

**El trabajo científico está profundamente inmerso en el desarrollo social**

# El origen social y económico de la obra de Newton

FRANCISCO J. CEPEDA\*

Como parte de una errada visión, de una ciencia apologizada que es sólo verdad y búsqueda de ella, se presenta a quienes se dedican a la investigación científica como genios que, en actos de revelación extraordinaria, descubren alguna ley secreta de la naturaleza. Por ejemplo esto sucede de manera muy marcada con Issac Newton.

Después de muchos años de estudiar problemas de la física, alquimia y teología —sobre todo estos últimos—, Issac Newton publica en 1687 los *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, que representa la obra más importante de la gran cantidad de aportaciones del periodo denominado por él la Revolución Científica. Representa esta obra una gran síntesis complementaria y sistemática de esfuerzos y aportaciones en las ciencias naturales, que se habían iniciado desde el siglo anterior. La gran influencia teórica y práctica de los *Principia* darán a Newton un lugar tan especial en el campo de las ciencias, que en su tiempo se llegó a pensar que era muy poco lo que la física podría avanzar después de lo dicho por él. Fue tan generalizada y profunda su influencia que obstaculizó, incluso, explicaciones diferentes de fenómenos que no fuera posible tratar con los esquemas aportados por Newton.

Enfrentando la posición ideológica e incorrecta de una ciencia neutra y desin-

\* Profesor del Grupo de Ciencia y Sociedad, Facultad de Ciencias, UNAM.

teresada, demostraremos que tanto su obra como él mismo son hijos de su época, por lo que debemos concebir al conocimiento como un proceso social interactuante con el resto, que no es neutro y que, por el contrario, está profundamente inmerso en las luchas y desarrollo de cada época histórica.

Veamos primero la relación entre Economía Física y Tecnológica en la época de Newton para después relacionar analíticamente la lucha de clases del momento con la filosofía y los conceptos físicos de Newton.

En una carta escrita por Newton en 1699 a Francois Aston le recomienda la importancia de estudiar los siguientes aspectos en el viaje que pronto éste emprendería por Europa:

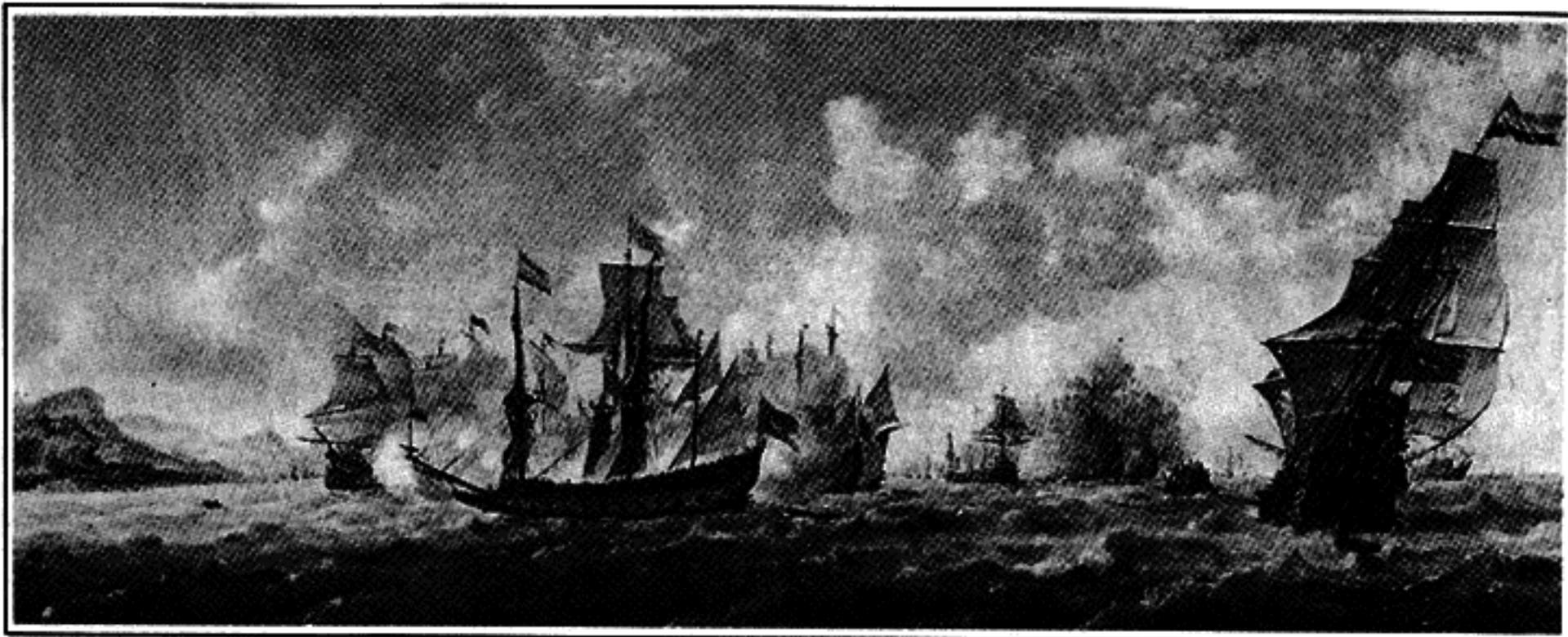
- \* Estudiar el mecanismo de timón y gobierno y, en general, los métodos de navegación de los barcos.
- \* Descubrir si los relojes de péndulo eran usados para determinar la longitud en expediciones oceánicas.
- \* Familiarizarse con la organización bélica y estudiar los métodos de construcción; capacidades de los fuertes de defensa que encontrara.
- \* Estudiar las riquezas naturales de cada país, en especial los metales y minerales y sus métodos de producción y purificación.
- \* Capacitarse de manera especial en los problemas de transformación de metales como oro, plata, mercurio, fierro, cobre y ácidos.



La colonización de América permitió el florecimiento de la sociedad capitalista. Los recursos económicos del continente llegaban a España y luego a Inglaterra.

- \* Visitar la fábrica holandesa de pulimento de vidrio.
- \* Observar cómo protegían los holandeses sus barcos en los viajes a la India.

Este listado refleja claramente los intereses de la época, que Newton había recogido como parte de sus propios intereses de investigación. Veamos cómo y por qué no es casual ni una búsqueda desinteresada de la verdad, ni su dedicación a ciertas áreas del conocimiento cuyos resultados se verán vaciados en los *Principia*.



La navegación, la construcción de algunas máquinas simples y la guerra fueron tareas prioritarias para el naciente capitalismo del siglo XVII. Y para la ciencia también.

La época histórica en que vive el inglés Newton es aquélla que empieza con la desintegración del sistema feudal, caracterizado por el surgimiento y desarrollo del capital mercantil y la manufactura. Los cambios que se llevaban a cabo plantearon un sinnúmero de problemas a la ciencia y la técnica y condicionaron su desarrollo y la forma de pensar de los investigadores.

Como se sabe, la economía medieval tiene como base principal la producción para el consumo personal y no para el comercio. De aquí la naturaleza limitada del cambio y del mercado, lo atrasado y estático de las formas de producción, las relaciones exclusivamente locales de los productores. Tenemos en lo general a los estados feudales dominando el campo y al gremio en las ciudades poco pobladas.

Conforme va cambiando el mundo medieval cambian las relaciones de producción, se separa el comercio, cuyos límites son ampliados, buscando producir para el intercambio local y entre ciudades cada vez más lejanas con base en el trabajo manufacturero y asalariado. Es la época de los grandes viajes de conquista, del intercambio cada vez mayor y del desarrollo de la industria minera. Surgen nuevos grupos y clases sociales ubicados cada vez más en las ciudades que renacen y se especializan en la producción de mercancías.

Junto con la manufactura las relaciones entre el trabajador y el patrón se mo-

dificaron, haciendo su aparición la relación capitalista entre ellos. El comercio y la manufactura llevan aparejada la creación de la burguesía, comerciantes y fabricantes como clases hegemónicas.

Así, con la desintegración de la economía feudal se camina hacia el dominio del capital mercantil y manufacturero. Esta nueva realidad planteará problemas nuevos y diversos y hará que los hombres cambien de costumbres y formas de pensar.

Se impondrán entonces las necesidades surgidas del comercio y la manufactura como necesidades sociales, entre las que destacan:

- \* Buenas y seguras embarcaciones, vías, medios de comunicación y transporte, principalmente fluviales.
- \* Mecanismos simples, instrumentos y herramientas diversas para enfrentar el crecimiento de la producción manufacturera y el de la industria minera.
- \* Procedimientos metalúrgicos nuevos que la explosiva demanda de metales como el fierro, plomo, oro y plata estaba requiriendo.
- \* Nuevos materiales, armas y su manejo, nuevas fortificaciones y el lanzamiento de proyectiles para la guerra, que la introducción de la pólvora estaba transformando y que en su momento, en donde el cambio y dominio se obtienen por la fuerza, son de importancia vital.

Estamos ante la serie de tareas prácticas y teóricas que el desarrollo de las

fuerzas productivas demandaba imperativamente resolver a la ciencia. Si comparamos las recomendaciones a Aston en su carta, concluiremos que los intereses de Newton se encuentran correlacionados perfectamente con dichas necesidades.

Estas demandas van a determinar fundamentalmente las tendencias principales de los intereses de la física de los periodos inmediatamente anterior y contemporáneo a Newton. Considerando aparte sus contribuciones reportadas en los *Principia*, observamos nitidamente que el ambiente y necesidades de la época orientarían los trabajos e inquietudes de los esfuerzos científicos. Haciendo a un lado la óptica y las primeras observaciones de electricidad y magnetismo por estar a un nivel menos desarrollado, vemos que eran los diferentes temas de la mecánica los que darían respuesta a los problemas generados por la nueva sociedad. Así vemos, por ejemplo, que durante diferentes momentos del siglo XVI y, con mayor énfasis en el siglo XVII:

1. El problema de las máquinas simples, de las superficies inclinadas y problemas generales de estática fueron estudiados por Leonardo da Vinci, Ubaldi, Galileo, Cardan y Stevin. Este grupo de problemas físicos constituyen la base de creación de equipos y mecanismos de transmisión necesarios en la industria minera y la construcción, principalmente.
2. La caída libre de los cuerpos y la tra-



La astronomía y la existencia de Dios van de la mano de la obra de Newton. La primera da fundamento a la existencia de un ser todopoderoso.

yectoria de los cuerpos disparados son estudiados por Tartaglia, Benedetti, Piccolomini, Galileo, Riccioli, la Academia de Cimento. Es obvia la relación de estos temas con la artillería y la balística, que se habían convertido en el instrumento de dominación por excelencia.

3. Las leyes de hidrostática, la presión atmosférica, funcionamiento y construcción de equipo de bombeo y el movimiento de los cuerpos a través de un medio resistente fueron objeto de investigación de Stevin, Galileo, Torricelli, Pascal, Henricus, los ingenieros de Gustavo Adolfo (constructor de puentes y canales), Boyle y la Academia de Cimento. Problemas éstos de capital importancia para resolver las dificultades en el bombeo de agua de las minas, así como su ventilación; la construcción de canales y compuertas; los procesos internos en un arma de fuego y el cálculo de la forma y tamaño de los barcos.
4. Los problemas de la mecánica de los cielos, su observación y consecuencias como las mareas, heredados por la revolución copernicana, fueron estudiados entre otros por Tycho Brahe, Kepler, Galileo, Gassendi, Wren, Halley y Roberto Hooke. Esta área de estudio vendría a resolver los problemas de la navegación en el cálculo de la latitud y longitud y hasta la determinación precisa del calendario y muchos problemas adicionales.
5. Teóricos importantes como trabajadores prácticos se dedicaron al desarrollo de la metalurgia que, junto con la alquimia, representó el inicio del proceso de construcción de la química moderna con las posteriores repercusiones en la industria siglos después.

Todos estos problemas y preocupaciones de la ciencia integraban el ambiente en que Newton se desarrolló, por lo que

no sólo en los *Principia* serán recogidos de manera total, sino que aún en la vida general de Newton habrían de tener una gran importancia. Newton se nutrió de ese esquema general de la física que describimos y que estuvo determinado fundamentalmente por las tareas económicas y técnicas de la burguesía ascendente.

La clase progresista de esa época demandaba una ciencia adecuada, que resolviera sus necesidades derivadas del desarrollo de las fuerzas productivas. El conocimiento medieval le era inútil y estorbo, así que había necesidad de resolver problemas específicos y se precisaba una metodología diferente, construir una base teórica general para la resolución de todos los problemas físicos planteados por el desarrollo social. Y fue precisamente ese estudio enciclopédico de los problemas físicos que describimos, la creación de la estructura armoniosa de la mecánica teórica que proveería el conocimiento para resolver las tareas de la mecánica terrestre y de los cielos. Esta síntesis le corresponde lograrla brillantemente a Newton en los *Principia*. Su contenido se integra con cada uno de los aspectos del esquema general de la física de su tiempo que hemos descrito y que representaron la respuesta a todo aquel grupo de problemas surgidos a partir de los intereses del

transporte, comercio, industria minera, manufacturera y actividades militares como fuerzas sociales dominantes en esa época.

Así, en el primer libro de los *Principia* Newton expone detalladamente las leyes generales del movimiento mecánico bajo la influencia de fuerzas gravitacionales o centrales, con lo que aporta un método general para la resolución de la gran mayoría de los problemas mecánicos.

Las primeras tres secciones del segundo libro están dedicadas al problema del movimiento de los cuerpos en un medio resistente.

La quinta sección de ese mismo segundo libro expone los fundamentos de la hidrostática y los fenómenos de los cuerpos flotantes. También se considera ahí la presión de los gases y comportamiento de gases y líquidos bajo presión.

La sexta sección trata el problema del movimiento del péndulo en un medio resistente, que partía de los estudios del péndulo en el vacío.

En la séptima parte, con que termina ese segundo libro, se describe el movimiento de líquidos o flujo de líquidos a

El desarrollo del trabajo de Newton estuvo determinado fundamentalmente por las necesidades económicas y técnicas de la burguesía ascendente.





En la Inglaterra del siglo XVII la fuerza mecánica usada en la industria se obtenía de ríos o del viento.

través de canales y tubos. Se estudian también las leyes que gobiernan la resistencia y trayectoria de un cuerpo lanzado en un medio resistente.

El tercer y último libro de los *Principia* está dedicado a explicar el sistema del mundo. A los problemas de los movimientos de los planetas, la luna y sus anomalías, la aceleración de la fuerza de gravedad, con lo que responde a innumerables interrogantes de la mecánica terrestre y la astronomía de su tiempo.

Este esquemático y apresurado bosquejo del contenido de la principal obra de Newton exhibe la coincidencia total con la temática física del periodo y con los problemas planteados por la economía, la técnica y la producción ante el avance de las fuerzas productivas. Por lo mismo se puede concluir que los *Principia* es un análisis y resolución sistemática de todo el conjunto de problemas físicos de su tiempo, que eran problemas de mecánica terrestre y celeste definidos por la sociedad mercantil y manufacturera.

Pero esa sociedad no sólo condicionará la problemática sobre la cual estaba puesta la atención de los científicos de la época, con Newton a la cabeza. Los cambios sociales imponían tras de sí una filosofía diferente, un momento de lucha política específica que habrán de marcar no sólo

la organización, orientación y uso de la nueva ciencia que se creaba, sino también del contenido de ella.

Sería imposible imaginar que tantos y tan variados cambios de la producción material, que cambiaban la cotidianidad de la gente, no se reflejaran en sus mentes, en su forma de pensar y de luchar. Un análisis de sólo las determinaciones materiales en la obra de Newton sería grosero y burdo, por lo que habremos de integrarlo con las determinaciones filosóficas atrás de la obra newtoniana. Intentémoslo.

La gran lucha de la burguesía europea contra el feudalismo tuvo momentos claves como la Reforma en Alemania, la revolución inglesa de 1648-1688 y la gran revolución francesa.

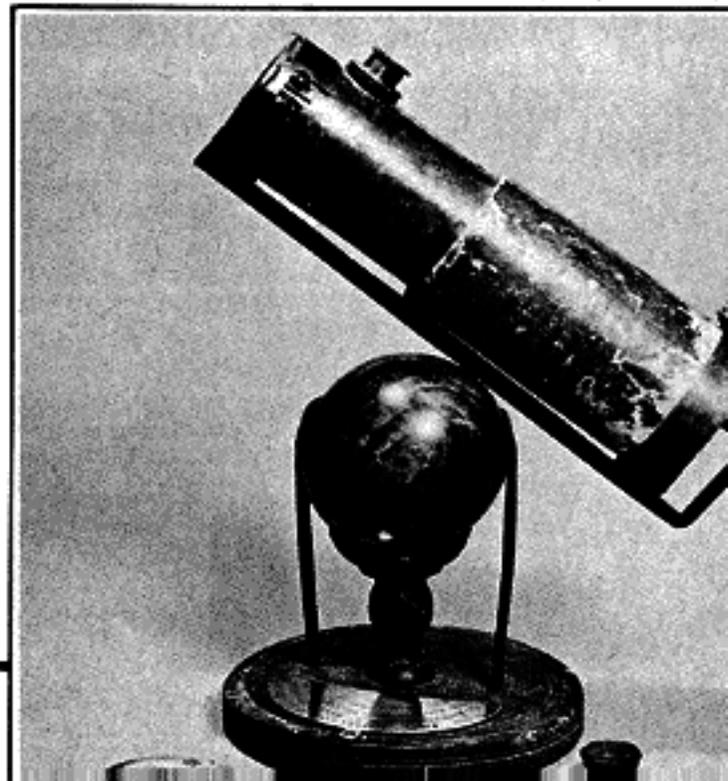
En Inglaterra en 1648, la burguesía peleó junto a una nueva aristocracia de origen muy reciente y comprometida con aquélla, contra la monarquía, la nobleza feudal y la iglesia dominante. La lucha contra el poder absoluto del rey es al mismo tiempo una lucha contra el centralismo y absolutismo del Estado eclesiástico dominante, y por lo tanto la lucha política de la burguesía naciente contra el absolutismo y el feudalismo fue llevada a cabo bajo la bandera de la democracia y la tolerancia religiosa.

Fueron de las sectas protestantes de donde salieron las principales fuerzas combatientes de la clase media progresista. Estaban en contra del materialismo abstracto y estático de Hobbes por ser herético y por no poder ser sustento de las acciones revolucionarias, a las que se oponía este materialismo por sus ligas con la aristocracia. Pero aún más perjudicial para la burguesía puritana que el materialismo de Hobbes, fue el materialismo de Overton por ser la bandera de lucha política contra la burguesía, alcanzando un ateísmo militante y radicalmente opuesto a las bases de la religión.

Newton fue un representante típico de la burguesía ascendente, y en su filosofía incluye las características distintivas de su clase en un materialismo preñado de teología e idealismo vergonzante. Fue un miembro típico de la clase que realizó la transacción de 1688, dando origen no a una república sino a una monarquía constitucionalista.

Newton, hijo de un pequeño granjero, tuvo una modesta posición en la universidad y en la sociedad hasta su nombramiento como Director de la Casa de Moneda en 1699. Por sus conexiones también pertenecía a la clase media protestante que defendió la democracia y la tolerancia religiosa, como miembro del partido liberal Whig. Por eso sus relaciones filosóficas están llenas de un incipiente materialismo abstracto, entremezcladas con sus concepciones idealistas y teológicas. Así los elementos materiales de la física de Newton estarán subordinados a sus concepciones idealistas y teológicas, no como una concesión fácil para evitar la represión, sino como parte constitutiva de los conceptos físicos. Veamos el detalle de este aspecto que demuestra cómo en el contenido de la ciencia están presentes las ideologías sociales del momento.

Aparentemente la óptica era un tema aparte en las investigaciones de Newton, sin embargo, el telescopio le permitió observar el movimiento de los planetas.

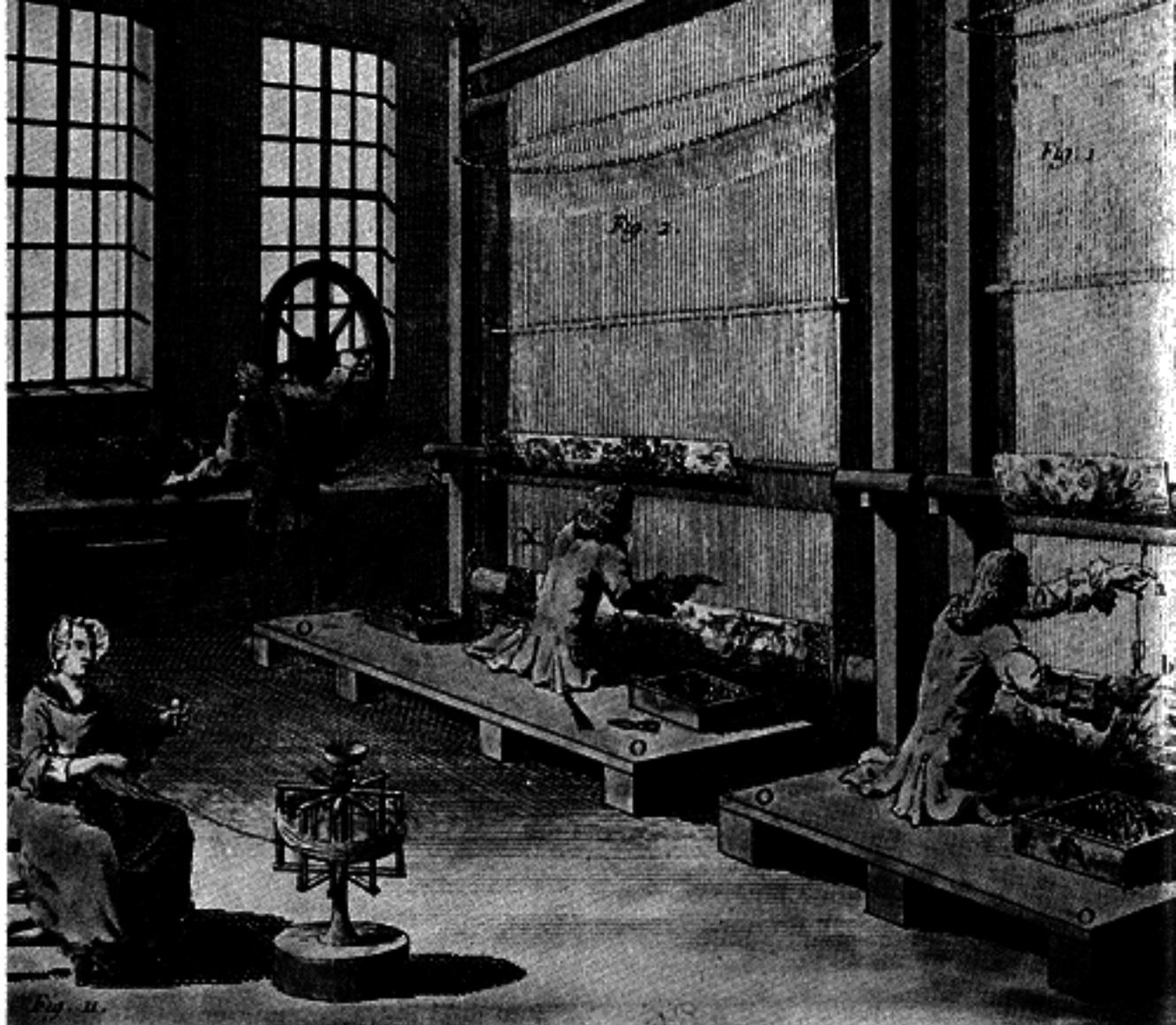


La idea básica, aunque no la única, de los Principia, consiste en la concepción del movimiento de los planetas como consecuencia de la unidad de dos fuerzas: una dirigida hacia el sol, y la otra, la del impulso original dado por Dios. Es una división del trabajo entre Dios y una causa mecánica que representa el sello característico de los filósofos ingleses vinculados a dogmas religiosos y con principios materialistas de causalidad mecánica. Una transacción digna de la época.

Esta concepción y la apelación de de Newton a una mente divina como elemento superior, creador y motor principal del universo, no es de ninguna manera accidental o una fácil concesión, sino es la consecuencia esencial de su concepción de los principios de la mecánica.

Newton concibe al espacio como absoluto y estático e independiente de la materia; sólo como un receptáculo de ella. Concibe que la materia que se encuentra en el espacio puede estar en movimiento rectilíneo o en un estado de inercia absoluta y para cambiar de estado se precisa una fuerza exterior. Si un cuerpo material está inerte sólo una fuerza externa puede sacarlo de ese estado. Con ello está considerando al espacio separado de la materia y al movimiento como independiente de ellos. Por eso, negando el movimiento como un atributo inseparable de la materia, aceptándolo sólo como una forma posible que no siempre posee, le quita a la materia una propiedad inalie-

n la concepción newtoniana del universo, originalmente todo estaba en reposo. Luego llegó Dios a dar el primer impulso.



La manufactura aparece en la transición del sistema feudal al capitalista, siendo un símbolo de este último.

nable. De lo que se infiere por qué antes no había fuerzas que la movieran y en el inicio del mundo tuvo que existir la materia inmóvil, en estado de inercia absoluta, para ponerla en movimiento es necesaria una fuerza externa a ella. En consecuencia tuvo que ser Dios, el creador, el que, dándole un impulso original, la puso en movimiento en el inicio del mundo.

Así, negando al movimiento el carácter de ser un atributo de la materia y aceptándolo únicamente como una forma de ella, Newton priva a la materia de esa propiedad que hoy se concibe como inseparable, sin la cual no puede ser explicada la creación del mundo por las causas naturales y se hace indispensable una fuerza inicial que eche a caminar al mundo, permaneciendo así hasta que otra fuerza externa lo pare.

Concepción de la cual Newton es perfectamente consciente y acepta gustoso. Por eso sostiene que... "cuando escribí el tercer libro puse especial atención a aquellos principios que podían probar a la gente intelectual la existencia del poder divino".

Las ideas filosóficas predominantes de la burguesía ascendente se reflejaron así en el contenido mismo de la mecánica, en los conceptos de un Newton prototipo de esa clase en ascenso.

La física de hoy, en otras condiciones sociales, considera inseparables el espacio, materia, tiempo y movimiento, con lo cual se reformula la física de Newton, y en particular la intervención de Dios resulta una hipótesis innecesaria según la vieja respuesta de Laplace a Napoleón.

Pero no sólo así se reformula posteriormente a Newton. Lo que hoy se enseña como física de Newton en las universidades es en muchos aspectos diferente a lo formulado por él. Así como el capitalismo mercantil y manufacturero fue condición social de la síntesis del siglo XVII, el capitalismo industrial del siglo XIX habría de impulsar la transformación de los planteamientos físicos newtoneanos. En el campo de la física las investigaciones de Newton fueron centrales dentro de los límites de una forma de movimiento —o sea la mecánica—, pero no contiene una concepción del desarrollo y transición de una forma de movimiento a otra con la consecuente conservación de la energía, ni tampoco tiene una concepción sobre la naturaleza como un todo y sobre su evolución.

El hecho de que en la física de Newton no tengan lugar los conceptos de trabajo, potencia, energía, conservación, ni tam-

poco el de evolución, no debe sorprendernos si tomamos en cuenta la estructura productiva de Inglaterra a fines del siglo XVII. Sólo hasta que ella cambia y se entra en la revolución industrial con sus máquinas en el centro, impulsará la concepción y estudio de estos conceptos a pesar del peso de las ideas newtoneanas, para poder diseñar y explicar el funcionamiento de las nuevas máquinas y sobre todo para aumentar su eficiencia.

El concepto de energía y sus relaciones, como una de las categorías básicas de la física, aparece sólo cuando el problema

de las interrelaciones entre varias formas de movimiento cobra importancia social. Esto será sólo hasta que, en época posterior a Newton, el capitalismo de la revolución industrial impone condiciones objetivas con la maquinización y producción a gran escala que introdujo, para el estudio de las diferentes formas de movimiento además del mecánico newtoneano, el térmico y el eléctrico. Por eso se presenta junto a la revolución industrial del siglo XIX una reestructuración de las ciencias naturales, orientada y condicionada también por el momento social de forma análoga que lo sucedido en la época de Newton.

Newton, al estudiar la mecánica bajo conceptos idealistas y no ver toda la variedad de formas de movimiento en sus transformaciones de una a otra, en su auto-movimiento y desarrollo se refleja como un hijo prototípico de la Inglaterra del siglo XVII. Sus límites y carencias y contradicciones se presentan no porque su genio fuera insuficientemente grande sino porque, sin importar cuán notable sea el genio de los grandes hombres, en todas las esferas formulan y resuelven aquellas tareas que han sido originadas para su logro por las características del desarrollo histórico de las fuerzas productivas y las relaciones de producción.

## REVALORIZACION SOCIAL DE LA CIENCIA



Ponencias presentadas en el Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad. México, 1979

El grupo de Ciencia y Sociedad de la Facultad de Ciencias de la UNAM fue creado con el fin de criticar integralmente el sistema educativo y de investigación. Desde que fue fundado en 1974, ha trabajado en la elaboración de estudios de historia social de la ciencia y la tecnología, en la búsqueda de alternativas teóricas y prácticas para el momento actual y futuro, desde una perspectiva anticapitalista.

Este colectivo organizó en 1979 un Simposio Internacional de Ciencia y Sociedad, cuyos objetivos fueron facilitar el intercambio de ideas y estudios sobre el tema, poner en contacto a los interesados y discutir la posibilidad de una cooperación más estrecha en este campo.

La participación de casi una docena de países, con un selecto grupo de estudiosos de los más variados campos del conocimiento, hizo posible una fructífera reunión interdisciplinaria, en la que no hubo distinción entre las ciencias naturales y las sociales.