engels, *Del socialismo utópico...*, Prólogo a la edición inglesa, *Op. cit.*, p. 108. (N. de T.)

{75} Véase, Engels, *Op. cit.*, p. 110. (N. de T.).

{76} La edición rusa dice 1688, p. 32. Pero, tanto en la inglesa, como en el texto de Engels de donde proviene este párrafo (*Op. cit.*, p. 110), se puede leer 1689. Pedro Pruna mantiene la fecha de 1688, p. 43. (N. de T.).

{77} Engels, *Op. cit.*, p. 111. (N. de T.).

{78} En su traducción, Pruna omite este párrafo que sí aparece en la edición rusa, p. 33, así como en la inglesa. (N. de T.).

{79} Este párrafo se atribuye a Marx en la edición rusa, p. 33; no en la inglesa. (N. de T.).

{80} «Profiteers». (N. de T.).

{81} Este párrafo no aparece en Pruna, sí en inglés y en la edición rusa, p. 33-34. (N. de T.).

{82} En ruso aparece socio-económico. En inglés, económico. Ver edición rusa, p. 34. (N. de T.).

{83} En la edición inglesa se lee una fecha equivocada «1641». La edición rusa dice 1649, p. 34. (N. de T.).

{84} Como se puede observar, Hessen deja de hablar del contexto de la «estructura» para analizar el ámbito de las «superestructuras» ideológicas que componían la época de Newton. (N. de T.).

{85} Hessen reconoce perfectamente el contexto ideológico que después de él será ampliamente transitado por los historiadores de la ciencia desde Merton, pasando por los estudios de Christopher Hill, hasta los más recientes análisis de los Jacob o Shapin. Un estudio sociológico marxista como el de Hessen no podía dejar de reconocer, con extraordinaria agudeza, lo que habrá de convertirse en una obviedad histórica. Para más referencias bibliográficas, véase nuestro capítulo VI, párrafo 1, en *La ciencia en la encrucijada*, *op. cit.* (N. de T.).

{86} Lo que sigue, exceptuando las referencias a Richard Overton (1631-1664), proviene de dos fuentes fundamentalmente: de Engels, *Op. cit.*, pp. 101-103; y de Marx y Engels, *La sagrada familia*, *Op. cit.*, pp. 194 y ss. (N. de T.).

{87} La cita de Marx es de *La sagrada familia*, *Op. cit.*, p. 194. (N. de T.).

{88} Este párrafo es tomado de Engels, *Ibidem*; y la cita de Marx es de *La sagrada familia*, *Op. cit.*, p. 195. (N. de T.).

{89} P. Pruna, en la edición cubana, nota 23; p. 58 y p. 87, advierte que Overton no era partidario de la extinción de la propiedad privada como pretendían los *diggers*, a los que no pertenecía. Overton estaba vinculado a los *levellers*, de manera que esa comparación no parece ser afortunada para Pruna, dentro del contexto de la ortodoxia marxista. (N. de T.).

{90} G.N. Clark, uno de los más encarnizados críticos de Hessen, le sigue acusando de errores históricos: «From the point of view of the historians, indeed, the article has serious defects», dice en *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, *Op. cit.*, p. 61. Clark advierte que Overton es mucho más conocido de lo que Hessen supone. Clark señala que en el *Dictionary of National Biography*, y también en Eduard Bernstein, *Cromwell and Communism*, 1930, se habla profusamente de este revolucionario. (N. de T.).

{91} Este párrafo no aparece en inglés, sí en ruso, p. 36. (N. de T.).

{92} Este texto no aparece en la edición inglesa. En ruso, p. 38. (N. de T.).

{93} Con esta frase archicitada por los intérpretes, frase que podría figurar como lema principal de Hessen, comienza éste un análisis del contexto ideológico de Newton. Un comentario a fondo de las tesis que siguen puede verse en nuestro estudio gnoseológico, parte segunda (especialmente, cap. VI). (N. de T.).

{94} En carta a Conrado Smith, 27 de octubre de 1890, Engels dice: «Locke era, lo mismo en religión que en política, un hijo de la transacción de clases de 1688.» En Marx y Engels, *Obras escogidas*, t. III; p. 521. (N. de T.).

{95} Este texto no aparece en la edición inglesa. En ruso, p. 38. (N. de T.).

{96} En efecto, Leibniz acusa a Newton de socinianismo en la segunda carta de la polémica que éste mantuvo con Clarke. Hablando de la idea de Dios que aparece en la *Optica*, concretamente en la cuestión 28 y 31, en la que Newton identifica más o menos (con *tanquam* o sin él) a Dios con el *espacio* entendido como *sensorio*. (Ver Newton, *Optica*, Alfaguara, Madrid 1977; trad. de Carlos Solís, p. 431-435. El *Tanquam* se introduce en 1706, en la segunda edición revisada por Clark y Newton). Argumentando sobre esto pasa a tratar el tema del papel de Dios en el orden del cosmos. Según Newton, Dios debe corregir circunstancialmente el orden del mundo. En este sentido, alega Leibniz que este dios «se parecerá a un Dios sociniano, que vive día a día, como decía M. Jurieu.» Eloy Rada, a este respecto, conjetura que Leibniz se debe referir a *Le Tableau du Socinianisme*, La Haya, 1690; ver *La polémica Leibniz-Clarke*, ed. Eloy Rada; Taurus, Madrid, 1980. «Introducción», p. 60. «Es cierto, dice Leibniz, que Dios, según los socinianos, carece también de previsión de los inconvenientes, en lugar de carecer, según esos señores que le obligan a corregirse, de provisión.» (Segunda carta de Leibniz, en Eloy Rada, *Op. cit.*, p. 60. Voltaire parece identificar a Newton con los socinianos en la séptima de sus *Cartas sobre los ingleses*, Alianza ed., Madrid 1988; pp. 64 y ss. Koyré cita también la acusación de Leibniz en la polémica con Clarke, *Del Mundo cerrado al Universo infinito*, siglo XXI, Madrid, 1979; p. 222-223. Según él, «tanto Newton como Clarke se hallaban muy próximos al socinianismo más que a la Iglesia: ninguno aceptaba la concepción trinitaria de la divinidad; ambos eran, como Locke, unitarios; cif. H. MacLachlan, *The Religious Opinions of Milton, Locke and Newton*, Manchester, 1941. Koyré cita también a Helène Metzger, *Attraction universelle et religion naturelle*, París, 1938. Y E. W. Strong, «Newton and God», en *Journal of the History of Ideas*, v. XIII, 1952. Westfall ofrece en las dos versiones de su biografía de Newton, datos inapelables. Otra cuestión es la influencia que esta creencia ha podido tener en la física y en la filosofía de Newton (véase para esta cuestión nuestro Escolio. (N. de T.).

{97} Si bien, Newton ha sido considerado invariablemente como latitudinarista, no está tan claro que puedan identificarse siempre los latitudinaristas con los *whigs*, aunque es indiscutible sus conexiones, al menos en algunos momentos. Según M. C. Jacob, una caracterización de los latitudinarios como *whigs* no es del todo segura. «Any characterization of the latitudinarians as Whigs is inaccurate. By and large, and particularly after the Revolution of 1688-1689, the latitudinarian bishops tended to side with the court Whigs, but there too Thomas Sprat, bishop of Rochester and author of the *History of the Royal Society*, and John Sharp, archbishop of York, were latitudinarian and Tory.» Ver también, F. G. James, «The Bishops in Politics, 1688-1714», en William A. Aiken y Basil D. Henning, eds., *Conflict in Stuart England*, Londres, 1960. Para Sprat, ver J. Hough, *Table Talk and Papers*, en *Collectanea*, 2d ser. (Oxford, 1890), p. 389; y G. V. Bennett, «Conflict in the Church», en Geoffrey Holmes, ed., *Britain after the Glorious Revolution, 1689-1714*, Londres, 1969; p. 165. En M. C. Jacob, *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1976; p. 29-30. Sin embargo, la filiación de Newton con los *whigs* en el contexto de la revolución está suficientemente demostrada. Ver Steven Shapin, «Of Gods and Kings: Natural Philosophy and Politics in the Leibniz-Clark Disputes», en *ISIS*, 72, 1981; pp. 187-215. Ver también, J. R. Jacob y M. C. Jacob, «The Anglican Origins of Modern Science: The Metaphysical Foundations of the Whig Constitution», en *ISIS*, 71, 1980; pp. 251-267. (N. de T.).

{98} Sobre estas cuestiones, puede consultarse, Westfall, *Newton, una vida*, *Op. cit.*, cap. 9. (N. de T.).

- {99} John Covel, vicescanciller, recibió al menos 14 cartas de Newton en los primeros meses de la convención, informándole de lo que ocurría. La carta de la que habla Hessen corresponde a la escrita el 21 de Febrero de 1689. Dos de sus argumentos son: «1. Fidelity & Allegiance sworn to ye King, is only such a Fidelity & Obediance as is due to him by the law of ye Land. For were that Faith Allegiance more then what ye law requires, we should swear ourselves slaves & ye King absolute: whereas by ye Law we are Free men notwithstanding those oaths. 2. When therefore the obligation by the law to Fidelity and allegiance ceases, that by the oath also ceases...» En Westfall, *Never at Rest, Op. cit.*, pp. 484-485. (N. de T.).
- {100} De este y el siguiente párrafo arrancan los principales argumentos de la tesis defendida en este capítulo. Véase nuestro análisis en el cap. VI de nuestro trabajo. (N. de T.).
- {101} Desde este párrafo hasta (34/10), Hessen copia lo que ya había escrito en su artículo «Predislovie...» en 1927 (véase apéndice IV, pp. 156-157). (N. de T.).
- {102} Uno de los problemas clave en la interpretación adecuada de la filosofía de Hessen es el problema de la causalidad (véase nuestro estudio en el capítulo XVI). (N. de T.).
- {103} Hessen comienza aquí sus sistemáticas citas de Engels, *Dialéctica de la Naturaleza*; concretamente, este párrafo corresponde a *Op. cit.*, p. 157. Para la influencia de Engels en la interpretación que Hessen hace de Newton, véase nuestro capítulo IX. (N. de T.).
- {104} Este párrafo no aparece en la edición inglesa. Véase la edición rusa, p. 40. La trad. corresponde a la que hizo P. Pruna. La cita es de Engels, *DN*, p. 161. (N. de T.).
- {105} En el artículo «Predislovie» Hessen continuaba este párrafo así: «Pero después de crear el mundo y dar el primer impulso a la materia, Dios abandona el mundo al dominio de la causalidad mecánica.» *Op. cit.*, p. 157. (N. de T.).
- {106} Hay aquí un error. Es la segunda edición de 1713 la que introduce el esolio general, no la tercera, que data de 1726. En la edición rusa, p. 40, permanece el equívoco. N. de T.
- {107} Se trata de las *Boyle's Lectures*. (N. de T.).
- {108} Tanto las conferencias 7 y 8, como las cartas entre Newton y Bentley pueden consultarse en I. Cohen, y Schofield (eds.), *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy and Related Documents*, Cambridge University Press, Londres 1958; pp. 271-397 (N. de T.).
- {109} Se trata de la primera de las cartas de Newton a Bentley. Véase, I. Cohen, y Schofield (eds.), *Isaac Newton's Papers and Letters...*, *Op. cit.*, pp. 280 y ss. Hessen escoge distintos párrafos. (N. de T.).
- {110} Se trata de la tesis principal de Engels en su *DN*, pp. 217. Véase nuestro capítulo IX. (N. de T.).
- {111} Newton propone esta cuestión en la Regla III, de sus *Regulae Philosophandi*, en el Libro III de los *Principia*. Por otra parte, Newton abre aquí la cuestión de las diferencias entre Newton y Descartes. Para esta cuestión véase nuestro estudio en «ontología, parte primera». (N. de T.).
- {112} La traducción de este párrafo corresponde a la ofrecida por Guillermo Quintás en Descartes, *Los principios de la filosofía*, Alianza, Madrid 1995, pp. 119-120. Parece que Hessen tiene especial preferencia por este texto, pues, no sólo viene citado aquí y en el artículo «Predislovie...», sino que aparece también en otro trabajo de Hessen; «Mejanicheskii materializm i sovremennaia fizika [El materialismo mecánico y la física contemporánea]», publicado en la revista *Pod Znamenem marksizma*, nº 7-8, (1928), p. 5-47; p. 7. Según Hessen, este párrafo contiene «todo el programa de la cosmovisión mecánica: todos los fenómenos de la naturaleza deben ser explicados en relación con el movimiento y distribución de sus partículas elementales.» Este artículo era una crítica al libro de Stepanov, *Dialekticheskii materializm i deborinskaia shkola [El materialismo dialéctico y la escuela de Deborin]*, Moscú 1928. (N. de T.).
- {113} Estos dos párrafos son cita literal de Marx, en *La sagrada familia*: «En su *física*, Descartes había conferido a la *materia* fuerza autocreadora y concebido el movimiento *mecánico* como obra de su vida. Y había separado totalmente su *física* de su *metafísica*. Dentro de su *física*, la única *sustancia*, el fundamento único del ser y del conocimiento, es la *materia*.» ed. Grijalbo, trad. Wenceslao Roces, México 1960; p. 192. (N. de T.).
- {114} Sobre las diferencias en torno a la evolución del universo, véase nuestro capítulo XII de *La ciencia en la encrucijada, op. cit.*, que invierte la tesis propuesta por Hessen. (N. de T.).

- {115} Sobre la cuestión del Principio de Inercia y el Principio de conservación de la cantidad de movimiento, véase nuestro capítulo XIII. (N. de T.).
- {116} Este párrafo no aparece en la edición inglesa. En ruso, p. 45. (N. de T.).
- {117} Sobre las diferencias entre el dios de Newton y el dios de Descartes véase nuestro capítulo X y XV. (N. de T.).
- {118} *Las cartas a Serena*, del sociniano John Toland (1670-1722) fueron publicadas en 1704. (N. de T.).
- {119} Estas últimas tesis constituyen las principales ideas de Hessen sobre la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. Véanse nuestros apéndices y nuestro estudio ontológico, parte segunda. (N. de T.).
- {120} Se abre aquí la cuestión del espacio newtoniano como *sensorium dei*. Hemos comentado esta cuestión en nuestros capítulos VIII y XIII. Véase también, Apéndice VIII. (N. de T.).
- {121} La relación entre la concepción del espacio y la primera ley del movimiento se propone en nuestro capítulo VI y se analiza en nuestro capítulo XIII. (N. de T.).
- {122} La cuestión del materialismo de Newton y Descartes es analizada críticamente en nuestro capítulo XV. (N. de T.).
- {123} Estos últimos cuatro párrafos condensan las conclusiones básicas de este capítulo que son, desde nuestro punto de vista, las aportaciones más originales y críticas del trabajo de Hessen. Véase nuestro comentario en el capítulo VI de nuestro trabajo. (N. de T.).
- {124} Así decía Newton: «Creyendo que había usted intentado embrollarme con mujeres y con otros medios, me sentí tan afectado que cuando alguien me dijo que estaba usted enfermo y que no sobreviviría, respondí que mejor estaría muerto. Deseo que me perdone por esta falta de caridad. Convencido como ahora lo estoy de que lo que hizo era justo, le ruego que me perdone por mis malos pensamientos y por manifestar que atacaba la raíz de la moralidad en un principio contenido en su libro de Ideas, que pretendía continuar en otro libro y que me hizo tomarle por hobbista. Le ruego que me perdone también por decir o pensar que había un complot para venderme una oficina o para confundirme. Su más humilde y desgraciado servidor, Isaac Newton. En Westfall, *Isaac Newton: Una vida, Op. cit.*, p. 267. (N. de T.).
- {125} Esta polémica tuvo lugar entre 1715 y 1716. Comienza en noviembre de 1715 a raíz de una carta de Leibniz a la Princesa de Gales, la cual habíale consultado sobre la conveniencia de traducir al inglés su *Teodicea*, nada menos que por Clarke. Todo comienza con el comentario de Leibniz acerca de la «curiosa opinión» de los newtonianos según la cual el universo es una suerte de reloj imperfecto que Dios tiene que poner en hora de vez en cuando. También se propone en esta ocasión la cuestión del *sensorium dei*. La polémica, finalmente, se cierra con la muerte de Leibniz acaecida el sábado 14 de noviembre de 1716, a sus 70 años de edad. (N. de T.).
- {126} Los tres párrafos anteriores provienen de Engels, *DN*, p. 157. La misma idea aparece en la «Introducción» a la *DN*. (N. de T.).
- {127} Westfall (en su *Force in Newton's Physics. The science of Dynamics in the Seventeenth Century*, Macdonald, London/American Elsevier, New York 1971) ha llamado la atención sobre el hecho de que Newton, efectivamente, dedujo el «equivalente de la ecuación de la energía-trabajo», en la Proposición XXXIX del libro I de los *Principia*. Sin embargo, «We might note in passing that the quantities represented by the equations had no significance whatever in Newton's eyes. Exploiting a dynamics built on the equation $F=ma$, he was unable to grasp the importance of the work-energy equation he had implicitly derived. Above all, the quantity mv^2 held no meaning for him. This was Leibniz's conception of force. It was not Newton's.» (p. 448-449). Según Westfall, «The same mathematical relations, equivalent to the work-energy equation, appeared again in Newton's examination of the effect of resistance (proportional to the square of velocity) on the motion of a pendulum.»; *Ibidem*. Helge Kragh ha señalado un curioso detalle en torno al «mito de Newton» sobre esta cuestión: «A finales de la década de 1850, se aceptó por lo general la ley de la conservación de la energía y se reconoció que era uno de los pilares de la ciencia. No obstante, como en Newton no se halla para nada el concepto de energía, apenas pudo hacerse brillar su gloria en la ley de la energía [...] De este modo, Tait y Thompson, dos científicos de los más prominentes de la Inglaterra victoriana, reinterpretaron los pasajes de los *Principia* newtonianos de manera que Newton aparecía como el verdadero origen del principio de conservación de la energía. Así, se consideró el descubrimiento de la conservación de la energía la realización de una anticipación inspirada por Newton.» (*Introducción a la historia de la ciencia*, Crítica, Barcelona 1989; p. 150-151). Según el biógrafo de Tait, éstos encontraron restos de dicha ley «en las últimas frases del escolio a la III ley»; Knott, *The Scientific Work of P. G. Tait*, Cambridge 1911; citado por Elkana, *The Discovery of the Conservation of Energy*, Hutchison, Londres 1974; p. 49 (en Kragh, *Ibidem*). Según la opinión de Westfall podría encontrarse su formulación matemática explícita, si bien, ésta no tenía significado especial para Newton. Hessen está situándose en este punto, y señala que para que Newton pudiera haber atribuido algún significado a esta formulación habría sido necesario el desarrollo tecnológico que se produce con la máquina de vapor. Esta es la tesis de Hessen para el siguiente

capítulo. Tesis que, por cierto, no es tampoco un «arcaísmo marxista». (N. de T.).

{128} Las tesis establecidas por Hessen en los párrafos anteriores constituyen un concentrado de su propia visión filosófica de la ciencia contemporánea. Pueden consultarse los apéndices I-IX. (N. de T.).

{129} Traducción de Eloy Rada, Newton, *Principia*, Alianza, Madrid 1987; p. 98. (N. de T.).

{130} Esta tesis ha sido criticada por Bernal en *Ciencia e Industria en el siglo XIX*, ed. Martínez Roca, Barcelona 1973; p. 26; que sigue, en este punto a A. R. Hall, en su conocida monografía *Ballistics in the Seventeenth Century. A Study in the Relations of Science and War with Reference Principally to England*, Cambridge University Press, Cambridge/New York 1952; pp. 1-29; 158 y ss. Según estos autores, la relación entre la máquina de vapor y la termodinámica no es la misma que se establece entre las necesidades técnicas y la ciencia newtoniana. Véase nuestro capítulo III de *La ciencia en la encrucijada*, *op. cit.* (N. de T.).

{131} Estas son las tres tesis principales que Hessen quiere defender en este capítulo: 1. La relación directiva entre las necesidades técnicas y la ciencia; tanto en el caso de Newton, como en el caso de la Termodinámica; 2. La relación entre el capitalismo industrial y la máquina de vapor; 3. La configuración de la categoría de la energía a partir del desarrollo de la máquina de vapor. Con esta última tesis, Hessen abre la posibilidad para hablar de un tipo de relaciones entre las condiciones materiales y la ciencia, no estrictamente directivo: se trata de las relaciones de *conformación*; un tipo de relación que Hessen no desarrolla, sin embargo. Véase nuestro cap. IV de *La ciencia en la encrucijada*, *op. cit.* (N. de T.).

{132} Las tesis que desarrolla Hessen a partir de aquí hasta (46/1), proceden de Marx, *El capital*, t. III, FCE, México 1986; pp. 318 y ss. (N. de T.).

{133} Comienza aquí la exposición acerca del concepto de «máquina» que Hessen toma del importantísimo cap. XIII de *El Capital*, t. I: «Maquinaria y gran industria». (N. de T.).

{134} Esta es la tesis básica de Marx en *Ibidem*. (N. de T.).

{135} Desde aquí remonta Hessen hacia la tesis de la función directiva que las necesidades técnicas y económicas cumplen con respecto al desarrollo de la ciencia. (N. de T.).

{136} Nuevamente, como hiciera en el caso de Newton (20/10), las nuevas teorías surgen de la necesidad de sistematizar todos los problemas técnicos sobre bases teóricas firmes. Esta necesidad pone a la ciencia en dependencia directa de las necesidades técnicas cuando estas llegan a un determinado nivel de complejidad. (N. de T.).

{137} Este párrafo no aparece en la traducción cubana de Pruna. En la edición rusa, p. 58. (N. de T.).

{138} Esta es, pues, la primera y más importante conclusión a la que quiere llegar Hessen. Sin embargo, el estudio de la máquina de vapor le va a permitir introducir determinadas propuestas filosóficas que comprometen la filosofía de Engels. Se trata, especialmente, de la conexión entre las distintas formas de movimiento de la materia, asegurando así la visión «monista» que Engels desarrolla en su *Dialéctica de la naturaleza*. Véase nuestro estudio ontológico: segunda parte de *La ciencia en la encrucijada*, *op. cit.* (N. de T.).

{139} Con esta tesis responde Hessen a la cuestión planteada al final del capítulo anterior: por qué Newton no consideró la ley de la conservación de la energía. Véase, nota 107. (N. de T.).

{140} La visión historicista que el materialismo histórico de Hessen expone aquí inspirado en la filosofía de Engels de su *Dialéctica de la naturaleza*, es uno de los puntos clave para la interpretación de la idea de ciencia marxista desarrollada por Hessen, como *adecuacionismo*, según los criterios de la *Teoría del Cierre Categorical* de Gustavo Bueno. Véase nuestro cap. V, así como las conclusiones al capítulo XIX. Asimismo, Hessen utiliza aquí los criterios filosóficos de la *DN* de Engels que han sido considerados por nosotros como «las raíces filosóficas» de Boris Hessen (véase en nuestro trabajo, «ontología: segunda parte.») (N. de T.).

{141} En la edición inglesa dice «ciencia natural»; en ruso, «historia natural»; ver p. 60. (N. de T.).

{142} Véase el fragmento «Formas de movimiento de la materia. Clasificación de las ciencias» de Engels, en *La Dialéctica de la naturaleza*, *Op. cit.*, pp. 194-204. Esta tesis ha sido desarrollada posteriormente por B. M. Kedrov, *Clasificación de las ciencias*, Progreso, Moscú 1974; dos tomos; traducción de Jorge Bayona: «Engels —dice Kedrov— estructura la clasificación de las ciencias como un reflejo de las concatenaciones y transiciones de las distintas formas del movimiento de la materia, empezando por la más simple (mecánica) y terminando por las más complejas y superiores. El concepto *forma de movimiento de la materia* es por eso central en toda su doctrina sobre esta disciplina.»; (p. 5). Detrás de esta cuestión aparece, evidentemente, el problema de

«los saltos cualitativos» de unas formas a otras, y el problema del reduccionismo mecánico. Ontológicamente, la cuestión que está detrás de la clasificación de las ciencias es, evidentemente, el problema del monismo/pluralismo. Véase nuestro capítulo XVII. (N. de T.).

{143} Véase nota anterior. (N. de T.).

{144} Literalmente, Engels, *DN*, *Op. cit.*, p. 222.

{145} Nuevamente, remitimos a la nota 107. (N. de T.).

{146} Véase nuevamente la nota 107. Hessen concluye así con la tesis principal que el materialismo histórico atribuye al desarrollo de la historia de la ciencia. Marx lo formuló así: «Por eso, la humanidad se propone siempre únicamente los objetivos que puede alcanzar, pues bien miradas las cosas, vemos siempre que estos objetivos sólo brotan cuando ya se dan o, por lo menos, se están gestando, las condiciones materiales para su realización.» Marx, «prólogo» a la *Contribución a la crítica de la economía política*, en Marx y Engels, *Obras escogidas*, I; *Op. cit.*, p. 518. (N. de T.).

{147} Esta, como la anterior y como la que sigue en los próximos párrafos, es una de las tesis básicas de Engels en la *Dialéctica de la Naturaleza*. Véase su famosa «introducción». También las notas sobre «Historia de la ciencia». (N. de T.).

{148} Citado en Marx, *El Capital*, *Op. cit.*, p. 362. Ofrecemos el texto según la traducción de Wenceslao Roces. (N. de T.).

{149} Carlos Marx, *Ibidem*. La traducción según la edición de Wenceslao Roces. (N. de T.).

{150} <http://www.nature.com/nature/journal/v125/n3149/pdf/125346a0.pdf>

{151} <http://www.nature.com/nature/journal/v126/n3179/pdf/126497a0.pdf>

{152} Se trata de la obra del británico Samuel Butler (1835-1902), publicada en 1872 y continuada en *Erewhon revisited*, publicada en 1901. El círculo de lectores hizo una edición de esta obra en 2000 con presentación de Fernando Savater y prólogo de Gabriel Jackson: Samuel Butler, *Erewhon*, Círculo de lectores, Barcelona 2000; otra en Barcelona 1999, por la editorial Abraxas (N. de T.).

{153} En lo sucesivo, Hessen va a defender una tesis que Marx había desarrollado en *El Capital* I, cap. XIII; concretamente, en el apartado titulado «Lucha del obrero y la máquina»; *Op. cit.*, pp. 354 y ss. (N. de T.).

{154} Este párrafo es omitido en la edición inglesa. (N. de T.).

{155} Estos últimos cinco párrafos provienen directamente del «prólogo» de Marx a la *Contribución a la crítica de la economía política*, *Op. cit.*, p. 518. (N. de T.).

{156} En el conjunto de ideas que concentran estos párrafos radica, para nosotros, el carácter reduccionista de la idea de ciencia de Hessen. Véase nuestro capítulo IV y V. Por lo demás, éste ha sido siempre uno de los párrafos preferidos de Hessen tanto para sus críticos como para quienes pretenden recoger su legado (véase nuestro cap. III). (N. de T.).

{157} Desde este párrafo hasta el final se concentra lo que constituye, para nosotros, el verdadero «mensaje filosófico y político» que Hessen quería extraer de su trabajo en el Congreso de Londres. La concepción de la ciencia como «fuerza productiva» favorece su interpretación como el verdadero camino para la liberación de los hombres. Newton es un verdadero pretexto para enfocar su propio mensaje político. Véase, para mayores detalles, nuestro capítulo I, así como el apéndice XI de *La ciencia en la encrucijada*, *op. cit.* (N. de T.).

{158} Este patético mensaje final alcanza su máximo dramatismo en la injusta y salvaje ejecución de Hessen como «enemigo del pueblo» acaecida el 20 de diciembre de 1936. Véase nuestro ensayo biográfico, en el capítulo final de nuestro trabajo. (N. de T.).