



CIENCIA **e HISTORIA**

John D. Bernal

Biblioteca Virtual
OMEGALFA
2022

John D, Bernal
Ciencia e Historia

Digitalización y maquetación:
Demófilo
2022

NOTA

El texto aquí ofrecido corresponde al Capítulo XIV de la obra del mismo autor “*Historia Social de la Ciencia, II. La ciencia de nuestro tiempo*”. Edicions 62, Barcelona, 1967. Traducción de Juan Ramón Capella.

En nuestra Biblioteca Omegalfa podrá encontrar el lector interesado otros capítulos de la misma obra y autor.

Libros Libres
Cultura Libre



SUMARIO

14.0 INTRODUCCIÓN

14.1 LA CIENCIA Y LAS FUERZAS SOCIALES

La fusión de la teoría y la práctica

El desarrollo de la ciencia

El curso del progreso técnico

14.2. INTERACCIÓN DEL DESARROLLO CIENTÍFICO, TÉCNICO Y ECONÓMICO

El dogma de la verdad científica

Las relaciones de la ciencia con la sociedad

El papel del genio

La aparición de la ciencia como un factor importante del progreso social

14.3. LA TRAYECTORIA DEL PROGRESO CIENTÍFICO

14.4. LA CIENCIA EN UNA SOCIEDAD DIVIDIDA EN CLASES

La ciencia como fuerza productiva

14.5. LA CIENCIA EN EL MUNDO ACTUAL

La utilización de la ciencia en el sector capitalista

La organización de la investigación

Investigación gubernamental y militar

La ciencia en los países en vías de desarrollo

La lección de la presa de Assuán

La ciencia en el sector socialista

La organización de la ciencia en el mundo socialista

14.6. EL PROGRESO DE LA CIENCIA

Condiciones internas para el progreso: lenguaje y comunicación

Un servicio de información racional

La utilización de la inteligencia

La cooperación científica

14.7. *CONTEMPLACIÓN Y ACCIÓN*

El lugar de la filosofía

La filosofía en la nueva revolución científica

14.8. *ORGANIZACIÓN Y LIBERTAD CIENTÍFICA*

Problemas intrínsecos de la organización de la ciencia

La evasión de la anarquía

La búsqueda de una solución: la democracia interna de la ciencia

La estrategia de la investigación científica

La organización de los trabajadores científicos

La popularización de la ciencia

14.9. *LA CIENCIA EN UN MUNDO DE RÁPIDO CAMBIO*

Las necesidades del progreso científico

La velocidad del desarrollo de la ciencia y la educación

Planificación

Hacia una ciencia de la ciencia

14.10. *LA NECESIDAD MUNDIAL DE LA CIENCIA*

El peligro de la guerra y cómo combatirlo

La derrota del hambre

La ciencia para el bienestar

La energía y la automoción como servidores del hombre

La transformación de la Naturaleza

El poder de la investigación

Responsabilidad social

XIV.

Ciencia e historia

14.0 *INTRODUCCIÓN*

Hemos llegado al final de la explicación del desarrollo de la ciencia y de la técnica a lo largo de la historia humana y, por lo tanto, es hora de tratar de determinar el significado del mismo. En los diferentes capítulos se han indicado ya, en su contexto, muchas de las relaciones significativas. El principal valor y peso de los argumentos se deriva, en realidad, de un modo directo, de la interacción específica de la ciencia y la sociedad tal como tiene lugar. Pese a todo, puede ser valioso tanto para el lector como para el autor examinar en su conjunto las tendencias de la historia pasada y tratar de resumir en unas pocas palabras lo que pueden suponer para el presente y para el futuro.

En este capítulo se empezará (14.1-14.3) por una discusión sobre el carácter general de la interacción de la ciencia y otras fuerzas sociales, tal como se desprende de los estudios más detallados que se encuentran en los capítulos anteriores. Al hacerlo se tratará de responder (14.3) a algunas de las cuestiones suscitadas en el Capítulo I acerca de los factores que determinan la asociación peculiar de las ciencias a los acontecimientos de las diferentes épocas y países, con especial referencia a las grandes explosiones de actividad científica, como las que han tenido lugar en la época griega, en el Renacimiento, en la

Revolución Industrial y, la mayor de todas ellas, la que vivimos hoy (14.4), y la función de las divisiones de clase en el desarrollo y el carácter de la ciencia. Todo ello lleva a considerar (14.5) el lugar de la ciencia en el mundo actual, y también a tratar de responder a otras cuestiones que conciernen de manera directa a los científicos, como las de la militarización y el secreto en la ciencia, y su lugar en el gobierno de los pueblos. En la sección siguiente (14.6) se discuten las que favorecen el progreso de la ciencia, incluyendo en ello la magnitud del apoyo oficial y las comunicaciones internas entre los científicos. Así se llega a dos cuestiones de capital importancia: el lugar de la filosofía en la ciencia (14.7) y la aparente incompatibilidad de libertad y organización científica (14.8). Finalmente (14.9) queda aún la cuestión de las tareas inmediatas de la ciencia y de sus perspectivas para el futuro.

14.1 LA CIENCIA Y LAS FUERZAS SOCIALES

La historia misma del desarrollo de las empresas sociales de la ciencia, la técnica, la economía y la política, a lo largo de los tiempos, puede revelar por sí misma algo acerca de la naturaleza de sus relaciones mutuas.

Cada uno de los diversos estadios del progreso se caracteriza por la introducción de alguna técnica nueva basada en una comprensión más profunda del funcionamiento de la naturaleza. Así, la agricultura pasó de los terrenos dispersos de cultivo temporal a los campos regados permanentemente, con la invención del arado de madera arrastrado por bueyes. El hacha y el arado de hierro permitieron la difusión de la agricultura a regiones boscosas, y la segadora y la gavilladora y posteriormente el tractor, hicieron posible la extensión del cultivo a todas partes, incluso a las zonas desérticas.

Como hemos visto, muchos progresos técnicos son una respuesta a las exigencias sociales y económicas, y los llevan a término los artesanos mismos —enteramente en los antiguos tiempos y a veces todavía hoy— que trabajan y mejoran sus técnicas tradicionales. Al principio no había lugar alguno para la ciencia, tal como hoy la conocemos; ésta aparece en forma reconocible a partir de la tradición social común de los artesanos sólo en los comienzos de la vida ciudadana, de la civilización. La primera aparición de una ciencia separada tuvo finalidades económicas y de dominación: de la numeración, necesaria para las cuentas del templo, proceden, por una tradición continuada, las matemáticas y la escritura. La tradición de una ciencia numérica y escrita pasó de maestro a discípulo durante más de 5000 años, ampliándose y desplegando nuevas ramas como exigencia de la organización y el orden a gran escala, y reduciéndose en las sociedades fragmentadas como en la primitiva Inglaterra sajona.

Las corrientes de la tradición científica y de la tradición técnica han discurrido separadamente a lo largo de casi la totalidad de la historia. Las condiciones de la civilización primitiva suscitaron una división en clases que colocó a los científicos del lado de los gobernantes en tanto que los artesanos manuales sólo eran superiores en un grado a los campesinos y a menudo figuraban entre los esclavos. Esta división se ha mantenido hasta hoy, y su derrumbamiento final sólo está empezando. Mientras tanto, y durante largos períodos de tiempo, esta división condenó a la ciencia a la esterilidad y a la técnica a una estañación repetida, en tanto que los progresos radicales sólo tenían lugar muy raramente. Épocas de progreso cultural.

Como se ha mostrado, sólo ha habido posibilidad de progreso en unos pocos períodos de la historia mundial, cuando las distinciones de clase se rompían parcialmente y científicos y

artesanos se estimulaban mutuamente. Teniendo en cuenta la primera explosión creadora de la civilización primitiva, anterior a la escisión entre científico y artesano, sólo pueden encontrarse cinco de estos grandes períodos a lo largo de toda la historia. Además del citado, los otros cuatro fueron: el de los griegos, el de los siglos XVI y XVII en Europa, el de la Revolución Industrial en Inglaterra y el de la transformación científica y técnica de nuestra propia época. Comparadas con éstos, la síntesis Islámico-Medieval y las diversas explosiones creadoras de la India y China, aunque desempeñaron un papel esencial en la transmisión de la cultura, son en sí mismos progresos de importancia menor.

Pero los períodos mayores y menores de creación científica y técnica aparecen históricamente como accesorios de grandes movimientos sociales, económicos y políticos. El primer período corresponde al establecimiento de los primeros Estados e imperios, como los de los faraones en Egipto y los de los reyes y emperadores de Mesopotamia. Señala la transformación de los clanes en una sociedad clasista, pero no fue, sin embargo, una transformación completa pues los clanes persistieron durante siglos —en China casi hasta nuestra época. El segundo período, el período griego o clásico, correspondió al desarrollo, triunfo y decadencia de una economía dineraria y esclavista caracterizada por la abierta guerra civil y de clase. Tras la caída del Imperio Romano ocupó su lugar en Europa una economía feudal distinta, mucho más descentralizada y localmente autosuficiente, que exigía muy poco de la ciencia y que, consiguientemente, contribuyó también muy poco a su desarrollo. La decadencia de otros grandes imperios, como el persa, el indio y el islámico, produjo una situación parecida en muchos países mediterráneos y asiáticos, aunque no en China.

El tercer período de progreso, tal vez el más importante desde el punto de vista científico, fue el del Renacimiento, que señaló

el principio de la superación de la economía feudal por una nueva economía burguesa. El cuarto, la Revolución Industrial, coincidió con la implantación definitiva del capitalismo manufacturero como economía dominante del mundo. El capitalismo se diferencia de las antiguas economías dinerarias por el empleo de los beneficios de las empresas como capital para inversiones ulteriores, lo que conduce a una rápida expansión del desarrollo industrial que implica maquinaria y la utilización de la energía del carbón. Este período tuvo una importancia equivalente a la de la invención de la agricultura, pues concentró la economía en la proximidad de los yacimientos carboníferos y suministró el alimento necesario para las grandes poblaciones que se difundieron por todo el mundo.

El último período de progreso científico es el que se inició plenamente hace unos cincuenta años. En el terreno social se caracteriza por una lucha de violencia sin precedentes entre los capitalistas y sus seguidores por un lado y las nuevas fuerzas socialistas basadas en la clase obrera por otro. A lo largo de este período todavía es más rápido el progreso científico y técnico, tanto al servicio de la paz como de la guerra. La época se caracteriza por la penetración de la ciencia en todas las formas de la producción y por un creciente grado de organización e intercomunicación. Está claro que se conoce lo suficiente de la ciencia natural y de las técnicas que hacen uso de ella para resolver todos los problemas importantes de la economía mundial. En la actualidad es posible proporcionar un nivel de vida aceptable a todos los pueblos del mundo, y las investigaciones ulteriores pueden mejorarlo indefinidamente. Pero lo cierto es que no lo conseguimos, pues ello depende de la solución del problema social y económico, cuyas actuales contradicciones internas y conflictos abiertos dilapidan los recursos que se poseen y amenazan extender la guerra y el hambre.

La fusión de la teoría y la práctica

En cada uno de estos períodos los grandes progresos conseguidos parecen debidos en gran parte a una fusión más íntima de la teoría y la práctica que en los períodos que median entre ellos. En cada uno de los casos que hemos visto la fluidez social de la época ha permitido la colaboración de artesanos y estudiosos, y a veces una mezcla completa de ambos. Por una parte se necesita "la penetración de los naturalistas en los oficios", para emplear la expresión de Boyle, y por otra la exigencia de Robert Norman de que "los mecánicos, en sus diversos oficios y profesiones, tengan aquellas artes en la punta de sus dedos y puedan aplicarlas para sus diversas finalidades". Pero esta influencia mutua ha sido en el pasado cosa temporal y limitada. Después de un intervalo se advierte que por un lado la teoría científica inoculada a la técnica se ha convertido en parte del saber artesano tradicional, como, por ejemplo, en el caso del constructor de lentes, o, por otro, que el contacto con las cuestiones prácticas queda embebido en las teorías científicas, como en el caso de la mecánica y la neumática de los últimos griegos. Solamente en nuestra época nos encaminamos a una fusión completa y permanente entre el científico, el ingeniero y el artesano, que sólo puede completarse con la conquista de una sociedad absolutamente sin clases.

Estos son los hechos históricos que el autor ha tratado de exponer en los capítulos anteriores, donde también ha intentado explicar cómo se relacionan en cada caso los diferentes aspectos científicos, técnicos, políticos, económicos e ideológicos. Sin embargo, nada puede sustituir un estudio de los hechos más detallado que el que se haya logrado aquí. Pese a todo, sobre la base de lo que se ha podido mostrar, empiezan a aparecer algunas explicaciones científicas que iluminan el flujo real de la historia y de las que pueden extraerse algunas conclusiones

aparentemente aplicables al presente y al futuro. Discutiremos estas últimas en los siguientes párrafos.

El desarrollo de la ciencia

Puede obtenerse una amplia comprensión de los procesos de desarrollo cultural observando los hechos en diferente orden, siguiendo separadamente las corrientes del progreso científico y técnico. Como se ha señalado ya, la corriente científica fue al principio muy estrecha, en realidad mucho más de lo que parecía en su época. A la luz de nuestro saber actual podemos distinguir lo que en el conocimiento antiguo era válido y susceptible de ser verificado y empleado, de lo que era vago, místico o un mero sin sentido. De esta manera hemos descartado la astrología, la alquimia y la preocupación cabalística por los números, a pesar de que en su época constituyera una ciencia bien considerada que deba mucho prestigio y buena remuneración a quien la poseía. Lo mismo puede decirse de la teoría y de buena parte de la práctica médica hasta el siglo XIX. Sin embargo, la falsa teoría, si se sigue y se somete a prueba, puede conducir a la verdad, aunque con un enorme gasto de esfuerzo intelectual. La astronomía y la química se han derivado de la astrología y la alquimia.

Sin embargo, el resto de la ciencia se ha organizado y desarrollado en torno al núcleo más firme. Así, la tradición matemático-astronómica ha continuado ininterrumpidamente, apilando observación sobre observación y añadiendo método a método desde la época de las primeras ciudades hace 5000 años. Las dificultades prácticas de reconciliar los calendarios lunar y solar, que todavía se mantienen en la fijación de la Pascua, suministraron un problema en torno al cual se desarrollaron las matemáticas, el álgebra y la geometría.

Los griegos, por su desagrado o debilidad respecto de los cálculos numéricos, crearon la geometría para dar una imagen visual y mecánica del mundo celeste, que fue virtualmente el comienzo de la física matemática. La astronomía no solamente fue el núcleo de la ciencia griega sino también de la filosofía. Se extendió muy ilegítimamente, como hemos visto, a las explicaciones de la psicología humana, y sirvió también para justificar la jerarquía social. De hecho, y aparte de la imagen del universo celeste, la ciencia griega consistió solamente en descripciones y clasificaciones del mundo natural, cuyo valor para la teoría y la práctica solamente se dejó sentir en el siglo XIX. La medicina, otra rama respetable de la ciencia, cae también en esta categoría. Se describieron admirablemente las enfermedades y se dieron buenos diagnósticos y pronósticos, pero el mejor de los tratamientos abandonaba al paciente a su propia suerte.

La astronomía y la medicina, a menudo practicadas por las mismas personas, salvaron la esencia de la ciencia griega, tras el derrumbamiento de la civilización clásica, y la difundieron por todo el mundo. De este modo creció por vez primera un universo científico común que iba desde la China hasta España. Lo que se hizo, principalmente gracias a los indios, los árabes y los escolásticos, no fue tanto aumentar la tradición central como ordenarla. Se dieron mejores conexiones entre la geometría, el álgebra y la trigonometría con la astronomía. La introducción de un artificio trivial y no muy original —la numeración árabe— produjo el efecto decisivo de facilitar la rapidez del cálculo y extender su uso. Al propio tiempo, en las disciplinas auxiliares de la profesión médica —la química y la óptica— chinos y árabes superaron por vez primera el limitado campo de la ciencia griega. La principal relevancia científica de la gran laguna de la Edad Media consiste en que dio lugar a nuevos artificios técnicos que solamente se dejaron sentir en el

Renacimiento. Entre ellos figuran las enormes innovaciones de la brújula, la pólvora y la imprenta, derivadas de China.

Pese a todo, en el Renacimiento y hasta finales del siglo XVII, el principal interés científico consistía en la observación de los cielos. Desde el punto de vista intelectual el centro de la cuestión consistía en destronar a Aristóteles, en la destrucción de la imagen del mundo jerárquica feudal y su sustitución por otra basada en el derecho natural impersonal. Ésta fue la más atrevida conquista teórica del hombre que, pese a no parecer de importancia en su tiempo, ha sido fundamental para todo el progreso científico posterior. El paso decisivo dado en el Renacimiento consistió en conceder a la ciencia exacta un valor práctico inmediato, utilizando la nueva astronomía para la navegación, que fue, en sí misma, un factor importante para la consecución de la dominación mundial por la nueva burguesía. El siglo XVII presencié además la introducción por vez primera de la ciencia en el terreno técnico con el descubrimiento del vacío, que condujo a la máquina de vapor.

Solamente en el siglo XVIII, empezó la ciencia a extenderse a campos muy distantes de los estudiados por los griegos. De hecho, el centro del interés principal pasó de la astronomía a la mecánica y a la química, vinculados al principal interés de la Revolución Industrial —la energía y la industria textil. Desde lo último se inició la renovación de la química y su ruptura final con la alquimia y el desarrollo de la teoría atómica. Las amplias leyes del siglo XIX —la conservación de la energía, la teoría electromagnética de la luz— señalan la introducción de la matemática en todo el campo de la física. Al propio tiempo se produjo un primer asalto al terreno biológico con la obra de Darwin y Pasteur.

Los grandes progresos de los siglos XVII, XVIII y XIX en la comprensión práctica del mundo y en su empleo se reflejan

también en el pensamiento humano. El concepto newtoniano de la ley del universo tendría profundas consecuencias filosóficas y políticas. Las hipótesis materialistas y atomistas reformuladas correctamente, sobre la base de las conjeturas griegas, contribuyeron a destruir las concepciones idealistas y espiritualistas del universo; la idea de evolución y su aplicación a la propia humanidad mostró por vez primera el lugar del hombre en la Naturaleza. En lo sucesivo ninguna filosofía o religión podría escapar a la influencia de los conceptos científicos.

En el siglo XX se han derribado todas las barreras; no hay campo de la Naturaleza en el que la ciencia no pueda penetrar. Y al propio tiempo la ciencia se ha hecho creadora, construyendo un mundo propio de artificios mecánicos, químicos y electrónicos, cuyo empleo tiende a sustituir los frutos del puro desarrollo técnico.

El curso del progreso técnico

En contraste con la ciencia, con su delimitado terreno, la técnica ha progresado siempre en un frente tan amplio como todo el modelo de vida contemporáneo. Ese avance ha sido casi siempre relativamente lento, moviéndose más de prisa solamente cuando un nuevo artefacto o un nuevo material hacía accesibles nuevos campos. Desde la antigüedad se admite que la piedra, el bronce y el hierro caracterizan eras de la cultura humana. Se trata de conquistas técnicas que no deben nada a la ciencia. Lo mismo puede decirse de la introducción revolucionaria del fuego, la alfarería, los tejidos, la rueda y la nave.

Hasta la época helenística, cuando habían evolucionado ya la mayoría de las técnicas en que se basa nuestra vida, no parece que la ciencia haya penetrado en la técnica, como no sea en subproductos tales como la arquitectura monumental y tal vez

las obras hidráulicas. La velocidad de su progreso parece depender enteramente de factores económicos y sociales. El gran progreso iniciado con la agricultura en los valles ribereños proporcionó un excedente de fuerza de trabajo con el que fue posible construir las ciudades y mantener a los artesanos. Hoy sospechamos, aunque no podemos demostrarlo, que los científicos profesionales tuvieron algo que ver con el desarrollo de la maquinaria, en el diseño de ruedas dentadas, poleas y bombas, incluso aunque sólo fuera para pulir los rudos artificios inventados y utilizados por los trabajadores mismos.

Parece que ninguno de los inventos —en su mayoría chinos— que transformaron la economía medieval en una economía moderna —las guarniciones de las caballerías, el timón de codaste, el martinete de fragua y el fuelle mecánico— deben nada a la ciencia. Incluso los lentes, la pólvora y la imprenta son en gran parte conquistas prácticas, pese a que debe haber habido alguna inspiración del saber culto. Solamente en la brújula y el reloj, esenciales para la navegación, parecen haber realizado los científicos una aportación importante.

La llamada Primera Revolución Industrial —la del siglo XVI— es casi enteramente fruto de la destreza de los artesanos bajo el impulso del nuevo sistema capitalista, con su remuneración a la empresa productiva. Los progresos de la minería, el molino y el barco contribuyeron conjuntamente a una elaboración de la mecánica, que constituiría la base de la revolución de doscientos años más tarde y serviría de inspiración para la generación de científicos del siglo XVII.

Las grandes transformaciones que caracterizan a la Revolución Industrial —de la madera al carbón como combustible, de la madera al hierro como material, de la energía animal e hidráulica al vapor, de la acción simple a la acción múltiple en los telares mecánicos— son todas ellas producto de la inventiva

de los trabajadores que actuaban, como hemos visto, bajo el triple impulso económico formado por la necesidad de ampliar los mercados, la escasez de los materiales tradicionales y los embotellamientos de la producción debidos a la falta de fuerza de trabajo. Fueron posibles por la existencia de capital disponible para construir las nuevas máquinas. Todo ello pudo haber ocurrido sin la ciencia, pero no hubiera tenido lugar tan fácilmente. En realidad, el mismo progreso, interés y rentabilidad de la nueva maquinaria servía para atraer y engendrar la ciencia, que se costeaba por sí misma. Los científicos se convirtieron en ingenieros y los ingenieros adquirieron conocimientos científicos.

El dominio de los hombres prácticos, del mecánico y de su patrono, el empresario industrial, se mantuvo muy bien hasta el siglo XIX. La precisión de la metalurgia, sobre la que se basa toda la industria moderna, se ideó y realizó en los tornos y bancos de trabajo por obra de los mismos trabajadores y por su propia iniciativa. Solamente en los nuevos campos de la química y la electricidad podía el científico, o quizás el aficionado con cultura científica, tomar la delantera en el diseño de nuevos procesos y de nuevos instrumentos.

El triunfo de Edison señala el fin de la era del inventor y el principio de otra nueva, la de la investigación técnica dirigida en la industria, que ha ido ganando vigor gracias a los esfuerzos de nuestra época. En lo sucesivo el curso del progreso científico y técnico estarán tan íntimamente ligados como en los albores de la civilización.

14.2 INTERACCIÓN DEL DESARROLLO CIENTIFICO, TÉCNICO Y ECONÓMICO

Del progreso científico y técnico a lo largo de los tiempos se desprende claramente una conclusión: es la de que la ciencia, en tanto que disciplina consciente, ha existido desde los comienzos de la civilización, pero que no fue esencial para finalidades técnicas sino a partir del siglo XVI, y su uso para determinados objetivos hubo de aguardar hasta el siglo XIX, cuando se hizo necesaria para la química y la ingeniería.

La afirmación de que la ciencia, en sus primeros estadios, no fue realmente necesaria, debe verse más bien como una cuestión abierta. El calendario, a pesar de ser útil en la agricultura, no es, sin embargo, indispensable, y la arquitectura monumental de las pirámides y los templos tampoco es, si se piensa bien, imprescindible. Sin embargo, los pueblos de la época no eran de esta opinión, y, al menos los sacerdotes y gobernantes, desde la China hasta el Perú, consideraron que el contacto apropiado y ordenado con las potencias celestiales era algo esencial para el bienestar político y económico. En realidad, debemos la ciencia que tenemos a semejante creencia.

Sin embargo, lo que permitió a la ciencia ir más allá de una astronomía matemática relativamente estéril, fueron los contactos que estableció con las técnicas de la mecánica, la neumática y la balística en el Renacimiento, y con la fermentación, la destilación y la química textil en el siglo XVIII.

Esto nos permite formular una conclusión general importante: mientras las exigencias técnicas suscitan problemas que a menudo, aunque no siempre, dan lugar a nuevas ramas de la ciencia, los progresos científicos quedan fijados efectivamente si pueden dar lugar a actividades prácticas remuneradoras. El progreso de la óptica quedó asegurado por los fabricantes de

lentes; el del magnetismo por los fabricantes de brújulas; en nuestra época, los motores a reacción y los refrigeradores han asegurado el desarrollo de la teoría del calor; la industria de la radio toma a su cargo la del sonido; la del cine, la óptica, y todo ello por no mencionar la teoría de la electricidad, que es parte integrante de la industria eléctrica.

Las fechas y lugares de las explosiones de actividad científica indican que para el florecimiento de la ciencia es necesario un rápido progreso técnico y consiguientemente una economía favorable a inversiones de capital reales. Aunque las exigencias financieras de la ciencia son despreciables en comparación a otros gastos de producción, el dinero que se gasta en ella casi nunca ofrece perspectivas de retomo inmediato. El gasto científico tiene por lo tanto la naturaleza de una inversión de capital a bajo interés, aunque con la posibilidad de grandes beneficios ocasionales. Los factores materiales que frenan el progreso científico son fundamentalmente la escasez de fondos, especialmente cuando se trata de aplicaciones a gran escala, como muestran los ejemplos desgraciados de Simón Sturtevant y Denis Papin.

La satisfacción de las necesidades materiales de la ciencia es condición necesaria pero no suficiente para su progreso: debe ir acompañada de un ambiente en que se experimente la excitación de la novedad en grado suficiente para atraer a la aventura de la ciencia a las personas más capaces. Por otra parte la ciencia puede ser retardada por influencia de ideas pertenecientes a un período anterior. Uno de los factores más persistentes en el retraso de la ciencia es el que forman los propios éxitos de la ciencia misma: la creencia en la ciencia como un medio para alcanzar un conocimiento absoluto y permanente.

El dogma de la verdad científica

Del estudio de la historia de la ciencia se desprende que ésta no es una entidad que pueda determinarse de una vez para siempre por definición. Se trata de un proceso a estudiar y describir, de una actividad humana ligada a todas las demás actividades humanas y en interacción continua con ellas. Hemos visto también que cambia, y no sólo desarrollándose e introduciéndose en regiones absolutamente nuevas o dejadas hasta el momento al sentido común o al mito, sino elaborando continuamente sus antiguos hallazgos con mayor autoconciencia y poder de integración.

Ésta, sin embargo, no es la opinión que se ha tenido tradicionalmente sobre ella. En el pasado, y aún en nuestra época, se ha afirmado que la naturaleza intrínseca de la ciencia consiste en ser un sistema autónomo completamente aislado del universo social. Se cree que se trata de un saber intrínseco y absoluto, una aproximación absoluta a una verdad también absoluta, que debe conseguirse por un método seguro y que debe protegerse de cualquier otro modo de ver las cosas. La historia de la ciencia está llena de ejemplos que muestran que la adopción de esta actitud ha sido un medio seguro de contener la ciencia, a menudo dándole la apariencia de una gran profundidad y generalidad.

El ejemplo supremo lo constituye la síntesis aristotélico-averroísta-tomista, que fue la idea dominante en el mundo perfecto de la noción y el método de la ciencia desde el siglo IV antes de Cristo hasta el siglo XVII de nuestra era. Durante más de dos mil años este modelo mantuvo congelado el pensamiento, para cuya liberación fue necesario que se produjera un violento cambio en la escena política y económica.

Lo que tal vez no hayamos visto aún es que nosotros mismos

vivimos en un estadio de transformación científica como consecuencia de una transformación mucho más fundamental en la sociedad. Tanto en ésta como en la ciencia los esfuerzos por tratar de salvar las cosas mediante parches, refuerzos y adiciones a las viejas formas son igualmente inútiles. Tenemos que repensar nuevamente, a la luz de la experiencia y de la discusión, las mismas bases de la propia ciencia.

Las relaciones de la ciencia con la sociedad

Las relaciones entre la ciencia y la sociedad son enteramente recíprocas. Al igual que en el interior de la ciencia se producen transformaciones por los acontecimientos sociales, también éstos, y en medida creciente, se producen por influencia de la ciencia. Estas influencias son múltiples, directas e indirectas, y actúan sobre la estructura material de la sociedad y sobre las ideas por las que ésta se mantiene y se transforma. Los efectos directos de los cambios materiales son más fáciles de advertir, y se consideran comúnmente como los principales resultados de la ciencia. Estas consecuencias son obvias en la continua y cada vez más rápida corriente de técnicas nuevas y de mejoramiento de las antiguas en el mundo transformado mecánica, eléctrica y químicamente del siglo XX, que es inconcebible sin la ciencia. Los efectos indirectos de los cambios materiales producidos por la ciencia son mucho más importantes. Aunque el crecimiento primero de la ciencia misma fue producto de los factores políticos y económicos, una vez que la ciencia estuvo establecida como medio para garantizar el poder económico y político, su mismo progreso se convirtió en un factor de la vida política y social. Ningún Estado industrial moderno podría existir sin la ciencia. No podría continuar durante mucho tiempo haciendo pleno uso de sus recursos intelectuales para hacer progresar la ciencia y ampliar su utilización. Los

modelos políticos de nuestra época son consiguientemente y en manera creciente un resultado de los aspectos materiales de la ciencia.

Pero el modo material no es el único por el que la ciencia afecta a la sociedad. Las ideas científicas ejercen una profunda influencia sobre todas las formas del pensamiento y la acción humanos, tanto filosóficos como políticos, religiosos y artísticos. Y aquí las influencias son más complicadas que en el plano material. Las ideas científicas no son simplemente producto de la lógica de los métodos experimentales; son ante todo ideas derivadas de la estructura social e intelectual de las épocas anteriores, transformadas —y a menudo sólo parcialmente— al superar la prueba de la experimentación científica. Así ocurrió, por ejemplo, con la idea de ley natural de Newton, que reflejaba la implantación de una forma de gobierno jurídica y no ya autoritaria, o con la teoría de la selección natural y de la lucha por la existencia de la evolución darwiniana, que era un reflejo de la libre competencia de la plenitud de la era capitalista. Pero a pesar de que estas ideas procedieran de formas sociales anteriores, una vez tomadas y empleadas por la ciencia se veían reforzadas y transformadas a su vez. Se utilizan para dar una sanción científica a la práctica social, como muestran muchos ejemplos de la historia, desde la imagen del mundo aristotélica a otros muchos casos posteriores.

La plena comprensión de las relaciones siempre cambiantes de la ciencia y la sociedad implica que se tengan en consideración los factores materiales e ideológicos. Ninguna sociedad puede pasarse sin la ciencia exigida por sus fuerzas productivas. Pero el monto de la ciencia ha cambiado muy poco, como hemos visto, hasta una época muy reciente. La altura científica de cada sociedad particular por encima de ese nivel mínimo era necesaria, junto con la filosofía y la religión, para mantener el sistema social establecido. Incidentalmente, también daba una

ocupación intelectual para los pocos miembros de las clases dominantes que se inclinaban a emplear su ocio de esta manera. No podía esperarse que esta ciencia fuera en sí misma un estímulo para el cambio técnico o para determinar el modelo de la producción, pero al lado de otros factores podía recurrirse a ella para este fin. Los factores a que se ha aludido fueron en su mayor parte económicos. La maquinaria de la Revolución Industrial no fue simplemente fruto de la capacidad de sus inventores —en los antiguos tiempos también habían existido hombres inteligentes en cantidad—, sino que, como hemos visto, se desarrolló como respuesta a la disponibilidad de capital y de trabajo y a las oportunidades de beneficio que ofrecía el mercado.

Sin embargo, una vez que llegó a existir un proceso o una máquina nuevos —o, mejor dicho, un nuevo principio científico capaz de generar muchos procesos y máquinas nuevos, como la producción magnética de corriente eléctrica por Faraday— debía cambiar necesariamente la situación de la manufactura y dar oportunidades para nuevos cambios económicos.

Las ciencias, tanto las sociales como las naturales, han aparecido a lo largo de la historia en su papel de agentes catalizadores —pero no generadores— del cambio social, y a lo largo de este proceso han cambiado también ellas. En las páginas anteriores se ha esbozado algo acerca de la naturaleza de este vínculo entre actividad científica y actividad económica, pero no hay —y en realidad no puede haberla— una fórmula sencilla para describirlo. Se trata más bien, como se ha explicado ya, de que las condiciones políticas y económicas de lugares y períodos determinados son especialmente favorables para el progreso de la ciencia, al plantear problemas, y recompensar las soluciones útiles. En realidad el descubrimiento de los problemas es mucho más importante que el hallazgo de soluciones: estas últimas pueden conseguirse mediante la

experimentación y la argumentación lógica, en tanto que los primeros sólo se encuentran con una imaginación estimulada por la experiencia de la dificultad.

El papel del genio

A veces se afirma que esta relación con la economía se refiere sólo a partes relativamente poco importantes de la ciencia, y que los grandes descubrimientos los hacen hombres de genio a los que no afectan las condiciones de tiempo y de lugar. Se puede citar a Copérnico, Descartes, Harvey y Linneo como ejemplos de hombres que trabajaron muy alejados de los centros de progreso técnico de su época. Pero esto sólo es verdad parcialmente, pues el siglo XVI polaco, el siglo XVII en Inglaterra y Francia y el siglo XVIII en Suecia fueron todos ellos períodos de expansión nacional. Pero queda el hecho de que por lo menos en los casos primero y último los países en que vivían los hombres citados no eran un centro y que ni Harvey ni Descartes estaban en relación con la industria. La razón para esta discrepancia aparente es que lo que cuenta no es el lugar donde nace, trabaja o muere un científico: una vez que ha hallado la obra de su vida puede desarrollarla en cualquier parte. Lo que cuenta, en cambio, es el centro de la tradición en que se ha formado. Para Copérnico y Harvey este centro fue Italia, que acababa justamente de pasar por el apogeo de su grandeza económica y cultural. Para Descartes, el centro fue el mundo culto de la sociedad francesa, precisamente en los comienzos del *Grand Siècle*. Linneo es una excepción: en gran parte autodidacta, conquistó el reino vegetal por su fe casi religiosa, su decidida dedicación y su trabajo. Pero su obra hubiera muerto con él si en su época no hubiera habido una multitud de jardineros y recolectores botánicos que trataban por todos los medios de poner orden en sus herbarios. La simiente de la ciencia

no se propaga ni se desarrolla si su terreno social no está preparado por la actividad económica.

El progresivo desarrollo de la ciencia procede de su interrelación continuamente renovada con la industria. Como hemos visto, el papel que desempeñan la ciencia y la técnica crece a medida que la sociedad se desarrolla. Y lo mismo ocurre con el papel desempeñado en la técnica por una ciencia consciente y lógica. Hoy no es difícil descubrir, entre la masa de ritos y técnicas tradicionales de los antiguos tiempos, una lógica implícita a la que poder denominar ciencia. Sólo la reconocemos como tal porque sabemos en lo que se convertiría más tarde. En la actualidad la ciencia aparece como una institución por su propio derecho, con una tradición y una disciplina propias, con sus propios trabajadores cualificados y con sus propios fondos. Y lo que es más importante: todos los aspectos de la vida —industrial, agrícola, médica y sobre todo militar— necesitan cada vez más de una ciencia organizada para sus operaciones diarias, siendo enteramente dependientes de ella para su progresivo desarrollo. Esta característica, que no presenta ningún síntoma de disminución, sino, al contrario, de aceleración, está de acuerdo con la tendencia general a incrementar la conciencia de las actividades humanas, adquiriendo un mayor dominio del contorno por medio de la comprensión de sus leyes.

La aparición de la ciencia como un factor importante del progreso social

La aparición de la ciencia como un agente importante en la esfera social es un paso crítico e irreversible en la historia humana. Junto a los cambios políticos y económicos a los que está inevitablemente emparejado, se trata de un acontecimiento

de importancia comparable a la aparición de la raza humana misma o a la de la primera civilización. Estos cambios cruciales tienen efectos positivos y negativos. No solamente hacen posibles nuevos hechos, sino que también hacen imposibles algunos de los antiguos. Cuando se produce un salto brusco a un nuevo nivel de complejidad se desvanece la posibilidad de otros cambios similares. Por ejemplo, una vez que las plantas verdes se hubieron difundido por todo el planeta, se desvaneció la posibilidad de que otros vegetales con distinto metabolismo pudieran hacer lo mismo.

El desarrollo de la ciencia moderna, ligado desde el principio al capitalismo y a la Revolución Industrial, ha sido profundo e irreversible. El nuevo modo de hablar y pensar sobre las cosas derivado del estudio de las técnicas y de las artes ha conducido, al transformar tales técnicas, a una visión mucho más comprensiva de los problemas técnicos y humanos. Y al hacerlo ha impedido —e impedirá— que sea efectiva la solución consistente en rechazar la ciencia.

De ello encontramos un ejemplo en la historia reciente. Los nazis fueron desde el principio violentamente antirracionalistas y estuvieron en favor del sistema místico, único capaz de justificarles, en su ocultación de sus auténticas finalidades de apoyar al capitalismo de monopolio. Por consiguiente, es natural que se opusieran a la ciencia; sin embargo, no podían hacerlo completamente porque la necesitaban para uno de sus más eficaces medios de acción: la guerra. Todo Estado o clase que no utilice o no pueda utilizar la ciencia y desarrollarla plenamente está condenado, en el mundo actual, a la decadencia y a la destrucción.

La transformación de la economía por el empleo de la ciencia ha sido un acontecimiento muy reciente. Puede afirmarse que sólo ha alcanzado una importancia crítica a principios del siglo

actual, y su desarrollo ulterior ha sido tan rápido que a la ciencia le ha sido imposible introducirse lentamente, como en las épocas anteriores, en las formas existentes de la economía. Ha aparecido, pues, como un nuevo agente que transforma las cosas con rapidez en relación con la duración de la vida humana. En las anteriores transformaciones de la civilización el proceso de cambio era mucho más lento: los nuevos modos de hacer surgían con las nuevas generaciones, y existía así una lucha abierta porque ciertos grupos o ciertas personas permanecían apartados de las nuevas formas y se oponían a ellas.

En nuestra época, la capacidad para manipular el mundo material se halla muy adelantada con respecto a los modelos de vida cultural, política o económica. Los devotos de la ciencia y de la religión describen frecuentemente la situación diciendo, que los poderes materiales del hombre están por encima de su capacidad moral, lo que implica que la ciencia debe ser contenida o se la debe hacer retroceder hasta que el hombre se haya regenerado espiritualmente. Ello, con todo, por las razones que se acaban de exponer, no es fácil que ocurra; la ciencia es demasiado útil, aunque sólo sea para la destrucción. Debemos buscar más bien la solución opuesta y procurar, por medio de una sociedad mejor ordenada, elevar el nivel moral de la humanidad. Aunque tal tentativa contiene implícitamente dificultades y luchas, también existe la esperanza de obtener un éxito rápido. Con la ciencia se ha adquirido también la capacidad —de la que no se disponían en épocas anteriores— de comprender las situaciones sociales y también, por medio de la organización social consciente, de hallar los medios para resolver los problemas prácticos de la transición. El valor del estudio del lugar de la ciencia en la historia consiste, en que facilita la comprensión de las transformaciones económicas y técnicas que ha suscitado aquélla y en las que todos estamos implicados.

14.3 LA TRAYECTORIA DEL PROGRESO CIENTÍFICO

Todavía queda por discutir una cuestión histórica de importancia. ¿Cómo puede el estudio de la ciencia en la historia contribuir a explicar la trayectoria concreta del progreso científico e industrial? ¿Cuál ha sido el curso seguido hasta ahora, desde el fértil crecimiento de Babilonia y Egipto, a través del Mediterráneo, pasando por Grecia e Italia, para llegar al gran período de formación del siglo XVII en torno al mar del Norte y difundirse en nuestra época por todo el mundo? De lo que se ha dicho hasta aquí, especialmente en las introducciones a las cuatro primeras partes y a este capítulo, se desprende claramente que no se trata de una predeterminación rígida, aunque está claro que deben ser satisfechas algunas condiciones antes de que un área cualquiera, pueda convertirse en un centro de civilización.

Dentro de ciertos límites, ninguna región puede ser un centro de progreso económico o cultural duraderamente sin tener recursos naturales adecuados —buenas tierras de caza y de cultivo, bosques, yacimientos de hulla y de hierro, petróleo y energía eléctrica— correspondientes al estadio de desarrollo técnico. Una condición esencial igualmente negativa es la ausencia de un clima que facilite la enfermedad endémica o una debilitación general, como, por ejemplo, en la primitiva civilización maya. Pero éstas son solamente condiciones permisivas, pues en cada uno de los estadios no era solamente una, sino muchas las regiones que tenían el clima y los recursos necesarios. Buena parte del mundo —cubierto por la tundra, los desiertos, los bosques tropicales— ha permanecido hasta ahora en condiciones desfavorables, pero se ha conservado plenamente.

Que algunas de las áreas con posibilidades geográficas se conviertan en focos de progreso depende más bien de las formas sociales —las relaciones de producción— y de las relaciones

económicas y políticas concomitantes. Aquí los factores geográficos pueden desempeñar todavía algún papel: el completo aislamiento puede contener el desarrollo, como ha ocurrido en el caso de las civilizaciones nativas americanas, pero por otra parte, un acceso demasiado fácil a las otras regiones, como en el caso de Babilonia y del sudeste de Europa, puede conducir a la regresión por la penetración de tribus menos civilizadas. Más importante ha sido, al menos en las épocas recientes, la persistencia de un impulso interno a cambiar, dado por el mantenimiento de las luchas de clase, por ser la técnica y la cultura, las armas que garantizan el dominio a cada clase, avanzando con el progreso.

En los primeros estadios del mundo parece como si la evolución hasta llegar primero a la cultura de aldea y luego a la cultura ciudadana, tuviera lugar siempre que eran favorables las circunstancias materiales. Dado el considerable aislamiento geográfico de estos centros culturales, ello tuvo como consecuencia la aparición de media docena de tipos de civilización, incluyendo las civilizaciones aisladas de la América central y del Sur. Una vez constituidas, dentro de cada una de ella perduró una continuidad tradicional de las técnicas materiales y de las formas sociales que los hicieron resistentes, dentro de ciertos límites, a las influencias exteriores. Cada zona —la helénica, la india, la china, la africana y la indígena americana— adquirió características distintivas, que van desde las ideas básicas a los estilos en la ornamentación.

Admitir la existencia de diferentes modelos de civilización no implica aceptar la mística de considerar una civilización como una especie biológica que evoluciona, se difunde o se extingue, o, de modo todavía más extravagante, como un ser espiritual que nace y muere, como en las concepciones de moda Spengler y Toynbee. Una civilización es un modo adecuado de reunir los progresos que se dan dentro de un área determinada,

con frecuencia muy amplia, que depende de una tradición cultural y técnica continua. Examinadas de cerca, las civilizaciones son fugaces e indefinidas, cambiando y mezclándose continuamente entre sí. ¿Hasta qué punto puede decir que la cultura budista china pertenece a la civilización india? Las características centrales y duraderas son los medios de producción, la estructura de la agricultura y la industria, y las relaciones productivas, sean Clásicas, feudales o capitalistas. El lenguaje y la literatura, la tradición mítica, pueden contribuir a asegurar la coherencia, como ocurrió con Homero respecto de los griegos o con la Biblia respecto de los hebreos.

La estructura general de la agricultura y la industria es una de las formas e instituciones relativamente inmóviles; pero buena parte de la civilización puede propagarse fácilmente. Gracias a los comerciantes y artesanos itinerantes los artificios técnicos, que se pueden fabricar fácilmente una vez conocido el secreto—como la carreta de ruedas y el alambique— se difunden fácil y ampliamente. El nivel técnico alcanzado por todas estas civilizaciones agrícolas fue muy parecido. Gracias a los sabios viajeros, las ideas intelectuales útiles, las ciencias de las matemáticas, la astronomía, la medicina y un poco de la alquimia, llegaron casi a todas partes y tendieron a formar un núcleo común de saber interpretado de modo diferente, según las ideas religiosas y tradicionales prevalentes. Como hemos visto, al menos hasta el siglo XV las relaciones entre las principales civilizaciones se mantuvieron sobre una base de estricta reciprocidad. Superficialmente no había una disparidad notable, y un inteligente viajero italiano como Marco Polo, aunque encontró muchas cosas admirables en la cultura y las costumbres de los chinos, no tuvo dificultad para hallar un puesto en su sistema administrativo.

Pero solamente una de estas civilizaciones daría nacimiento a la siguiente fase de progreso, económicamente con el

capitalismo y técnicamente con la ciencia. En lo relativo a equipo material había muy escasas posibilidades de elección entre los principales centros de la civilización en la Edad Media, y tampoco existían grandes diferencias intelectuales. Debido a la mediación de la cultura islámica, la herencia conjunta de las culturas helénica, mesopotámica e india, que serviría de base para los progresos ulteriores, se conocía con amplitud suficiente para permitir ese progreso en cualquier parte. Creo que hubo dos factores que dieron esa ventaja a Europa: positivamente, el específico incentivo para la industria proporcionado por un mercado creciente y unos precios ascendentes, en el siglo XVI, en una región relativamente poco poblada; negativamente, la ausencia de pesados obstáculos tradicionales, como la intolerancia religiosa en el Islam y en la India, y la obstrucción burocrática en China.

Estas condiciones limitaron efectivamente el origen del capitalismo y el derrumbamiento del feudalismo a Europa, y, dentro de Europa, a algunas regiones favorecidas. ¿Cuáles fueron, en resumen, las ventajas especiales de Italia, Francia y los países del mar del Norte en los siglos XV y XVI? Italia y Francia habían sido las regiones más ricas y pobladas del Imperio Romano Occidental, y conservaban muchas de las antiguas tradiciones, especialmente las de la vida ciudadana y la artesanía. Sin embargo, sus recursos naturales básicos no podían compararse con los de los países ribereños del mar del Norte, incluyendo Flandes, Holanda, Frisia, la Baja Renania e Inglaterra. Una vez que se hubieron talado los bosques y se preparó la tierra, se tuvieron los mejores suelos agrícolas y el mejor régimen de lluvias del mundo, cosa que constituyó la base de su grandeza. El mar del Norte proporcionaba abundantes abastecimientos de pescado. En realidad solamente carecían de sal, tintes y especias. Al principio tenían madera en abundancia; cuando la hubieron consumido aprendieron a hacer uso del

carbón y a elaborar mayor cantidad de hierro. Además, en la mayor parte de la zona, el transporte acuático aseguraba un fácil intercambio de bienes y materiales. Estas son todas las condiciones necesarias; no había zona en el mundo mejor dotada, a través de sucesivas transformaciones técnicas, para llevar la carga de una cultura en expansión que estaba siempre en disponibilidad de aumentar los recursos existentes antes de que fuera posible movilizar otros nuevos.

Pero todas estas condiciones favorables no hubieran tenido ninguna utilidad si los medios sociales no hubieran evolucionado hasta hacer posible la explotación de tales ventajas. Ello no se podía conseguir bajo el sistema feudal, pero bajo el capitalismo era posible emplearlos con creciente eficiencia a medida que se utilizaban los beneficios de los éxitos anteriores en nuevas empresas productivas. Además el capitalismo se podía emplear para mejorar las técnicas y incitar a la ciencia para que desarrollara otras, radicalmente nuevas. No era fácil dar una base al capitalismo. La primera tentativa de Italia en siglo xiv se saldó con un fracaso en el siglo XVI, bajo los efectos combinados de sus propias tendencias internas para volver al feudalismo y por el ataque de las fuerzas feudales de Italia y España. El establecimiento de la primera base sólida en los Países Bajos en el siglo XVI, no se produjo sin luchas violentas o incluso desesperadas. Sin embargo, una vez implantado, las enormes ventajas económicas que ofrecía, aseguraron su expansión, primero por el ejemplo y luego por la conquista, a todo el mundo. A mediados del siglo XVII estaba claro que ningún país, que no hubiera adoptado el capitalismo se hallaba en condiciones de resistir por sí mismo a los países capitalistas.

Además, el estímulo que el capitalismo primitivo proporcionó a la ciencia daba a ésta una ventaja aplastante sobre la procedente del progreso cultural de los antiguos centros. En realidad ni la India ni China, a pesar de sus primeras conquistas

culturales, hicieron ningún progreso significativo desde el siglo XVI hasta nuestra época. Y se impidió un florecimiento posterior por la intromisión política y económica de las potencias capitalistas extranjeras. Desde el siglo XVII hasta principios del XIX la ciencia y la cultura intelectual se convirtieron en Europa, en un monopolio cada vez más concentrado en los centros de la industria pesada. Hoy, asistimos a los comienzos de un proceso en sentido inverso, iniciado primero en el Japón: una amplia descentralización de la ciencia y de la técnica que, a pesar de los esfuerzos por mantenerla en las manos de los señores de la “Civilización Occidental y Cristiana”, muestra que sus conquistas pueden ser obtenidas por hombres de todos los colores y tradiciones. En el mundo actual, con sus conflictos entre las fuerzas regresivas y liberalizadoras, más que en un imaginario estado ideal e intemporal, es donde podemos advertir mejor los problemas de la ciencia en relación con la sociedad.

14.4 LA CIENCIA EN UNA SOCIEDAD DIVIDIDA EN CLASES

Queda por discutir otro aspecto de la interacción entre ciencia y sociedad: los efectos de la ciencia sobre la escisión en clases de la sociedad, que ha existido desde los comienzos mismos de la civilización. Como la mayoría de nosotros hemos nacido en una sociedad dividida en clases y solemos darla por supuesta, no nos es fácil ver lo que ésta implica para la ciencia. De hecho, como quisiera mostrar este libro, la influencia de las divisiones en clases se ha introducido en la ciencia desde sus comienzos tanto material como ideológicamente, y ha afectado a su estructura, a su desarrollo y a sus aplicaciones.

Las sucesivas transformaciones técnicas que han teñido lugar desde los comienzos de la civilización hasta la actualidad han

estado motivadas a su vez por los intereses de los individuos y grupos de las clases dominantes de la época. Los beneficios procedentes de otras clases han tenido escasa importancia. Esclavos y siervos deben ser mantenidos vivos para que trabajen y produzcan. A medida que la maquinaria de la civilización se hacía más complicada era necesario que algunos de los trabajadores recibieran una educación adecuada.

Podemos admirar con justicia las pirámides, como una proeza de la arquitectura y de la ingeniería, pero representan un gasto de trabajo de centenares de miles de hombres para el hipotético beneficio del alma del Faraón, y para el prestigio y el provecho reales de los sacerdotes. Recordamos la época de nuestros abuelos por las reliquias demasiado duraderas que nos han dejado, en forma de ciudades miserables y campos agostados, esto es, por el precio que el pueblo tuvo que pagar por el progreso de la Revolución Industrial. Y en la actualidad, en esta era científica, es terriblemente escaso el nuevo saber, el ingenio y la destreza que se utilizan para mejorar las condiciones de vida humanas, y mucho en cambio lo que se destina a la destrucción.

Como hecho histórico, debemos el desarrollo de la ciencia, al igual que el de otros aspectos de la civilización, al funcionamiento de las sociedades clasistas. Sería inútil imaginar otros modos en que la ciencia pudiera haberse desarrollado, pero también sería estúpido presumir, sin ninguna otra razón, que debe continuar bajo los mismos auspicios. Las sociedades clasistas han proporcionado muchas cosas buenas, pero muy malos modos de adquirirlas y utilizarlas.

De los numerosos ejemplos de los capítulos anteriores se desprende claramente que ha sido la actuación de los intereses de clase lo que ha contribuido repetidamente al desarrollo de la ciencia. Las aplicaciones útiles de ésta en la guerra o las

aplicaciones provechosas en la paz han sido los únicos criterios que han presidido los progresos técnicos. A su vez, la implantación de nuevas técnicas ha sido el único medio asequible para fijar las conquistas del progreso científico. Hemos visto también, especialmente en la historia de la química y de la electricidad, que sólo cuando aparece en cantidad, como artículo comercial, una nueva pieza o un nuevo aparato químico, con frecuencia muchos años después del descubrimiento, puede convertirse en la base de un progreso científico posterior.

Considerando la pericia técnica y la capacidad intelectual disponibles en los diferentes períodos, parece que aquéllas raramente —o nunca— han sido el principal factor limitador del progreso industrial. Incluso en el progresivo siglo XIX, la falta de beneficios anticipados es lo que impidió a los capitalistas de corto alcance y apegados a la tradición, embarcarse en nuevas empresas incluso muchos después de que fuera técnicamente posibles.

Pero tarde o temprano alguno de ellos se atrevía a correr el riesgo y pronto le seguían los demás. Y consecuencia clara de esto ha sido que el progreso de la ciencia fuera mucho más lento y zigzagueante de lo necesario.

Ahora que el proceso de aplicación científica azarosa ha sido sustituido por un sistema de investigación industrial organizada, puede pensarse que estas pérdidas de tiempo quedan ya como cosa pasada. En realidad, pese a que el obstáculo de la falta de capital ha disminuido con la mayor concentración de éste, también ha disminuido el incentivo ofrecido por la competencia. Los grandes monopolios que han sustituido a la multitud de empresas competitivas no muestran ningún entusiasmo por las innovaciones radicales. Se han dado ejemplos de ello en los capítulos anteriores. Sólo deseo citar uno situado en el centro mismo de la industria científica: los principios

subyacentes a la iluminación fluorescente eran conocidos antes de que se construyeran los bulbos con filamentos incandescentes, pero han tenido que transcurrir cuarenta años antes de que una investigación financiada adecuadamente los hicieran comercialmente posibles. Los éxitos más notables de la ciencia dirigida por los monopolios, como el nylon y la televisión, pueden cegarnos respecto de lo que no se hace, pues las posibilidades de las aplicaciones científicas sólo las conocen unos pocos hombres. Pero éstos saben muy bien cuán poco se utiliza de los inmensos recursos del saber actual debido a la desorientación y al freno que se impone a cuanto no pueda prometer un beneficio inmediato. De un modo u otro se ha apartado a la ciencia para que no se ponga al servicio de la humanidad. Y no son las formas particulares de la sociedad sin clases las que imponen restricciones a la ciencia, sino su esencia misma: la explotación del hombre por el hombre.

La existencia de sociedades divididas en clases no afecta únicamente a las consecuencias materiales del saber, sino que ha penetrado en las ideas hasta sus raíces. La cultura y la ilustración son las de la clase dominante, y las ideas básicas que encuentran expresión en la literatura y en la ciencia se hallan imbuidas inevitablemente de los prejuicios y justificaciones de estas clases dominantes. Al propio tiempo, el fondo de experiencia práctica que procede del trabajo diario que sustenta a toda la sociedad se mantiene apartado de la expresión literaria y del saber académico. Es significativo que los períodos de mayor productividad en las artes y en las ciencias —los de los griegos primitivos, el Renacimiento, la Ilustración— hayan sido períodos en los que las barreras clasistas se han roto parcialmente por un breve tiempo. En estos períodos el objetivo de la clase ascendente es apoderarse de la literatura, las artes y las ciencias, y en este proceso hacerlas mucho más asequibles en general.

Es en su filosofía básica donde las influencias clasistas han afectado más a la ciencia: a las ciencias naturales, dentro de los límites impuestos por la experiencia, y a las ciencias sociales, completamente. Pero como hemos visto, durante mucho tiempo ambas no estaban separadas. Para los griegos el objetivo de una filosofía comprensiva consistía en dar una explicación coherente de todo el universo, utilizando el orden revelado para justificar especialmente el orden social del Estado-ciudad. El ideal platónico, al igual que el término medio aristotélico, fueron construcciones político-científicas.

Cuando la razón fracasó se llamó en su ayuda a la fe, si no para justificar al menos para hacer tolerable como un paso hacia el cielo el sistema social enteramente vicioso e injusto del Imperio Romano. La ciencia retrocedió; cuando avanzó nuevamente permaneció durante mucho tiempo encadenada al escolasticismo, cuyo objetivo principal consistía nuevamente en justificar por la escritura y la razón las enormes deficiencias y las claras injusticias del sistema feudal.

El paso decisivo, que se dio con el Renacimiento, consistió en separar el universo material y el espiritual, dejando a la ciencia natural lo bastante libre para que se dedicara al beneficio práctico, pero todavía con ideas procedentes del viejo sistema teológico y filosófico. Por grandes que fueran los éxitos materiales de la nueva ciencia, estas ideas han permanecido profundamente arraigadas durante las optimistas fases de progreso de la Revolución Industrial, y ahora que decae el sistema vuelven a la superficie. Como en los antiguos tiempos, la necesidad de una filosofía que justifique un sistema de dominación de clase intrínsecamente injustificable está produciendo una distorsión idealista de la filosofía. Parte de ella consiste en una identificación ingenua de lo superior, lo espiritual y lo ideal con las características de la clase dominante, y en la utilización de la insistencia en las cosas elevadas para cubrir con una sanción

divina el orden social. En una forma más sofisticada, adoptada particularmente en la Cristiandad, la espiritualidad se democratiza con la condición de que el poder y la riqueza queden en poder de las autoridades temporales de este secular “valle de lágrimas”, filosofía que tan convenientemente puede sustituir la caridad por la justicia social. En la forma más extrema del misticismo se predica la retirada a un mundo irreal para que sea irrelevante el funcionamiento del mundo real. Estas concepciones semirreligiosas son un medio para penetrar en la fábrica subyacente de la ciencia misma y para apartarla así del mundo real.

La ciencia como fuerza productiva

Estas consideraciones sobre el carácter clasista de la ciencia no son simplemente algo histórico o académico: deben ayudarnos a comprender los conflictos que dividen a la ciencia y a la sociedad de nuestra época. Cuando los científicos y el pueblo en general comprendan el significado social de la ciencia, abandonarán el viejo camino y no permitirán que ésta se desarrolle casualmente bajo los impulsos restrictivos y distorsionadores de los intereses privados. El nuevo saber acerca de la naturaleza y el poder de la ciencia no puede ser rechazado, pero su aceptación implica una responsabilidad social para el fomento y la orientación de la ciencia.

Por la misma razón carece de sentido lamentar la manera en que se ha desarrollado la ciencia en el pasado. La ciencia, como todas las demás instituciones humanas —el lenguaje, las artes, la religión, el derecho y la política— ha conseguido un contenido y un poder que trasciende los medios o los motivos que han contribuido paso a paso a alcanzarlos. La ciencia natural, con la técnica práctica, a la que está vinculada cada vez más

estrechamente, tiene una independencia mayor que las restantes instituciones más puramente sociales por estar sólidamente anclada en el mundo material, en las propiedades de los objetos animados e inanimados.

De importancia todavía mayor es el hecho de que la ciencia se ha convertido en época muy reciente en lo que la técnica ha sido siempre, es decir, en una parte indispensable de las fuerzas productivas de la sociedad. El *saber cómo* técnico necesita hoy apoyarse en el *saber por qué* científico, para mantener la vida y el desarrollo de una comunidad moderna. La ciencia puede haber sido hasta ahora un tesoro mal reunido e injustificadamente escondido, pero no por eso deja de ser un tesoro. Sin embargo, corresponde a todos aprovecharlo e incrementarlo.

14.5 LA CIENCIA EN EL MUNDO ACTUAL

Antes de que podamos discutir provechosamente el significado de los estudios históricos respecto de nuestro problema es necesario examinar más estrechamente la situación actual de la ciencia en el mundo y relacionarla con la distribución del poder político y económico, condensando y ampliando en unos párrafos la información que se ha dado en la Parte VI.

La distribución de la ciencia entre las diferentes regiones del mundo es enormemente desigual, pero también cambia con gran rapidez. Corresponde muy estrechamente, por las razones ya dadas, al de la industria pesada. Más de las nueve décimas partes de los trabajadores científicos del mundo están concentrados en unos cuantos kilómetros cuadrados en torno a una docena de yacimientos carboníferos y a un número similar de capitales y centros portuarios en otras regiones. La población de este sector industrial del mundo que crece rápidamente es

de unos 739 millones de personas, o sea, aproximadamente el 23 por ciento de la población mundial. El resto del mundo es agricultor, y las mayores concentraciones de población se encuentran en las cuencas de media docena de grandes ríos y en islas altamente cultivadas como el Japón y Java, que ocupan el 20 por ciento de la superficie terrestre habitable y comprenden una población total de unos 1.400 millones de campesinos, que reciben muy pocos beneficios de la ciencia. El resto del mundo, aparte de desiertos, montañas y zonas de tundra virtualmente despobladas, contiene una población de uno 1.200 millones de personas, en su mayoría agricultores —una tercera parte de la población mundial— a pesar de ocupar el 89 por ciento de la superficie habitable del planeta. (Mapa 5.)

Estas divisiones puramente geográficas sólo adquieren un significado para la ciencia actual y la del futuro a la luz de los sistemas políticos y económicos según los cuales se administran. En la actualidad el mundo se divide con bastante naturalidad en tres sectores, que pueden denominarse sector capitalista, sector socialista y sector de las antiguas potencias coloniales, el último de los cuales se está convirtiendo rápidamente en un bloque de Estados neutrales que ya no forman parte del "Mundo Libre".

El primer sector está integrado por los Estados imperialistas altamente industrializados antiguos y modernos: los Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Italia y Japón, junto con los Estados industriales más pequeños y débiles de Europa y América, que se hallan dominados económica, estratégica y políticamente por los Estados Unidos. Éstos comprende entre todos una población de 600 millones de personas, de las cuales unos 420 millones se dedican a la industria y unos 180 millones a la agricultura. El centro principal del capitalismo es todavía más reducido, y consiste de hecho en el este de los Grandes Lagos de América, la Gran Bretaña industrial, el noroeste de

Europa y el Japón, pues en estas zonas se producen casi las dos terceras partes del acero del mundo, el material clave de la industria moderna. Aquí, durante los períodos que median entre las crisis, la industrialización y la producción aumenta rápidamente, pero el ritmo de desarrollo ha sido mucho mayor en América a lo largo de todo el período debido a la mayor concentración de la producción, que sigue aumentando. Es cierto que en los países europeos, durante una década, se ha producido un asombroso desarrollo capitalista, pero este desarrollo se halla estrechamente vinculado al capitalismo americano. Europa es en realidad el principal campo de inversión del capital americano. El control real de este complejo industrial no está en absoluto unificado, pues persisten las rivalidades y continuamente se renuevan las combinaciones de fuerzas. Pero la oligarquía dominante, los dirigentes activos de los cincuenta grandes complejos financieros e industriales del mundo, son pocos y forman un grupo exclusivo, que probablemente no comprende a más de cien personas en total, y en la que predominan los intereses de los Estados Unidos.

El segundo sector del mundo está constituido por los países que en diversos períodos, a partir de 1917, han destruido la dominación del capitalismo sin clases. La población total de este grupo es de unos 1.100 millones de personas, o sea, un tercio de la población total del globo. Su grado de industrialización actual es bajo, y comprende a unos 230 millones de personas —el 20 por ciento de la población, o el 30 por ciento si se excluye a China, con su predominante población campesina. Lo significativo de este sector en relación con el uso que hace de la ciencia es que se halla sometido a una industrialización extremadamente rápida y que, en contraste con la tendencia centralizadora del capitalismo, ello tiene lugar de una manera muy extendida, de modo que se eleva el nivel de la producción industrial de un modo igual en todas las regiones,

desarrollándose la agricultura en las regiones industriales, y las industrias en las regiones agrícolas. Ello implica también un uso activo y planificado de la ciencia tanto en la industria como en la agricultura.

El tercer sector del mundo comprende las restantes áreas de Europa y Asia y toda África, Oceanía y América central y del Sur. Se trata predominantemente de un área productora de materia prima y de productos alimenticios para los antiguos países imperiales. Su población total es de unos 1.400 millones de personas, o sea casi la mitad de la población mundial, de los cuales sólo el 8 por ciento se dedica a la industria. El resto, con la excepción de los privilegiados granjeros de los dominios británicos, son campesinos, trabajadores de las plantaciones, o siervos, con un nivel de vida muy bajo.

Todo ello se pone de manifiesto del modo más elemental examinando el consumo absoluto de alimentos. Los pueblos con un consumo alimenticio superior a las 2.700 calorías por cabeza y día, se hallan todos ellos en el primer sector, o en países como Australia y Nueva Zelanda. En el otro extremo, en muchos países asiáticos y africanos, el consumo es inferior a las 2.200 calorías por cabeza y día. Esta miseria física los hace más sensibles a las enfermedades precisamente donde hay menos medios para combatirlas. La duración media de la vida es en la India sólo de 32 años, contra 70 en Inglaterra. Al propio tiempo existe un analfabetismo masivo y una agricultura dificultada por la pobreza que proporciona cosechas ínfimas.

En este sector, unos 20 millones de personas —o sea, menos del 2 por ciento— se hallan bajo el dominio imperialista directo de las antiguas potencias industriales, y otros 15 millones —la población negra de África del Sur y de Rodesia meridional— bajo el dominio de intereses similares en África del Sur. Otros 820 millones de personas, o sea, cerca del 60 por ciento,

incluidos los países mucho más poblados de la India, el Pakistán e Indonesia, han conseguido su independencia política a partir de la Segunda Guerra Mundial, pero siguen estando dominados económicamente por las potencias imperialistas antiguas y modernas. Esto explica por sí mismo el retraso del desarrollo industrial en interés de las potencias imperialistas y la concentración de toda la economía de estos países en la producción de materias primas agrícolas y mineras —metales estratégicos y petróleo—, que pueden extraerse provechosamente por la baratura de la fuerza de trabajo. El terreno queda exhausto por el monocultivo, a menudo en plantaciones de propiedad extranjera, y sólo se elaboran los productos hasta el punto de hacer más ventajoso el transporte. Finalmente, los beneficios que se obtienen de estas empresas abandonan el país y no pueden ser empleados en la edificación de su economía.

La falta de industrias en este sector colonial o semicolonial del mundo "libre" también garantiza que su gobierno se efectúe muy poco democráticamente en interés de las grandes potencias, bien directamente, mediante funcionarios extranjeros, bien indirectamente, por los representantes de los terratenientes y comerciantes locales, a pesar de que este dominio se les va escapando rápidamente de las manos por la presión popular. Es innecesario decir que en tales condiciones hay escaso lugar para la ciencia, a pesar de la creciente conciencia de su importancia. En los países de África y América del Sur reunidos hay menos científicos que en Holanda.

La utilización de la ciencia en el sector capitalista

Los dos rasgos más característicos de la investigación y el desarrollo científico del mundo capitalista actual, y particularmente de los Estados Unidos, son la concentración y la

militarización. En ningún otro período de la historia ha estado tan concentrada la producción industrial y en grado todavía mayor la investigación científica en una parte tan pequeña del mundo, y nunca la proporción de la investigación militar respecto de la civil ha sido tan grande como en la actualidad. Ambas características son consecuencia del desarrollo de la industria controlada por los monopolios.

La búsqueda del beneficio máximo es el factor predominante en la determinación del equilibrio de esfuerzos entre las industrias y entre las ciencias que las sirven. A lo largo de toda la historia del capitalismo solamente se ha desarrollado la tecnología y se ha llamado a la ciencia para que contribuyera a ello, cuando parecía el modo más provechoso de organizar la producción. Cuando, por ejemplo, como en la industria textil británica de los últimos cien años, ha habido mano de obra barata y la maquinaria se ha amortizado desde hace mucho tiempo, no se ha hecho ningún esfuerzo serio para mejorar la técnica o emplear la ciencia.

Y, en efecto, el empleo de la investigación científica es una forma de inversión de capital. El reconocimiento de esta relación ha sido muy reciente. Fue discutida seriamente por vez primera por Bichowski en 1947, y hoy es algo generalmente aceptado. Solamente cuando es posible invertir capital, es posible pensar en emprender investigaciones. Pero incluso después de este descubrimiento, y hasta muy recientemente, la suma destinada a la investigación y al desarrollo representa solamente el 12 por ciento, en Gran Bretaña, y el 17 por ciento, en los Estados Unidos, de las nuevas inversiones de capital. Con el incremento de los monopolios lo que era un proceso automático e inconsciente se ha convertido en una política deliberada. Los cálculos de beneficios a una escala sin precedentes —de hasta el 50 por ciento en América, donde la mayoría de las compañías consideran que el equipo debe amortizarse

entre dos y cinco años— son un requisito previo necesario para una inversión de capital seria y para la investigación y el desarrollo que lo hacen posible.

El control monopolista de la ciencia está tan bien encubierto por las técnicas de la publicidad que el público llega a creer que las sumas gastadas en investigación industrial están destinadas sobre todo a su beneficio, sin advertir que se orientan, aunque se empleen en el sector civil, a producir bienes como la televisión y las drogas raras, donde el margen de beneficio es mayor.

La misma exigencia de maximización del beneficio es la que ha orientado fuertemente en los últimos años a la ciencia y a técnica hacia los usos militares. Los beneficios son aquí enormes: el público paga sin plantear preguntas espinosas, y los bienes resultantes no van a parar al mercado. Cabe consumirlos en guerras o, si éstas no tienen lugar, se destruyen por anticuados al cabo de pocos años. La demanda de este tipo de bienes se ve reforzada por los medios de propaganda necesarios para mantener la fiebre bélica y justificar los gastos militares. Consecuencia de ello ha sido la militarización de la ciencia, ya discutida y sobre la que se volverá de nuevo, con todas sus consecuencias de secreto, encubrimiento y caza de brujas.

De un modo u otro, directamente o a través de los organismos del gobierno, la ciencia ha caído en el sector capitalista del mundo, bajo el control de un pequeño número de grandes firmas monopolistas. En los Estados Unidos, las universidades se hallan ya en sus manos; sus representantes forman parte de los organismos gubernamentales, desde donde disponen de los fondos y conceden las subvenciones estatales; pueden hacer o destruir científicos importantes, y su influencia se ha convertido en predominante en las sociedades científicas, que sólo pueden continuar existiendo gracias a sus subvenciones.

Solamente la conveniencia de mantener, para los ojos del público bienpensante, la apariencia de la libertad académica y de su propia benevolencia al mantenerla, impide la exhibición abierta de su dominación.

En realidad, desde principios del siglo la política de sostener la investigación ha sido, junto con la filantropía y el patrocinio de las artes, uno de los recursos adoptados deliberadamente para disimular la posición moral de las grandes dinastías monopolistas de los Rockefeller, los Mellon, los Ford y los Du Pont. Gastando una menuda parte de los beneficios obtenidos durante muchos años de explotación, han llegado a aparecer como los grandes patrocinadores de la investigación desinteresada. A partir de la Segunda Guerra Mundial el gobierno los ha sustituido, convirtiéndose, como ya se ha descrito, en la principal fuente no solamente de los fondos de investigación de las universidades, sino también de la investigación industrial. Esta nueva orientación, que funciona tanto en Inglaterra como en América, se basa en los contratos de investigación y desarrollo, casi exclusivamente para material bélico. Ha mostrado ser muy conveniente para las empresas monopolistas, pues el gobierno paga todos los costos y corre todos los riesgos mientras que, una vez que los nuevos descubrimientos se incorporan a la producción, la industria se lleva todos los beneficios. En 1961, el Gobierno de los Estados Unidos pagó el 64 por ciento de la investigación sobre electricidad, el 64 por ciento de la investigación instrumental y una cifra no inferior al 89 por ciento de la investigación aeronáutica- Todo ello suma más de 6.700 millones de dólares, o sea alrededor del 60 por ciento de todos los gastos en investigación industrial del país. Es difícil dar cuadros comparativos para Inglaterra, pero la distribución real de los gastos de investigación entre unas pocas grandes empresas de las industrias de la maquinaria y la aeronáutica muestra que tiene lugar el mismo proceso.

La organización de la investigación

Es preciso observar de nuevo este aumento de investigación industrial y gubernamental para considerar la organización actual de la investigación en los países capitalistas. Ésta es muy distinta de la que se inició con las academias del siglo XVII, aunque éstas existen aún como cuerpos honoríficos. Ha cambiado su finalidad y sus dimensiones se han hecho muy superiores. Su objetivo es el empleo de la ciencia en el funcionamiento y la evolución de la economía y en la administración de los Estados que han convertido su principal interés técnico en la preparación de la guerra. La organización científica de hoy no está limitada —y de hecho tampoco se ocupa de ello de modo principal— al desarrollo interno de la ciencia. Pese a todo, como la misma existencia de un cuerpo amplio y costoso de investigación científica ha pasado a ser casi totalmente dependiente del Estado y de las finanzas industriales, el futuro de la ciencia está condenado a verse afectado profunda y directamente por el modo en que se organiza la investigación.

A finales del siglo XIX la antigua forma de progreso científico, por medio de la actividad de científicos individuales, que contaban con medios independientes o que obtenían dinero prestando servicios privados, virtualmente había dejado de existir. En cambio, los grandes progresos en los fundamentos científicos se concentraban en las universidades, donde la nueva función de investigar se añadió a la antigua de enseñar. Esta forma ha sido desde entonces casi general, y su única excepción es la existencia de un pequeño número de fundaciones de investigación, a pesar de que éstas tienden a vincularse a las universidades. El progreso de la ciencia aparecía al principio como un subproducto de la enseñanza en general, pero a medida que crecía su importancia tendía a dominar a esta última y la propia enseñanza de la ciencia, tendía a limitarse a ser una

introducción a la investigación.

Pero ya en la actualidad las investigaciones mediante las cuales se enseña a los estudiantes tienen lugar ampliamente fuera de las universidades, en la industria o en los servicios del gobierno. Dejando de lado sus comienzos en la industria de la electricidad a finales del siglo XIX, la mayor parte de la investigación industrial en sentido estricto data de la segunda década del siglo xx. Pero el desarrollo de la investigación industrial ha tenido lugar con una rapidez muy superior a la de las anteriores formas. Es probable que entre 1920 y 1960 la investigación industrial se haya multiplicado por cien en el mundo capitalista, y ya la gran mayoría del cuerpo tremendamente ampliado de los trabajadores científicos activos están empleados por la industria o en las secciones industriales de los preparativos de guerra. Originalmente, la finalidad de la investigación industrial consistía en aplicar los resultados de la ciencia a las necesidades de la producción. Pero a medida que transcurría el tiempo los cuerpos de investigación industrial tendían a acumular cada vez más conocimientos básicos, especialmente en la física y en la química, y a tomar a su servicio investigadores capacitados en ciencia fundamental. Por ello el centro de gravedad de la ciencia se está desplazando cada vez más hacia la esfera industrial, con muchas malas consecuencias, y no solamente en la caracterización de cualquier cosa como alto secreto, sino también eliminando todo control sobre la orientación general de la investigación por parte de científicos competentes e independientes.

Investigación gubernamental y militar

Sin embargo, el más reciente cambio en la organización de la ciencia se debe a la intervención a gran escala de los gobiernos.

Es cierto que desde el siglo XVII parte de la subvención a la ciencia procedía de fuentes gubernamentales, pero se dedicaba casi exclusivamente a servicios como los de la astronomía o la cartografía, o a la adecuada homogenización de los pesos y medidas. En los países capitalistas existía de hecho, hasta estos últimos años, una objeción fuerte y definida a la intervención del gobierno en la esfera de la ciencia, debido a que éste podía interferirse en la competencia de los individuos y las empresas, en la utilización de la ciencia para su propio beneficio.

Esta objeción, como hemos visto, se ha eliminado por completo a causa del interés común que tienen ahora los gobiernos y las empresas monopolistas en que existan fondos para la investigación bélica. El proceso ha requerido tiempo: en la Primera Guerra Mundial, la ciencia, al principio relegada, se convirtió al final en un auxiliar menor pero indispensable para la producción y el manejo de artificios tales como el aeroplano o la telegrafía sin hilos; en la Segunda Guerra Mundial fue muy importante desde el principio y al final se convirtió en un factor dominante, no solamente en el perfeccionamiento de las nuevas armas, como los proyectiles teledirigidos y la bomba atómica, sino también en la coordinación y dirección de las mismas operaciones militares. Durante la guerra prácticamente toda la ciencia británica y norteamericana se entregó al servicio bélico.

Pero incluso después de la guerra la subvención de la ciencia por parte de los gobiernos, para la preparación de nuevas guerras cada vez más científicas continuó multiplicándose debido a la presencia de importantes factores. Así, en Inglaterra, las sumas destinadas a la ciencia por el Parlamento van de los 5 millones de libras esterlinas en 1937 a los 78 millones en 1947, y a los 385 millones en 1962; en los Estados Unidos, estas sumas van desde los 50 millones de dólares en 1940 a más de 600 millones en 1945, y alcanzan los 1600 millones en 1963. El

aumento de los gastos, tanto de las industrias como de los gobiernos, en la ciencia, no implica aumentos correspondientes en el número de científicos, aunque éste es bastante grande. El número de científicos cualificados empleados por la ciencia gubernamental en Inglaterra va de los 743 en 1930 a 7059 en 1962, o sea, que casi se ha multiplicado por diez. Y ello tampoco implica un incremento correspondiente en la calidad del nuevo saber obtenido, sino que más bien ocurre lo inverso. Gran cantidad de gastos están destinados a costosos aparatos y equipos y a la remuneración de un personal secundario muy numeroso. El desarrollo ha sido tan rápido que ha detenido claramente el progreso de la ciencia fundamental, y de la ciencia industrial básica con finalidades civiles. En Inglaterra, de hecho, se produjo un claro estancamiento en 1950. Y fue tan estricto que suscitó una protesta por parte del propio Departamento de Investigación Científica e Industrial:

"Difícilmente se podrán llevar a cabo investigaciones fundamentales de importancia si el esfuerzo que cabe destinar a ello es insuficiente para asegurar un progreso rápido y se desestiman por infundadas las sugerencias que se hacen de vez en cuando, para aumentar el escaso esfuerzo dedicado a ellas.

El atraso relativo de la ciencia civil británica ha sido por último, reconocido oficialmente. Durante las elecciones de 1964 los dos grandes partidos prometieron dar primacía a la investigación científica con fines civiles. Sin embargo, es dudoso que ésta pueda alcanzar dimensiones tan grandes como el esfuerzo que se dedica a la investigación militar.

El mismo aumento de las necesidades materiales de la ciencia tiende a convertir en dominante la contribución del gobierno, y los gobiernos capitalistas efectúan su aportación primariamente para fines militares. En 1962, el 64 por ciento de los gastos gubernamentales en la ciencia en Inglaterra, se

destinaba a finalidades militares, incluyendo el 52 por ciento del personal científico del gobierno. En los Estados Unidos, el porcentaje correspondiente era del 90 por ciento. Su influencia no se limita al nivel de la aplicación, sino que penetra en toda la investigación. En los Estados Unidos, el Departamento de Defensa y la Comisión de Energía Atómica financian alrededor de 25 por ciento de la investigación básica del país. El abastecimiento de trabajadores científicos, en gran parte para los preparativos bélicos y para una eventual guerra, se ha convertido en un tema angustioso y consiguientemente los gobiernos han tomado a su cargo la financiación de las universidades. En Inglaterra, por ejemplo, el presupuesto del gobierno para las universidades se ha multiplicado por ocho desde la guerra, y en la actualidad representa el 70 por ciento de sus ingresos. A pesar de todo, perdura la escasez crónica de trabajadores científicos cualificados tanto en Inglaterra como en América, cuya causa es la limitación impuesta a la educación por el sistema clasista. En Inglaterra, se intenta resolver esta paradoja con el impulso dado a la ampliación de la base de la educación superior, especialmente en la ciencia y en la tecnología. El índice de estudiantes sigue siendo bajo, alrededor del 17 por ciento del grupo de edad correspondiente, lo que seguramente no pondrá dificultades a la perduración del carácter esencialmente clasista de la educación superior, y con ello a la ocupación por las clases superiores de todos los puestos administrativos y técnicos del país.

La concentración y la militarización de la ciencia producen efectos que no se limitan a los centros de investigación y producción de los Estados Unidos y de Inglaterra. La demanda de materia prima por parte de los Estados Unidos está minando ya el mundo "libre"; el 22 por ciento del petróleo extraído en Asia y América del Sur va a parar a los Estados Unidos, que consumen el 43 por ciento de la producción petrolera mundial. Y de

la misma manera el mundo se ve minado en lo mejor de su talento científico. Con la excusa, a menudo creída auténticamente, de facilitar la obra de un científico individual que promete, los mejores científicos —o al menos los mejores de los no contaminados por el comunismo o por un patriotismo pervertido— van instalándose en los laboratorios admirablemente equipados de los Estados Unidos, donde son libres de proseguir sus propias investigaciones. Este proceso, iniciado hace muchos años, alcanza ahora proporciones que hacen peligrar el progreso científico de muchos países. En la actualidad la mitad de los científicos distinguidos de los Estados Unidos son de origen extranjero. Es cierto, que muchos de ellos llegaron al país para escapar a la persecución nazi, pero fueron muy pocos los que regresaron a sus países de origen tras la derrota de Hitler. La ganancia de los Estados Unidos en la paz y en la guerra ha sido grande, pero se equilibra con una pérdida para el mundo. Estos científicos han eludido los problemas de sus propios países en una época en que su influencia formadora y su trabajo eran muy necesarios. La emigración de investigadores científicos a los Estados Unidos se reconoce hoy oficialmente. Para Inglaterra, por ejemplo, la cuarta parte de los graduados en física va a los Estados Unidos, y son muy pocos los que regresan. Se desconoce la proporción correspondiente a la India, pero debe ser aproximadamente de un 50 por ciento. Esta tendencia aumenta la concentración de la ciencia en los países industriales más altamente desarrollados, haciendo descender hasta un punto peligroso las posibilidades de los países subdesarrollados para hacer progresar su propia ciencia y competir con ellos. La *National Science Foundation* estima que entre 1949 y 1961 se admitieron como inmigrantes en los Estados Unidos 44.430 científicos e ingenieros nacidos o educados en países extranjeros.

Todo el sistema de concentración de la ciencia en laboratorios

que están nominalmente bajo el control de la universidad pero que en realidad se hallan sometidos a los monopolios o al gobierno, y que se orienta hacia proyectos considerados de valor militar, es un peligro muy serio para la ciencia. A pesar de que las severas condiciones de seguridad y lealtad muestran ahora señales de aliviarse, el ambiente general todavía es capaz de disuadir a los científicos activos o reflexivos de preocuparse por las implicaciones sociales de su trabajo. Cuando lo hagan, y los científicos americanos como cuerpo empiecen a expresar sus opiniones con la fuerza que les dan los importantes servicios que han prestado al país, podemos esperar ver grandes cambios.

La enorme riqueza y productividad de los Estados Unidos y la concentración del esfuerzo científico han producido una depresión correspondiente en el desarrollo de los centros científicos nacionales del resto del mundo "libre". La investigación principal en casi todos los campos, y particularmente en la física, sólo es posible hoy en laboratorios fuertemente equipados. Pero éstos sólo se encuentran en los Estados Unidos y su creación en otros lugares, es un acontecimiento cada vez más raro. En el mundo capitalista solamente Inglaterra, y en cierta medida Suecia, pueden pretender ser plenamente independientes en investigación fundamental, pero esta independencia es bastante precaria en diversos terrenos. Muchos otros países tienen tales dificultades financieras crónicas —debidas en gran parte a los gastos militares y a las restricciones comerciales— que mantienen a la ciencia virtualmente congelada. Pese a que el trabajo de sus científicos individuales puede ser excelente, estos países ya no son capaces de llevar a cabo un trabajo científico organizado a un nivel moderno y tienden a entrar cada vez más en la órbita de los Estados Unidos.

El desarrollo de la ciencia en el mundo capitalista en los últimos años ha sido impresionante, pero a costa de distorsiones

muy serias en los objetivos y en los métodos. Ello ha causado la alarma de los científicos —y no precisamente de los más radicales— a ambos lados del Atlántico. Pero parece haber alguna esperanza, en una atmósfera política más fácil, para que sus voces puedan ser escuchadas.

La ciencia en los países en vías de desarrollo

La crítica a las actuales tendencias de concentración en el centro y descuido en la periferia se aplica con fuerza todavía mayor a los países subdesarrollados. Algunos de ellos —notablemente la India— con una larga tradición científica, y a pesar de todo se resisten a su tendencia y a la medida que van conquistando la independencia económica y levantando su industria pesada difunden la formación y la investigación científica y técnica. En los restantes territorios coloniales hay muy poca ciencia pero sí una gran demanda popular de ella. En este punto los antiguos imperialismos de Inglaterra y Francia, por no decir nada sobre Portugal, han sido absolutamente incapaces de emplear la ciencia a una escala adecuada siquiera para la explotación de los recursos naturales. La ciencia se dedicó en gran parte a la extracción de minerales y a la producción de cosechas sin atender al mejoramiento de las condiciones de vida de los pueblos de las colonias. Pero esto se está convirtiendo ya en cosa del pasado. Los nuevos Estados que han conquistado rápidamente la independencia política se enfrentan con una dificultad todavía mayor al tratar de desarrollar la energía científica necesaria para el funcionamiento de la economía en beneficio del pueblo; el progreso conseguido ha sido insuficiente para aminorar el abismo que separa a los países en desarrollo de sus antiguos dominadores industrializados. La única solución a corto plazo es la consecución de cuadros científicos y técnicos en los países subdesarrollados con asistencia

extranjera, por lo menos hasta que sean capaces de atender a ello por s^ mismos. Pero en lo relativo a este punto solamente China ha sido capaz de realizar el esfuerzo. La ayuda, si ha de ser realmente útil para la edificación de estos países y no para explotarlos, no debe ir acompañada de la dominación política y económica. Y en estos términos su ayuda sólo puede proceder de la Unión Soviética, especialmente en la instalación de altos hornos, en las técnicas de la prospección petrolífera y de la perforación de pozos y en la creación de escuelas técnicas. Los países capitalistas pueden verse obligados, para defenderse, a hacer lo mismo, y entablarse de este modo una conversación para ver quién ayuda más.

La lección de la presa de Assuán

Un buen ejemplo puede ser el de la presa de Assuán. Los Estados Unidos se negaron en un primer momento a financiar la presa; Egipto, consiguientemente, nacionalizó el canal de propiedad extranjera y construyó la presa con fondos y asistencia técnica soviética. Unos años más tarde se iniciaban las obras de la presa del Volta, en Ghana, con ayuda de los Estados Unidos.

Los acontecimientos de estos últimos años muestran a todo el mundo —salvo a aquellos a quienes les ciegan sus propios intereses— que el sistema colonial, en sus formas antiguas o modernas, está inevitablemente condenado al fracaso. Nada puede impedir el empuje de los pueblos del mundo por adoptar la nueva tecnología y la nueva ciencia y emplear la riqueza resultante para su propio beneficio. El resultado de todo ello solamente puede consistir en una enorme ganancia de recursos naturales y humanos para todo el mundo. En particular, el esfuerzo científico se verá multiplicado.

Esta perspectiva no tiene por qué atemorizar a la población o a los científicos de los antiguos países industriales. Su posición privilegiada en un mundo en que la miseria está tan extendida es más una maldición que una ventaja para ellos. Y el mantenimiento de esta posición privilegiada es la razón, o al menos la excusa, que se da para la existencia de las aplastantes cargas militares que son especialmente dificultosas para la ciencia. Se dice que estas últimas son necesarias para contener al comunismo, cuya difusión amenaza los intereses de la civilización. En realidad, una vez levantadas las barreras artificiales para el comercio entre las partes capitalistas y socialistas del mundo, la industrialización rápida de los países atrasados proporcionará una demanda suficiente de bienes de producción para mantener a los viejos países industriales a pleno rendimiento. Y cuando al cabo de una generación las industrias de los nuevos países hayan alcanzado un nivel comparable, el nivel de vida de las poblaciones de estos países será tan alto que proporcionará un mercado ilimitado para los bienes de consumo. Ayudar a los países atrasados no es una cuestión de sacrificio por parte de los viejos países imperialistas, a pesar de que éstos tienen una deuda considerable respecto de los países a los que han explotado durante siglos, sino una cuestión del más elemental interés propio.

La ciencia en el sector socialista

El contraste que presentan los países socialistas al dominio del capitalismo monopolista es absoluto. El criterio en que se basa el desarrollo económico, y consiguientemente el uso de la ciencia, es el bienestar general y no el beneficio máximo. Se ha descrito ya la actualización de este principio, pero no se han subrayado adecuadamente sus efectos sobre la transformación de la ciencia misma y sobre su relación con la vida del pueblo.

El empleo de la ciencia en los planes constructivos de la industria y de la agricultura exige una producción enormemente aumentada de científicos formados y un incremento consiguiente en la educación científica en sus niveles superiores. Gracias al interés práctico por la construcción, por la agricultura, por la transformación de la Naturaleza, por el descubrimiento y la utilización de los recursos naturales, por el mejoramiento de la salud de la población, el interés científico está mucho mejor equilibrado, en especial por el importante papel asignado a la geología, la biología y la medicina. Una innovación significativa es la entrada de la mujer en el trabajo científico. En China y las Democracias Populares, al igual que en la Unión Soviética, en lugar de la proporción de una mujer por cada seis hombres, que es la regla general en la ciencia británica, a lo sumo, en algunos campos, como por ejemplo, la medicina, entran en el terreno científico más mujeres que hombres. Esto supone de hecho duplicar el núcleo intelectual del que se obtienen los científicos.

Todo ello, junto con el énfasis científico que se da a la enseñanza de la escuela primaria, conduce a un enorme incremento del prestigio y la consideración de la ciencia por parte de la mentalidad popular. Para comprenderlo sólo se necesita comparar el espacio dedicado a las cuestiones científicas en las revistas y periódicos de la Unión Soviética y de China con el de Gran Bretaña y Norteamérica.

Estas características conducen a una transformación radical del lugar de la ciencia en la soledad, abriéndola por completo a todo el pueblo y no a la *élite* clasista que la ha monopolizado desde los comienzos de la civilización. Semejante transformación ha de dar una enorme fuerza a los países en que tiene lugar. En la competición real que existe ya entre los dos sistemas económicos del mundo, esta transformación arroja sobre la balanza nuevos recursos humanos que, mediante la ciencia,

pueden acelerar enormemente la utilización de los recursos naturales. Y en este punto se ha llegado ya tan lejos que la Unión Soviética forma personal científico y técnico en número veinte veces superior al de los Estados Unidos.

Una vez que se comprende realmente esta competencia por utilizar todos los recursos intelectuales humanos, y no ya una pequeña parte de ellos, no podrá ser detenida hasta que la población de todo el mundo, y no de una clase o de un país, tenga oportunidad, mediante la educación, de contribuir con todo su saber y capacidad al bienestar general.

La organización de la ciencia en el mundo socialista

En los países socialistas, empezando por la Unión Soviética, la organización de la ciencia ha seguido un curso diferente al del mundo capitalista. A pesar de que se desarrolla —y con éxito— la investigación militar, como muestran la conquista de las bombas atómicas y de hidrógeno, ésta tiene la prioridad absoluta o relativa de que gozan los países capitalistas.

La prioridad se concede sobre todo al empleo de la ciencia en el esfuerzo económico nacional. La necesidad de asegurar una mayor participación de la ciencia en la industria y en la agricultura y de desarrollarla al propio tiempo internamente se ha conseguido no por la acción directa del gobierno sino mediante una ampliación enorme de los antiguos cuerpos científicos, y ante todo de las academias. La Academia de la URSS, junto con las Academias de Medicina, Agricultura, Arquitectura y Educación y las academias más recientes de las diversas Repúblicas, representa de hecho el ideal de las antiguas academias del siglo XVII, como la Academia de Lincei, la Royal Society y la Académie Royale des Sciences, pero con el rango y las dimensiones del siglo XX. La Academia Rusa, que era una

sociedad honorífica del tipo de las del siglo XIX, se vio encargada de la organización y el funcionamiento de grandes institutos de investigación en cada uno de los aspectos de la ciencia, en los que trabajan en la actualidad muchos millares de personas. Además, la Academia es responsable, a través de sus institutos y de sus directivas para la investigación científica de las universidades, de la planificación general del trabajo científico en conjunción con los planes de la economía en su conjunto.

La tarea de la Academia se define en los siguientes términos:

"Determinar la orientación básica de la investigación en las ciencias naturales y humanas y dirigir y coordinar la investigación científica en estos campos en sus propios institutos, en los de las academias de las Repúblicas y en los centros de educación superior.

"Promover la investigación en la ciencia pura y en los grandes problemas generales de su aplicación, como el uso de las matemáticas y de la técnica de los computadores en la economía, la automatización, los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía.

"Aconsejar al gobierno acerca de la utilización de los nuevos descubrimientos científicos.

"Dirigir la financiación y el equipo de los institutos de la Academia y de las academias de las Repúblicas."

La Academia ha sido reorganizada varias veces de acuerdo con los enormes cambios del desarrollo interior y de las aplicaciones de la ciencia. Tras la última reorganización, en 1963, el trabajo ha quedado dividido en tres grandes secciones que comprenden las doce o más que existían con anterioridad: 1) matemáticas y física; 2) química y biología; 3) ciencias sociales. Estas secciones ejercen un control general sobre unos

cincuenta departamentos. Cada departamento debe ser un cuerpo poderoso y eficaz responsable del desarrollo nacional de su rama científica en la Academia misma, en las academias de las Repúblicas y en los establecimientos de enseñanza superior. La inclusión de los establecimientos de educación superior es un reconocimiento algo tardío de la importancia de la asistencia que los departamentos universitarios deben dar a los institutos de investigación independientes.

El sistema deja la dirección de la ciencia a los científicos, las únicas personas que son intrínsecamente competentes para asumirla. Al mismo tiempo les garantiza los medios y el saber necesarios para desarrollar la ciencia en el sentido que les parezca más rico en promesas para el futuro. Contrariamente a lo que a menudo se afirma, en la Unión Soviética no se hace el plan para los científicos, sino que son los científicos quienes preparan el plan de la ciencia. Como es natural, tienen en cuenta los planes económicos generales, que conocen bien por haber sido consultados con anterioridad para su elaboración. Sin embargo, la planificación general sólo afecta a sus propios planos en las líneas estratégicas generales. Los científicos deben adoptar ideas a largo plazo, y se espera que así lo hagan. Los grandes planes de construcción de las cuentas ribereñas del sudeste de la Unión Soviética, que en 1950 se anunció que estarían terminados en siete años, habían estado sometidos al examen de los científicos desde veinte años antes. Los planes anuales y quinquenales de la Academia de Ciencias se han concentrado, sobre todo, en los puntos de desarrollo de la ciencia, pero también, con frecuencia, en los puntos donde han de ser más fructíferas las aplicaciones técnicas. La transformación que tiene lugar en el sector socialista del mundo es difícil de entender para los científicos del mundo capitalista. Comprenderla plenamente exige conocer no solamente la ciencia, sino también la historia, la economía y la filosofía de estos países.

La acentuación de la dirección científica autónoma, que recurre al Estado para el apoyo material y que responde a la llamada de éste prestándole asistencia en cuestiones específicas, es el modelo común de organización científica adoptado en las Democracias Populares y en la República Popular China. Ha mostrado ser flexible y ha liberado una enorme riqueza de capacidad y entusiasmo, respondiendo al gran esfuerzo por la utilización nacional de la ciencia que se inició con la Revolución Francesa. Todo ello da a los científicos mayor poder, pero también una responsabilidad mayor.

El trabajador científico de Occidente encuentra difícil comprender lo que está ocurriendo hoy en la Europa oriental y en China, y no porque sean extrañas para él las condiciones de estos países, sino porque se trata de las conquistas de unos pueblos que tienen un objetivo en el que participan todos, incluidos los trabajadores científicos. Cuando existe un objetivo común se transforma la reacción individual. La retirada a una torre de marfil científica es, en muchos casos, una simple evasión de la falta de sentido y de finalidad generales de la vida en un mundo en el que la única perspectiva es la destrucción. La finalidad social constructiva va acompañada de sanciones y satisfacciones emocionales que se han perdido, para nuestro propio detrimento, en la civilización egoísta en que vivimos.

14.6 EL PROGRESO DE LA CIENCIA

Se concluye así la imagen sumaria de la situación y la organización de la ciencia en el mundo actual. Sobre esta base debemos iniciar las discusiones sobre los principios relativos a los problemas internos de la ciencia y de su lugar en la sociedad. Estos problemas, planteados en los mismos comienzos de este libro, quedan comprendidos fundamentalmente en dos

preguntas: ¿Cómo puede suscitarse el florecimiento y desarrollo de la ciencia? ¿Cómo pueden emplearse los resultados de la ciencia con el mejor fin para beneficio de la humanidad? Para hallar respuesta a estas cuestiones, que no son simplemente académicas sino prácticas, se ha emprendido toda la investigación relativa al lugar de la ciencia en la sociedad. Ésta sólo se justifica en la medida en que contribuye a la formulación de tales respuestas. Y la clave se contiene en la historia misma de la ciencia, siempre que sepamos interpretarla acertadamente.

El modo de encontrar respuesta a la primera cuestión consiste en determinar las mejores condiciones, tanto internas como externas, que en el pasado contribuyen al progreso de la ciencia, y tratar de anticiparnos a las cambiantes necesidades del presente y del futuro. La respuesta a la segunda cuestión, que depende de la primera, será considerada al final de este capítulo. Algunas de las condiciones externas del florecimiento de la ciencia en el pasado han sido discutidas ya. En esencia, sólo se han presentado en los períodos de progreso social y económico, cuando la ciencia adquiere importancia social y medios materiales y su actividad se ve estimulada continuamente por los problemas que le plantean las esferas económica y social.

Pero, como hemos visto, estos problemas son fundamentalmente los que se refieren a los intereses de las clases dominantes de la época, sean reales, como la navegación, o imaginarios, como la astrología. Las oportunidades y los honores que se conceden a los científicos prácticos de cualquier época son la medida del grado en que sirven a estos intereses. Hay grandes períodos de activo progreso porque quienes se ocupan de la ciencia están en estrecho contacto con los grandes intereses económicos y frecuentemente proceden de las mismas clases dominantes o se han incorporado a ellas gracias a su capacidad. En estas páginas hemos hallado muchos ejemplos:

Arquímedes, Grosseteste, Leonardo, Galileo, Boyle, Davy, Pasteur y Kelvin.

Pero para que se produzca un progreso seguro de la ciencia, también es esencial, que tales intereses dominantes sigan líneas que pongan al científico en relación con las actividades prácticas constructivas. Así, por ejemplo, la relativa esterilidad de la ciencia natural durante el período que media entre Pendes y Alejandro, es un indicio de lo que pueden dejar de hacer individuos capaces y dotados si se separan de toda relación con la producción para supeditar su interés a los problemas políticos de una decadente sociedad esclavista y de pequeñas ciudades. El revivir alejandrino de la ciencia experimental muestra, por contraste, el efecto inmediato de los contactos con las actividades prácticas a gran escala, y relativamente a su época, con una economía en expansión. Las dimensiones del apoyo a la ciencia.

La primera condición para que se produzca el apoyo material a la ciencia es que se dé a una escala adecuada. El progreso científico se ha detenido muchas veces por falta de materiales apropiados, a veces, es verdad, porque eran imposibles de obtener —como el caucho antes del descubrimiento de América—, pero con mucho mayor frecuencia porque a los científicos les faltaban los medios de obtenerlos. A lo largo de la mayor parte de la historia la ciencia ha permanecido congelada. Los científicos se han dedicado a otras cosas para sobrevivir —como John Dalton, que enseñaba a leer a los niños— y han tenido bastantes dificultades para hacerse con los instrumentos necesarios para su trabajo. Incluso en la actualidad, en la época de financiación industrial y gubernamental de la ciencia, es frecuente que no se realicen muchas investigaciones por falta de equipo. Resulta paradójico, si se examina la función que desempeña la actividad puramente científica en la civilización actual, con sus televisores y automóviles, que las

mismas personas que hacen posibles semejantes objetos sean con frecuencia demasiado pobres para poder emplearlos ellas mismas, aunque sea siquiera con la finalidad de mejorarlos. La actividad científica se ve frenada constantemente por falta de satisfacción a exigencias tan elementales como las de la intercomunicación y el transporte.

Las necesidades totales de la ciencia actual, por elevadas que parezcan en comparación a las de otras épocas, siguen siendo pequeñas en comparación con las sumas disponibles como gastos de capital. Cuando se entienden las necesidades de la ciencia y ésta se vincula estrechamente a una industria y a una agricultura que le den el necesario estímulo de problemas pueden satisfacerse rápidamente las condiciones externas de su rápido progreso.

Condiciones internas para el progreso: lenguaje y comunicación

La satisfacción de las necesidades externas de la ciencia también debe hacer posible que sean los científicos mismos quienes establezcan las condiciones internas necesarias para un progreso fácil y rápido. El problema consiste en hacer que el trabajador científico individual disponga de las condiciones, las oportunidades y los incentivos que le permitan rendir sus mejores servicios. El trabajo científico tiene un carácter social; requiere un sentido de la finalidad común dentro de cada uno de los campos de investigación. También precisa de los estímulos mutuos de los diferentes campos, lo que implica un buen sistema de comunicación y la ausencia de una especialización demasiado estrecha.

El aspecto técnico de estas exigencias es el más fácil de satisfacer porque es el que se ve menos complicado por los factores

externos políticos y económicos. La ciencia necesita desarrollar una serie de lenguajes propios, incluidas las matemáticas, el lenguaje general de la ciencia. También precisa de la lógica y de una capacidad para formular nuevos modos de comprender los nuevos objetos. Cualquiera que sea la génesis de las ideas científicas, no pueden difundirse o fijarse a menos que puedan adquirir un lenguaje apropiado para ellas. Este lenguaje puede ser geométrico o matemático, es decir, simbólico, o consistir en el uso del lenguaje común en un sentido especial, es decir, mediante el desarrollo de la terminología científica. En ambos casos la finalidad del lenguaje consiste en establecer una serie de relaciones que puedan ser comprendidas del mismo modo por todas las personas competentes.

La dificultad reside en que el progreso de la ciencia y su especialización hacen que el número relativo de personas competentes para una terminología o un simbolismo determinados sea siempre cada vez más reducido. Existe por lo tanto el peligro de que la terminología científica pueda funcionar en realidad como un freno para el progreso científico y no ya contribuyendo a él, especialmente si se utiliza para mantener la pretensión de un saber especial por parte de sus adeptos. De hecho el progreso científico ha consistido en gran parte en simplificar y eliminar tales lenguajes especializados sustituyéndolos por un lenguaje común.

Un servicio de información racional

Pero sobre todo las dificultades intrínsecas de la comunicación entre los científicos de las diferentes disciplinas son las creadas por las multiplicidades de lenguaje y por las barreras nacionales que dividen hoy el mundo de la ciencia. Estas dificultades han crecido enormemente y se han hecho todavía peores por el

desarrollo de la ciencia misma. Los artículos científicos de importancia se publican ya al menos en diez lenguas principales y se imprimen unas cien mil revistas científicas sin coordinación alguna entre ellas. Existen también dificultades sin cuento debidas a las reglamentaciones de circulación y de seguridad. Esta situación ha llegado a tal extremo que en muchos campos es más fácil hallar un hecho o elaborar una teoría nuevos que saber cuál de ellos se ha descubierto o se ha inferido primero. Parece como si la unidad de la ciencia se destruyera por efecto de su propio peso.

Pero no se trata de algo inevitable. Por grande que sea la cantidad de hechos y la rapidez de su acumulación es posible considerarlos ordenadamente y extraer de vez en cuando resúmenes que contengan la información más significativa en general, y se indiquen los lugares de donde se puedan obtener los puntos de interés para el especialista. Sin embargo, hacerlo exige voluntad y medios. Hace veinte años estaba ya claro que el sistema de las comunicaciones científicas era totalmente ineficaz y ruinoso, y solamente ha podido mantenerse por medio de artificios que en realidad lo han empeorado, como la fundación de nuevas revistas, la introducción y puesta en circulación de resúmenes y cartas y, por último, el mero intercambio de cartas privadas. Así es como el estado de la comunicación científica en los terrenos que progresan más rápidamente ha vuelto a lo que era a principios del Renacimiento. En esta sección se exige una acción más drástica. Cuanto más amplia es la ciencia y cuanto más rápidamente evoluciona más importante es saber lo que está ocurriendo y lo que se ha conseguido en cualquier parte. En los artículos de las revistas se sigue todavía el principio de que la ciencia es una especie de competición olímpica o una carrera por el premio Nobel cuyo objeto es recompensar el mérito de las personas destacadas. Y ello se extiende hasta el nivel inferior, hasta las tesis necesarias para obtener una

plaza de auxiliar en las universidades. Su consecuencia es una enorme masa de trabajos relacionados generalmente con el interés particular de sus diferentes profesores o de las empresas industriales. Para dejar constancia de tales trabajos se publican extensísimos catálogos casi imposibles de encontrar y totalmente imposibles de leer. Por otra parte, existe cierto número de informes —publicados algunos por las sociedades científicas, o privadamente—, encaminados a reunir el progreso científico en los terrenos especializados. Por último, hay tablas de fechas donde se codifican los resultados aparentemente válidos, pero generalmente se refieren a años atrasados y no son suficientemente críticos.

La consecuencia de este anárquico sistema de comunicación, o de la falta de un sistema de comunicaciones, es que se pierde una enorme cantidad de saber y que el trabajo se duplica con alarmante frecuencia, o, lo que es peor que la duplicación, que se pierden muchas ideas prometedoras. A la naturaleza multiforme del progreso científico corresponde el hecho de que las ideas aparecidas en un determinado campo y que tal vez carecen de relevancia o no producen efectos en él pueden ser extraordinariamente reveladoras en otro; sin embargo, difícilmente llega a éste y el descubrimiento tiene que realizarse varias veces. Todo lo que queda expuesto exige algo más que la multiplicidad de congresos, sociedades y publicaciones que las organizaciones internacionales como el Consejo Internacional de Asociaciones Científicas y la UNESCO tratan de apoyar y ordenar. Debe empezarse a comprender, y cuanto antes mejor, que los científicos de hoy han de estar dispuestos, en su propio beneficio, a emplear parte de su tiempo en el servicio de reunir y difundir información, y para ello deben contar con un apoyo material que no puede ser inferior al 20 por ciento del costo de la investigación. La idea de que un servicio de información, fuera del terreno técnico, donde ya no preocupa el dinero,

puede financiarse por sí mismo, ha dejado de ser válida. Únicamente los gobiernos pueden subvencionar el funcionamiento de servicios de información científica amplios, pero estos servicios demostrarán ser rentables porque evitarán la duplicación en cuestiones tales como la recepción de revistas especializadas, la manipulación mecánica, el cobro automático y la traducción. Tal es la experiencia de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética, seguramente el mayor sistema de información del mundo. En la actualidad, cuando las relaciones internacionales se desarrollan en un ambiente mejor que el de la época de la Guerra Fría, sería muy conveniente concluir lo que inició la Royal Society en la Conferencia de Información Científica de 1948: una tentativa seria por dotar al mundo de la ciencia de un servicio de información amplio y puesto al día.

La utilización de la inteligencia

Por bien que se resuelvan los problemas técnicos de la comunicación científica, la condición interna básica para el florecimiento de la ciencia continúa siendo el factor humano. La ciencia, en último término, es el trabajo de muchos individuos con diferentes grados de capacidad, pues nunca se hubieran podido lograr las conquistas de los grandes científicos sin el trabajo paciente y cuidadoso de centenares de hombres que tal vez no necesitaban tener una gran imaginación o poder de síntesis.

No puede existir un déficit real en la capacidad intelectual de la especie humana. Lo que se ha logrado hasta ahora en el terreno de la ciencia y de la cultura es el resultado del trabajo de un pequeño grupo de hombres procedentes de una reducida clase social de muy pocas ciudades o países. Al recurrir a los hombres y mujeres de todas las clases y pueblos será posible multiplicar muchas veces el ritmo del progreso científico. Ello

implica, sin embargo, una actitud nueva respecto de la educación popular, con la que, siguiendo el ejemplo de la Unión Soviética, la educación secundaria y muy pronto la educación técnica o universitaria superior sean asequibles a todos. Esta educación debe basarse en la ciencia en sentido amplio, tanto natural como social. Así, además de preparar a los trabajadores científico que construirán ya ciencia del futuro, preparan también a los trabajadores de otros campos que tendrán que conocer lo suficiente el significado de la ciencia para cooperar activamente con los científicos profesionales.

La ciencia no puede fracasar por falta de capacidad humana; cuando fracasa es por falta de organización social para emplear tal capacidad. Se debe permitir que lleguen a la ciencia los brillantes, los capacitados y los industriosos, y de este modo todos ellos aportarán sus mejores servicios. Y todos deberán estar imbuidos de la finalidad y la creencia consciente de trabajar por un fin con el que están de acuerdo. La creencia de que trabajaban para el beneficio común de la sociedad sirvió de inspiración a los científicos del gran período de progreso. Esta inspiración puede perderse en una cultura cuyos fines son el lucro privado y la guerra, sobre todo, cuando se han desvanecido algunas de las justificaciones que en su tiempo había tenido.

La cooperación científica

Los individuos, por inspiración que posean, no hacen sus mejores trabajos solos. Los grandes pasos del progreso científico han tenido lugar cuando en cada especialidad había un número suficiente de personas que trabajaban juntas. Así, por medio de las sugerencias y la inspiración mutua, aumenta enormemente la posibilidad de conseguir resultados significativos. También

han sido muy importantes los efectos de unas ciencias sobre otras. Esto se ha producido en gran parte por la importación a un campo del saber de ideas derivadas de otro, a veces directamente y a veces por analogía. El probado valor de la observación analógica de las teorías científicas acentúa todavía más la unidad y las relaciones de las distintas ciencias y elimina la esterilidad que acompaña a la especialización. De hecho, muchos progresos concretos de las ciencias particulares proceden de individuos que tenían escasa experiencia en la ciencia en cuestión. La revolución en la química del siglo XIX fue obra de Priestley, que no era químico y parece notable que los grandes progresos de la medicina se deban a hombres como Pasteur, que no tenía tal profesión, mientras que otras ciencias han progresado enormemente por el trabajo realizado en sus ratos de ocio por médicos como Joseph Black. Las analogías que crean una nueva teoría científica proceden generalmente de una ciencia de carácter más simple a aquéllas a las que se aplican, como por ejemplo la teoría atómica de Dalton, procedente de una consideración de la dinámica de las partículas de Newton.

La insuficiencia de la comunicación, ya discutida, tiende a reducir la obra del descubrimiento al placer individual, independientemente de si lo descubierto es nuevo o incluso de si es verdadero. Sin embargo, es imposible una vida completamente científica sin una conciencia justa del valor del trabajo, si no para la comunidad, sí al menos para el universo científico. Esta valoración solamente puede producirse si el mundo funciona en realidad como una unidad cooperativa. Debe ser un mundo abierto, y no lleno como ahora de barreras de “seguridad” y accesible solamente a un personal “cribado”. No debe tener “cortinas de hierro” o campos de investigación “clasificados”.

Las malas consecuencias del secreto científico son de dos tipos, el visible y el oculto. Trabajar con la consciencia de que

no se puede disponer de información importante es peligroso en términos absolutos y desalentador subjetivamente. No poder divulgar lo que uno está haciendo y sacar provecho de la experiencia y la crítica de los demás tiende a restringir el trabajo y a hacerlo todavía más lento. Pero estas tendencias se exageran si, como ocurre especialmente en la investigación militar, al secreto se añaden las medidas de seguridad relativas a toda la vida del investigador, y si su carácter, las asociaciones a que pertenece, etc., son objeto de una vigilancia continua y secreta. Ello no solamente obliga a apartarse de tales actividades a las personas independientes, sino que incluso produce deformaciones psicológicas en las que se dedican a ello con una auténtica creencia en la justicia de la finalidad de la investigación. Esta situación se ha hecho pública con ocasión del proceso de Robert Oppenheimer.

Los efectos ocultos del secreto son, necesariamente, imposibles de determinar. Sólo cabe hacer conjeturas sobre lo que se pierde al separar los elementos del saber. Pero no hay duda de que se trata de una pérdida importante, como lo muestran los rápidos progresos conseguidos cuando fue posible conjugar dos aspectos distintos de la ciencia, como en el caso del descubrimiento del electromagnetismo. También se producen otros males de naturaleza más humana. Una obra que no se puede publicar, tampoco puede ser realmente criticada. La incompetencia, la disimulación y la intriga florecen bajo el manto del secreto. Y siempre existe la posibilidad de denunciar a los propios rivales como un riesgo para la seguridad. Se estimula cualquier tendencia hostil al progreso de la ciencia. Como le hacía notar al autor cierto general francés, "*Le secret militaire n'est fait non pour cacher les connaissances mais l'ignorance*".

14.7 CONTEMPLACIÓN Y ACCIÓN

El lugar de la filosofía

A lo largo de la discusión con frecuencia hemos considerado la ciencia como una especie de entidad autónoma e independiente, a pesar de ser susceptible de verse afectada por las circunstancias externas. Por los capítulos anteriores debe quedar claro que esta imagen es muy parcial y, en sí misma, bastante errónea. Solamente con fines de argumentación se puede considerar a la ciencia separadamente de la sociedad de que forma parte. En el pasado, como en la actualidad, las influencias sociales no determinan la ciencia solamente desde el exterior, sino que afectan profunda y directamente su misma constitución interna y su actividad. Cuestiones como el lugar de la filosofía en la ciencia, el equilibrio entre libertad y organización y la responsabilidad moral del científico se relacionan todas ellas con dificultades y conflictos internos de la ciencia, que se desarrolla bajo la acción consciente o inconsciente de las fuerzas sociales.

Cuando aparecieron por vez primera la ciencia y la filosofía, como hemos visto no eran cosas distintas. Los griegos, que forjaron ambos términos, creían que ambos servían para la misma finalidad. En ellos incluían el conocimiento abstracto de la historia, la constitución y el funcionamiento del universo, el saber que debía obtenerse por medios naturales o sobrenaturales y que debía atesorarse por su propio valor. Se trata esencialmente de una actitud mágica respecto de la ciencia que ha persistido hasta nuestra época. Y proporciona un disfraz muy apropiado para quienes se benefician de ella, permitiéndoles calificar de baja y materialista la idea de que debe ser utilizada para el bienestar humano.

La actitud primitiva respecto del saber era más contemplativa que activa, de acuerdo, como se ha visto, con el monopolio de la ilustración por parte de *élites* libres de los cuidados y la experiencia del trabajo manual, formadas primero por clérigos. Debido a que estaban interesados en el mantenimiento del *status quo* social, preferían considerar el saber como una perfección estática, susceptible de obtenerse por el razonamiento a partir de la simple observación, o sobre la base de la sagrada revelación. Tratar de cambiarlo no sólo era vano e innecesario, sino también absolutamente impío.

Esta actitud no pudo mantenerse ante los cambios económicos y técnicos que acompañaron el desarrollo de la civilización y sus sucesivas transformaciones. El saber tenía que abarcar más cosas y ser más eficaz al relacionar las conocidas. La actividad se impuso a la contemplación. Ya desde el Renacimiento se admitió que la ciencia no es estática, que su esencia consiste más en obtener saber nuevo que en conservar el antiguo. Pero incluso en la actualidad se presume que esto es de algún modo un proceso excepcional, que el objetivo consiste en el descubrimiento de alguna verdad última sobre el universo cuya contemplación constituye el fin de la ciencia.

Esta misma actitud es la que han mantenido, en la medida en que les ha sido posible, todas las formas antiguas y hoy carentes de sentido de la filosofía y la teología. Su influencia sobre la ciencia es igualmente peligrosa, pero se oculta muy eficazmente porque en la presentación de la ciencia la filosofía subyacente a ella se da por supuesta y nunca se formula o se critica explícitamente. El tema tiene poco o ningún espacio en la literatura científica. Se considera apropiada cualquier publicación si las observaciones y los experimentos, la conclusión y la argumentación están formulados claramente. Es cierto que todo ello es necesario para la transmisión inmediata del saber científico porque posibilita su reproducción y la introducción de

variaciones. Pero la ciencia va mucho más allá de esto. Lo que no se formula —y que puede tener la mayor importancia para el futuro de la ciencia— son las razones por las que se emprendió tal trabajo con prioridad sobre los demás, y el registro de la corriente real de las ideas —no de la corriente racionalizada de las mismas— que permitió tales inferencias. Todo ello se omite, lo primero por considerarse irrelevante y lo último porque es demasiado difícil o tal vez demasiado fácil de determinar. Pero esto, naturalmente, no significa que las ideas filosóficas no se hayan introducido en la literatura científica: significa en cambio que se han introducido en ella de un modo inconsciente o tradicional, de modo que perpetúan en el interior de la ciencia las actitudes y prejuicios del pasado, casi siempre con una pesada inclinación en favor de los intereses de las clases dominantes.

La omisión de una filosofía de la ciencia explícita no es accidental: tiene una buena justificación histórica, pese a que en la actualidad ya no es sostenible. La filosofía de los antiguos y de los escolásticos estaba adaptada a la religión y a la política, y no a la manipulación de la naturaleza material. Fue un obstáculo y no una ayuda para la ciencia. Pero a los científicos primitivos les era imposible atacar esta filosofía directamente: bastante trabajo les costaba realizar sanos y salvos sus propios experimentos, y era mejor ignorarla. Por otra parte, el surgimiento vigoroso de la ciencia se produjo en Inglaterra y Holanda en una época de agudas dificultades políticas y religiosas, y cuando el buen sentido más elemental aconsejaba no discutir sobre cuestiones filosóficas. Así se ha desarrollado la tradición, tan arraigada en la ciencia británica —y a través de ella en la de otros muchos países, especialmente en la de América—, de que la filosofía como tal no forma parte de las cuestiones científicas: se trata, según el dicho de Newton, de un *Nullius in verba*. De este modo la ciencia se ha visto obligada

a seguir el camino del sentido común y del conocimiento práctico del hombre.

Ahora, con todo, se empieza a advertir que si bien es imposible mantener y desarrollar la disciplina de la ciencia sin una tradición subyacente, esta exclusión permite que la tradición sea algo tácito y acrítico. El desprecio por la filosofía sólo ha conseguido ocultar una filosofía mala, caduca e insostenible. Otra consecuencia de ello es que la falta de capacidad, de medios o de tiempo para reflexionar sobre los fundamentos de la ciencia ha retrasado su progreso y lo ha mantenido en las líneas aceptadas en condiciones que se han hecho tan insatisfactorias que la ciencia se fragmenta en nuevas ramas por el accidente de un descubrimiento, en vez de llegar a ello mediante un proceso racional.

Estas notas pueden hacer pensar que el autor ignora la multitud de obras aparecidas en los últimos 300 años sobre la filosofía y el método científico, desde Locke y Hume hasta John Stuart Mili, Pearson y Eddington. No hay duda de que todas ellas son aportaciones a la filosofía pero solamente se ocupan de partes de la ciencia extremadamente limitadas, principalmente de la física matemática, y en ningún sentido son una filosofía de la ciencia como un todo vivo. Las leen muy pocos científicos activos, se citan escasamente y es difícil encontrar un solo ejemplo de que hayan conducido a algún descubrimiento o a alguna explicación de un hecho científico.

Pero lo inverso ha ocurrido con frecuencia; como hemos visto, las filosofías de la ciencia implícitas y explícitas han actuado en el pasado más como un factor limitador que como un factor liberalizador de progreso científico. Las grandes conquistas de la ciencia se han hecho a pesar de ellas y no gracias a ellas. Cuanto más se libera de tales obstáculos innecesarios el progreso científico son mayores las oportunidades de lucha contra

las dificultades reales y no ya contra las artificiales que tienen los investigadores, avanzándose rápida y planificada- mente en disciplinas en las que antes se progresaba sólo a un ritmo muy lento. Esto no significa que la filosofía deba ser apartada de la ciencia, sino todo lo contrario. Al criticar las filosofías más frecuentes queda claro que no pueden comprender, por su punto de vista parcial, asocial y ahistórico, los problemas subyacentes a la ciencia y los prejuicios de clase en ella contenidos, en gran parte inconscientes porque se consideran algo totalmente natural.

Como ya se ha dicho, esta tendencia toma la forma de unas filosofías de la ciencia positivistas, idealistas y formales, que en la práctica apartan al científico de un estudio experimental y activo de los problemas para incitarle a una actitud pasiva y contemplativa, inmersa en una corriente de sinsentido o de irrealidad o reflejo de verdades abstractas y eternas. Estos caminos, en sus formas antiguas y modernas, sólo conducen a la esterilidad, y la ciencia sólo ha escapado a ellos en el pasado por efecto de los impactos del mundo material y social, que han turbado su complacencia y la han obligado a afrontar problemas nuevos. Una filosofía de la ciencia válida debe tener en cuenta estos hechos; debe considerar a la ciencia no ya como una perfección aislada y estática, sino como parte de un mundo cambiante real, material y social. Marx y Engels dieron los primeros pasos hacia una filosofía semejante hace muchos años. La experiencia posterior ha profundizado y ampliado sus conclusiones. Esto no quiere decir que se haya forjado ya una filosofía de las ciencias naturales. Se trata de una tarea para el futuro. Pero precisa que se la infiera no ya de un análisis lógico abstracto y apriorista, aunque la lógica debe ser en ella un punto esencial, sino de una experiencia activa de la utilización de la ciencia en relación con sus tareas sociales.

La filosofía en la nueva revolución científica

No hay duda de que los enormes cambios de la última década, que ya se admite clara y oficialmente que constituyen una nueva revolución científica y tecnológica, tendrán necesariamente un efecto decisivo sobre el desarrollo de la filosofía. Los grandes progresos de la biología molecular, con su renovado interés por el origen de la vida, y la enorme capacidad para sustituir o incluso trascender el pensamiento humano, que han proporcionado los computadores electrónicos, deben hallar su lugar en la nueva filosofía. Se [puede afirmar categóricamente que ninguna filosofía que no tome en consideración estos progresos sólo tendrá interés desde el punto de vista histórico.

El cambio será necesariamente mucho más amplio que la mera inclusión de nuevas piezas de observación y de los nuevos puntos de vista elaborados. La comprensión de este *proceso* científico y en especial de su extraordinariamente rápido progreso pondrá en cuestión el tema central mismo de la filosofía: la verdad. Al principio en el transcurso de una vida, luego de una década y ahora de año en año se hallan nuevos hechos fundamentales que hacen cambiar las actitudes y concepciones sobre el universo. Y no hay prueba alguna de que el proceso se haga más lento: por el contrario, su rapidez aumenta constantemente. Este mismo hecho debe ser comprendido, y en la práctica lo comprenden muchos de los pensadores científicos que han acrecentado nuestro saber. El autor ha dado al fenómeno la denominación de *provisionalismo*, aunque otros prefieren una palabra con menos implicaciones. Se trata de algo más que de un mero escepticismo: es una convicción profunda de que lo que pensamos hoy lo pensarán muy pronto otras personas de un modo diferente y mejor. La verdad se presenta así como una función en movimiento: aceptamos algo durante algún tiempo siendo plenamente conscientes de que *es* solamente durante

algún tiempo. La búsqueda de un conocimiento mayor puede proseguir, pero la idea de un conocimiento estable y completo debe abandonarse definitivamente.

14.8. ORGANIZACIÓN Y LIBERTAD CIENTIFICA

Los grandes progresos en las dimensiones y en la organización de la ciencia de la época reciente han tenido consecuencias directas sobre el carácter interno de la ciencia misma. Los científicos se han visto obligados por vez primera a tener en cuenta las cuestiones sociológicas generales y no solamente un aspecto académico determinado. Además del objeto de su investigación deben examinar las relaciones internas de los científicos y de la sociedad. Y este interés no se limita a los trabajadores científicos, sino que es una cuestión de la mayor importancia pública. Cuanto mejor se comprenda que el bienestar real y el progreso futuro de la humanidad dependen de un desarrollo y un empleo apropiados de la ciencia, mayor será el número de personas capaces de apoyarla y facilitarla y al mismo tiempo aumentará el número de quienes comprenden que la ciencia es sana y eficaz.

En último término, con todo, solamente quienes trabajan internamente en la ciencia pueden determinar en sus detalles el grado de apoyo externo y de cooperación necesario. No es extraño que en este período de transición se produzcan amplias divergencias de opinión. En la actualidad hay dos grandes cuestiones que agitan al mundo científico: ¿es compatible la organización de la ciencia con la libertad, necesaria esta última para el progreso científico? ¿Son responsables los científicos —y en qué grado— de las consecuencias sociales de su trabajo? En realidad se trata de dos aspectos de un mismo

problema, y los argumentos aducidos han dividido a los científicos en dos campos opuestos, claramente definidos. La antigua escuela, que tiene ante los ojos la edad dorada de la ciencia del siglo XIX, desea reducir la organización al mínimo para permitir el esfuerzo libre y espontáneo de científicos individuales dedicados a la investigación. También desean apartarse en la medida de lo posible de las consecuencias sociales de la ciencia, cuya responsabilidad prefieren atribuir a los industriales y a los políticos, aunque casi todos ellos las deploran. En el otro bando se encuentra la mayoría de los científicos jóvenes, que ven en la organización el único medio capaz de hacer progresar a la ciencia y de garantizar su empleo eficaz para fines sociales. Estos científicos creen que deben asumir su responsabilidad en el empleo de la ciencia en la sociedad, como parte de un amplio movimiento democrático.

Aquí es donde el contraste entre el uso de la ciencia en los países capitalistas y socialistas produce mayores efectos en las opiniones de los científicos. Por una parte, todos pueden contemplar el gran desarrollo de la ciencia industrial en beneficio de los monopolios y su desarrollo todavía mayor con objetivos militares, donde la ciencia desempeña un papel importante en el diseño de armas para la destrucción en masa. Por otra parte está la creación de una nueva organización científica a gran escala orientada primariamente a la resolución de los problemas de la producción y a la preparación de nuevos esquemas constructivos para cambiar la Naturaleza y elevar el nivel de vida.

Ya durante el período de la Guerra Fría, a pesar de la supresión virtual de información sobre lo que se hacía en los países socialistas y de una violenta campaña de propaganda que aumentaba las dimensiones de los absurdos y los fracasos, los científicos de los países capitalistas empezaron a poner en duda la imagen que se les daba. Les era difícil compaginar con ella la

realidad innegable de que Rusia, en treinta años, había pasado de la pobreza a ser el segundo país industrial de la tierra, y que en cinco años la China comunista hubiera empezado a seguir el mismo camino. Estas suposiciones se convirtieron en certidumbre tras la Conferencia de Ginebra sobre energía atómica de 1955, donde los científicos pudieron comparar sus notas por primera vez. Desde entonces las visitas recíprocas están eliminando rápidamente prejuicios como el de la incompatibilidad del socialismo y la ciencia. Incluso si no aceptan todo lo que ven y oyen, admiten al menos que se trata de algo serio y que se desarrolla muy rápidamente.

Estas comparaciones refuerzan la reflexión de los científicos, especialmente de los británicos, sobre sus propias condiciones de vida y de trabajo y sobre el uso que se da a sus hallazgos. Y un creciente sector del público toma conciencia de las posibilidades en rápido desarrollo abiertas por los recientes descubrimientos. De este modo los científicos luego pueden comprobar por sí mismos que no se aprovechan tales posibilidades y que la ciencia no avanza al ritmo de que es capaz. Advierten que se les priva desde su aparición de los frutos del saber de que hablaba Bacon en la aurora de la época capitalista. Y empiezan a pensar que si este sistema es incapaz de emplear los elementos por los que se ha desarrollado, ha llegado el momento de reformarlo o de que deje paso a un sistema mejor.

***Problemas intrínsecos de la organización de la ciencia:
orden y espontaneidad***

Incluso los científicos que no desean llevar tan lejos su análisis de la situación de la ciencia, o que la aceptan como satisfactoria, no pueden evitar completamente el problema de hallar el mejor modo de organizar la ciencia porque en su trabajo diario

sus necesidades chocan con la organización actual. En principio pueden desaprobársela, pero no pueden pasarse sin ella. Esta desaprobación tiene en realidad una base racional en la medida en que el problema de la organización de la ciencia difiere radicalmente de la organización de cualquier otra actividad humana, desde la guerra al comercio o incluso al deporte. Únicamente la organización del arte presenta dificultades mayores.

La razón reside en el hecho de que la ciencia difiere, como hemos visto, de las demás disciplinas humanas en que se ocupa de lo nuevo y no ya de lo conocido. En otros terrenos cabe determinar lo que puede realizarse y los pasos necesarios para ello. Pero no así en la ciencia. Para tratar con lo no conocido se necesita algo muy diferente de una competencia rutinaria. La ciencia, naturalmente, está llena de rutina, y ello en proporción necesariamente creciente con las dimensiones y la complicación de las técnicas científicas. Esta rutina es fundamental y la ciencia no podría existir hoy sin los servicios de la técnica, el abastecimiento, la administración y la comunicación inimaginables en los antiguos tiempos. Pero ningún científico puede pensar que este complemento necesario es un sustituto para la caracterización central de la ciencia: el descubrimiento original.

El nudo del problema consiste en dar las condiciones necesarias, tanto para la continuación material de la ciencia como para su capacidad de encontrar cosas nuevas. La solución no consiste en escindir a la ciencia en dos partes, la una aplicada y rutinaria y la otra pura y libre. En realidad se trata de dos aspectos del mismo organismo, como la vista y el movimiento de los seres animados, y no pueden ser separados. La historia de la ciencia muestra que en todos sus estadios se han descubierto nuevos aspectos de la Naturaleza en el proceso de resolución de problemas prácticos e, inversamente, que la práctica languidece y decae si no la vivifica el pensamiento abstracto.

La evasión de la anarquía

Menos posible todavía es restaurar la libertad anárquica para la ciencia en su conjunto o para una parte de ella. Naturalmente, es comprensible que como reacción contra la frecuentemente estúpida autocrática y dirección de la ciencia para la industria o para la guerra se produzca un movimiento para evitar toda organización. Pero la retirada de la ciencia al desierto de la meditación y de la soledad es algo intrínsecamente absurdo, pues la ciencia es, entre todas las empresas humanas, la que más depende de la comprensión y la asistencia mutua. La ciencia nunca ha sido realmente libre, y la aparente libertad que tuvo pertenece definitivamente a la era del capitalismo competitivo y es completamente incompatible con la nueva revolución industrial y con la producción organizada y a gran escala. La idea es de hecho un anacronismo tan caprichoso como las imitaciones góticas que adornan las universidades mantenidas por millonarios. La concepción subyacente a este impulso de evasión se ha discutido ya mucho en estas páginas y consiste en la consideración del científico como una persona que está por encima de las preocupaciones comunes. Debido a que el científico es tradicionalmente el sucesor del hombre culto del pasado, que se consideraba social, material e intelectualmente superior a los simples trabajadores técnicos y manuales, se ha formado la concepción del científico como miembro de una *élite*, de un conjunto de personas situado aparte de la sociedad y mantenido por ésta para que, mediante el ejercicio del pensamiento puro, brille con la gloria de sus éxitos sobre un populacho incapaz de alcanzar tan altos niveles intelectuales.

Desde los primeros estadios de la civilización hasta hoy la idea de una *élite* culta ha sido uno de los más firmes apoyos de la aceptación y perpetuación de la sociedad clasista. Cuando ha

adquirido mayor fuerza ha conducido al estancamiento de la ciencia, desligándola del estímulo y el control de la vida práctica y convirtiéndola en una pedantería inútil y viciosa. Y sin embargo, todavía tiene hoy muchos defensores, especialmente entre los científicos de cierta edad y preeminencia. Éstos consideran que las actuales condiciones políticas de la Europa occidental y de América son el único medio de mantener una posición de los científicos sin la cual creen imposible la existencia de la ciencia.

Estos defensores de la libertad de la ciencia defienden en realidad, aunque a menudo inconscientemente, el modo de vida del capitalismo en contra de las nuevas formas socialistas que compiten con él. Les resulta difícil aceptar la idea de trabajar para una organización, aunque se halle dirigida al bien de la comunidad. Resisten vehementemente las nuevas ideas y la nueva responsabilidad que creen impuestas por la fuerza a los científicos en los países comunistas. Y prefieren con mucho la libertad y la irresponsabilidad de un sistema desorganizado en el que los individuos pueden buscar a su modo el saber y la felicidad. No pueden entender de que la necesidad de organización haya surgido del fracaso de la anarquía debido a su actitud profundamente ahistórica respecto de la sociedad y de su propio trabajo. Sin embargo, es significativo que su resentimiento contra la organización no se aplique a la organización de la ciencia encaminada al beneficio privado de las grandes empresas monopolistas que controlan las nueve décimas partes de la ciencia industrial, ni a la acción de los gobiernos que utilizan casi todos sus recursos científicos para los preparativos bélicos. Para ellos tales abusos son relativamente fáciles de tolerar siempre que queden algunos islotes de no interferencia en los que unos cuantos científicos puedan proseguir sus investigaciones privadas.

La búsqueda de una solución: la democracia interna de la ciencia

Por impracticables o reaccionarias que sean tales soluciones, el problema que tratan de resolver es auténtico e importante. Es preciso desarrollar una organización que haga uso de las grandes ventajas que pueden derivarse de la acción cooperativa conservando al mismo tiempo las pertenencias a los antiguos tiempos de desorganización científica. Tal organización debe poseer el carácter, la flexibilidad y la iniciativa individual de la ciencia del pasado, así como el equipo y la estrategia necesarios para afrontar los amplios problemas del futuro. Es cuestión abierta la de si este problema puede resolverse o no dentro de la estructura del capitalismo, pero de hecho parece difícil que éste pueda adaptarse por sí mismo a las exigencias de la utilización plena de la ciencia. Los pasos dados en' este sentido no conducen a nada por estar supeditados a la obtención de beneficios y a la guerra. Pero esto no significa que no se deba tratar de resolver el problema. Cualquier progreso, aunque sea parcial, en el sentido de una ciencia más libre y mejor organizada —pues éstos son términos complementarios y no excluyentes— es un progreso social.

La libertad debe combinarse con la organización mediante un aumento de la cooperación informal y de la democracia interna. Ello está en plena armonía con las tradiciones del trabajo científico tanto en los países socialistas como en los capitalistas. Y encaja además perfectamente con las tendencias visibles en aquellos sectores de la ciencia moderna en que se realizan mayores progresos, especialmente en la física y en la bioquímica. Los equipos van sustituyendo a los individuos y los problemas de la cooperación van siendo afrontados en la práctica diaria de muchos laboratorios. Existen dificultades innegables. La actitud temperamental de muchos científicos es contraria a

la cooperación. En realidad se han visto segregados o se han segregado por sí mismos porque sus propios intereses les apartan en cierto modo de sus compañeros, al tiempo que desean estar solos y no compartir con nadie el mérito de los resultados obtenidos, circunstancias éstas que a menudo dificultan el trabajo científico en equipo. Sin embargo, estas actitudes se veían reforzadas en el pasado por un ambiente social de competencia y de progreso personal, pero se trata de algo mucho menos natural de lo que la gente suele creer y la satisfacción experimentada al trabajar en equipo pronto disipará la persistencia de tales actitudes.

La democracia interna de la ciencia no significa una democracia aislada, de la que pudieran gozar los científicos independientemente del mundo no científico. Por el contrario, la democracia de la ciencia sólo puede concebirse como parte de una democracia más amplia. Entre ambas es necesario un alto grado de interpenetración. Como ha mostrado la experiencia de la guerra, no basta que los administradores o los directores del servicio planteen los problemas y que los científicos los resuelvan: los científicos tienen que colaborar con los administradores y los técnicos en la determinación de los problemas en sus contextos reales. E, inversamente, la investigación científica precisa de sus técnicos y administradores. La organización de la ciencia no debe apoyar la concepción de los científicos como una *élite* separada incluso aunque trabajen con un objeto común. Los científicos son solamente un tipo de trabajadores, fundamentales pero no superiores a los de cualquier otro tipo. La comprensión de esta función vital del científico ha llegado hasta los círculos como prueba su preocupación por la organización y la enseñanza de la ciencia. Debemos pensar que el período actual es un período de transición y que está lleno de peligros. En la medida en que el gobierno de la sociedad permanezca en manos de personas educadas para un mundo

anterior, y consiguientemente incapaces de comprender lo que hacen o mandan hacer, y ello en una época en que las técnicas de la destrucción se han completado con fatal perfección, nadie puede sentirse seguro. Esto no es un alegato en favor del control de la sociedad por los científicos, sino en favor de la educación general de un número creciente de personas que quieran convertirse en científicos y en favor de la abolición de la distinción entre la ciencia física y otras formas de cultura que se ha desarrollado durante el siglo actual y que es necesario eliminar.

La estrategia de la investigación científica

Las anteriores consideraciones se aplican principalmente al funcionamiento detallado de la ciencia, a su *táctica*; pero la organización así limitada no puede tener grandes consecuencias.

La ciencia precisa de una *estrategia* además de una *táctica*, tanto en la investigación fundamental como en sus aplicaciones. La tendencia a la especialización científica —la formación de lenguajes especiales, la prolongada especialización indispensable para comprender determinadas ramas científicas— imponen la necesidad de establecer algunos medios de relación entre los especialistas para que puedan utilizar los resultados recíprocamente y no sigan exclusivamente su propia senda cada uno por separado. En Inglaterra, al menos, las urgentes necesidades de la guerra dieron un gran impulso a la idea de una estrategia científica. La ciencia tiene que orientarse hacia finalidades externas definidas, cada una de las cuales implica la aportación de casi todas sus ramas. Ello tiende a destruir las barreras que median entre las ciencias y conduce a la idea de una investigación "objetiva" o *convergente*, en la que los

recursos de todas las disciplinas se dirigen hacia un "objetivo" común: la solución de un problema bélico técnico u operativo, como la perforación de la coraza de un carro de combate o la defensa contra los submarinos. Esto se complementa con el desarrollo de la investigación "subjetiva" o *divergente*, donde se busca una utilización en todos los campos, de un producto o de un conjunto de ideas o artificios, como el radar o los aviones teledirigidos.

El valor de estos métodos en la guerra, bajo el rótulo general de investigación operativa, parecía tan amplio que resultó natural para quienes tenían cierta experiencia de ellos emplearlos en la paz, donde, es cierto, los objetivos eran mucho más vagos pero al menos constructivos. En el Capítulo XIII se ha discutido ya cómo y por qué estos métodos no condujeron a nada. El fracaso, con todo, se debe totalmente a las condiciones impuestas por la economía capitalista, y la necesidad de una estrategia científica sigue en pie, al tiempo que su posibilidad práctica ha sido ampliamente demostrada en los países socialistas. El intento de emplear la estrategia en la ciencia implica una nueva dimensión para el pensamiento científico: la necesidad de considerar todo el progreso de la ciencia como algo más que un simple desarrollo interno y la de relacionarla no solamente con las observaciones contemporáneas sino también con su pasado y su futuro.

La organización de los trabajadores científicos

Las transformaciones científicas no se realizan por sí solas, sino bajo la presión de las condiciones objetivas externas. Al igual que en cualquier otra institución social, tienen que ser realizadas por hombres y mujeres reales dentro y fuera del trabajo científico. Éstos, por su saber y su experiencia respecto de

las tendencias de los acontecimientos, han comprendido la necesidad de una acción inteligente y cooperadora y están dispuestos a dedicarse a ella. El enorme desarrollo de la ciencia en el siglo XIX y todavía más en el siglo XX, ha dado nacimiento a una profesión nueva y rápidamente creciente. Esta nueva profesión es radicalmente distinta de la del científico del siglo XX o anterior. En la actualidad hay seguramente en el mundo más de medio millón de hombres y mujeres que se ganan la vida con el trabajo científico, y entre ellos unos cien mil científicos dedicados principalmente a la investigación. En su gran mayoría son empleados asalariados del gobierno y de la industria, y solamente una proporción pequeña pero muy importante de los mismos está adscrita a los cuerpos académicos. Sin embargo, la ampliación del número de trabajadores científicos ha sido tan rápida que ha superado las posibilidades de organización. Las antiguas asociaciones científicas, ocupadas principalmente del progreso interno de la ciencia y secundariamente de la implantación de niveles profesionales, fueron incapaces de proporcionar tal organización, y de hecho ni llegaron a interesarse por la cuestión.

El nuevo tipo de organización de los trabajadores científicos —aparecido primero en Inglaterra y que se difunde en la actualidad a otros países— tienen claramente un carácter sindical, que considera la existencia de la ciencia como un nuevo factor en la industria y en la agricultura y al trabajador científico como un tipo distinto, pero no esencialmente diferente, de trabajador técnico. Ello dio como resultado la fundación en Gran Bretaña en 1917 de un sindicato especial, la *Association of Scientific Workers*. En otros países con diferente estructura sindical, en la que todos los trabajadores de una industria determinada pertenecen al mismo sindicato, se ha llegado a una asamblea de trabajadores científicos de los diferentes sindicatos en la que se discuten los problemas comunes. En los países

con organización sindical más débil, o donde los científicos no suelen pertenecer a los sindicatos, se han formado asociaciones independientes cuyos objetivos se limitan generalmente a garantizar a la ciencia un lugar adecuado en los respectivos países. Muchas de estas asociaciones se han federado en la Federación Mundial de Trabajadores Científicos, fundada en 1946.

El objetivo de estas asociaciones es doble: en primer lugar, como sindicatos, velar por los intereses y condiciones de trabajo de sus miembros, tarea tanto más necesaria cuanto que el trabajador desorganizado de hoy está muy poco protegido contra la explotación, y, en segundo lugar, ocuparse de la utilización apropiada de la ciencia en la economía nacional y en los asuntos internacionales. Como dice el preámbulo de la *Carta de los trabajadores científicos*:

"Los trabajadores científicos solamente pueden responder a sus obligaciones hacia la sociedad si, y sólo, trabajan en condiciones tales que les permitan hacer pleno uso de su capacidad.

"La principal responsabilidad en el mantenimiento y el desarrollo de la ciencia debe recaer sobre los propios trabajadores científicos porque solamente ellos pueden comprender la naturaleza de su trabajo y la dirección en que es necesario progresar. La responsabilidad en la aplicación de la ciencia, sin embargo, debe ser conjunta de los trabajadores científicos y de la población en general. Los trabajadores científicos nunca han pretendido ni pretenderán controlar el poder administrativo, económico y técnico de la comunidad en que viven. Pese a todo, tienen ya obligación especial de señalar los casos de descuido o abuso del saber científicos que puedan tener consecuencias perniciosas para la comunidad. Al propio tiempo, la comunidad misma debe ser capaz de estimar y emplear las posibilidades ofrecidas por la ciencia, cosa que sólo puede

conseguirse mediante la difusión de la enseñanza de los métodos y los resultados de las ciencias naturales y sociales.

En la postguerra han surgido otras organizaciones más profesionales y menos sindicalistas, pero preocupadas todavía por los efectos sociales de la ciencia. Las más conocidas son el movimiento de Pugwash y el de Linus Pauling, que se ocupan de la responsabilidad que tiene los científicos de revelar los peligros de la guerra moderna y de exigir la aplicación de la ciencia a finalidades constructivas.

La popularización de la ciencia

La popularización de la ciencia implica una comunidad de pensamiento entre los científicos y los no científicos, una amplia comprensión de los problemas sociales por parte de los científicos y una amplia comprensión de la ciencia por parte de la administración, los trabajadores y la población en general. El proceso de difusión del saber científico tiene que proseguir con mayor intensidad que hace un siglo, en la época de su mayor apogeo. Pero la nueva popularización de la ciencia debe diferir de la antigua. No se trata ya de limitarse a mostrar las maravillas y posibilidades de la ciencia. "Dadnos más ciencia —dicen los Huxley y los Tyndall— y tendremos una vida más segura, más rica y más sana para todos." Pero hoy esto no es bastante. En realidad es preciso afrontar la suspicacia muy auténtica o incluso la hostilidad hacia la ciencia que se ha suscitado en los últimos años por la aplicación de la misma a la destrucción y por el temor universal de su empleo en el futuro en formas de destrucción cada vez más horribles. Una amplia comprensión de la relación de la ciencia con el progreso social y la determinación de actuar en consecuencia serán necesarias antes de que la ciencia pueda considerarse con confianza por el mundo. Para el uso pleno y positivo de la ciencia es necesario algo más que

un saber pasivo. Cuando la ciencia forme parte de la educación general será posible y necesaria la participación activa en ella de toda la población trabajadora. Cada una de las fases, de los procesos productivos de la industria y de la agricultura, e incluso los aspectos prácticos de la vida doméstica, pueden convertirse en un campo de experimentación inteligente y de mejoras e innovaciones prácticas.

14.9 LA CIENCIA EN UN MUNDO DE RAPIDO CAMBIO

El carácter de la revolución científica del siglo xx plantea nuevos problemas para la organización de la ciencia, algunos de los cuales se han discutido ya. En muchos aspectos difieren de todo lo que la ciencia ha tenido que afrontar hasta ahora. Se trata de problemas graves, pero somos muy conscientes de ellos y debemos ser capaces de planificar el modo de resolverlos.

Las nuevas condiciones comprenden, ante todo, las mismas dimensiones y el coste de la ciencia, de su crecimiento extraordinariamente rápido y, por consiguiente, la necesidad de formar científicos o, en realidad, de educar en la ciencia a toda la población. Vienen a continuación las necesidades de la planificación científica, la creación de una ciencia de la ciencia.

Estamos solamente en los comienzos de un período en el que la ciencia es el factor determinante de la vida económica y cultural, pero seguimos bajo la influencia de la tradición de una época en la que ocupaba en la vida un pequeño lugar y se la consideraba como algo complementario. La magnitud de la ciencia actual y el número de personas dedicados a ella a todos los niveles, desde la avanzada de la investigación a su

aplicación en una práctica cada vez más extendida, son solamente un anticipo de una época futura en la que la ciencia se convertirá en el factor central de la producción tanto agrícola como industrial. En la técnica el modo de hacer científico está sustituyendo ya al modo de hacer tradicional. La cuestión de sus dimensiones plantea problemas y a pesar de que la ciencia sigue progresando está claro que se hace cada vez menos eficaz. Ha llegado el momento de dejar de considerarla como un factor cultural de la civilización y concebirla más bien como una industria, aplicándole criterios de eficacia y exigiendo una organización adecuada.

Otra consecuencia de las dimensiones de la ciencia contemporánea es que no solamente se incorpora a las actividades de todo tipo, sino que difunde sus propias actividades por todo el mundo. La ciencia se está convirtiendo cada vez más en algo mundial, al ocuparse de problemas como la oceanografía y la meteorología, que solamente tienen sentido sobre esta base, y con los problemas de la geología, la minería, el petróleo y los recursos hidráulicos, que son también problemas universales. Por otra parte, los descubrimientos científicos no se limitan ya al rincón de la Europa occidental y el nordeste americano sino que se difunden rápidamente. Debemos orientarnos hacia un universo en el que la ciencia esté uniformemente distribuida y sea productiva en la misma medida en todas las partes del mundo.

Las necesidades del progreso científico

No sólo ocurre que la velocidad del progreso científico es mayor que nunca sino que su índice de crecimiento aumenta igualmente. De ello se deriva una situación casi paradójica en la que es prácticamente imposible estar al día y,

consiguientemente, producir una obra científica eficaz fuera de un pequeño terreno. Se trata de una paradoja porque en la naturaleza de la ciencia moderna se incluye el hecho de que las interrelaciones entre los diversos campos son mayores que nunca, y por lo tanto es también más importante que nunca disponer de información sobre las diferentes especies de ciencia al mismo tiempo. Crecen también los males de la ignorancia y la duplicación de esfuerzos. Pero si así ocurre en la superficie, no por ello deja la ciencia de verse afectada en su profundidad. Los nuevos descubrimientos no se asimilan —no hay tiempo para ello— y de este modo la estructura ideológica de la ciencia —las teorías e hipótesis científicas— se hallan en un estado de creciente y permanente confusión. El resultado es que no podemos hablar de un *estado* de la ciencia porque ésta se mueva demasiado deprisa y la adopción del punto de vista al que hemos denominado antes *provisionalismo* se convierte en una necesidad. Ello implica además la necesidad de dar pasos deliberados para considerar a la ciencia tan ordenadamente como sea posible en cada uno de los estadios, señalar dónde residen las dificultades y procurar que la gente se ocupen de examinarlas. Es necesario, por lo tanto, la aportación de los científicos teóricos no solamente en las regiones en las que la teoría es indispensable, como las partículas de elevada energía o los códigos genéticos, sino en todas las ramas de la ciencia.

La velocidad del desarrollo de la ciencia y la educación

Un aspecto del problema planteado por la velocidad del desarrollo de la ciencia es el que se refiere a su relación con la educación. Está bastante claro que una persona que haya dejado la enseñanza universitaria a lo sumo hace diez años, es incapaz de seguir el progreso de la ciencia en toda la amplitud del

terreno que hoy se ha hecho necesario para comprenderla y practicarla. Es preciso refundir a fondo nuestra educación. Es evidente que se necesita una educación mayor y más profunda. Ello coincide con la liberación de esfuerzo humano debida a la automatización, que se da incluso en las profesiones administrativas. Se introduce así una idea nueva: la de una educación continuada a lo largo de toda la vida. Se trata de adoptar el modelo chino de "aprender trabajando y trabajar aprendiendo". Y ello está de acuerdo con la desaparición de los antiguos y definidos grupos de edad basados en el trabajo manual y en el cuidado de los niños, de lo que se ha llamado "las siete edades del hombre". El actual sistema educativo tiene que convertirse en otro en el que se dé mayor importancia a la educación de hombres y mujeres de edad mediana, suficientemente viejos para tener alguna experiencia y suficientemente jóvenes para permanecer en contacto con el nuevo saber. Es preciso hallar el modo de conseguir lo mejor en cada uno de los estadios de la vida humana al mismo tiempo que se dilata la duración de la misma.

La importancia de la educación de las personas de edad mediana podría mitigar la práctica actual de dar mayor importancia a los recién llegados, en gran parte por el funcionamiento automático del principio de prioridad a la juventud. Todos estos fenómenos tienen la consecuencia de que en la actualidad casi todos los países estén gobernados por personas completamente incapaces de comprender la nueva base científica de la economía, y la de obligar a personas que poseen bastantes conocimientos científicos a perder el tiempo tratando, /generalmente en vano, de persuadir a virtuales ignorantes de que deben hacer alguna cosa determinada en su propio interés.

La oposición a la idea de la planificación científica se deriva de la industria de la libre empresa. Pero ésta se halla en gran medida anticuada y de hecho en ciertos campos se produce ya la planificación científica, aunque sea del modo más insatisfactorio y estéril. Cuando la ciencia se convirtió en una empresa a gran escala el sistema dominante de planificación científica fue el del proyecto subvencionado. Un equipo de investigación, para ser eficaz, ha de ser bastante amplio y costoso. El modo normal de financiarlo no consiste en ordenar que se realice, sino en dejarlo abierto a pujas o, como podría decirse, a ofertas científicas. Además, los científicos pueden ser competentes, pero tienen que tener ciertos conocimientos en métodos de compra y de financiación para preparar esquemas de investigación y asegurar un presupuesto para determinado número de años. Los *resultados* de la ciencia, salvo en el terreno militar, son más o menos públicos y están expuestos a la crítica pública. La *planificación* de la ciencia, en cambio, es privada y sólo está sometida a la crítica del correspondiente comité, donde los prejuicios y los intereses personales, por no hablar de las consideraciones políticas, predominan ampliamente.

Ha llegado el momento de permitir a los científicos encargarse de la cuestión y discutir y proponer públicamente medidas para un desarrollo apropiado de la ciencia. Por ejemplo, la cuestión de la suma y la distribución del dinero dados a la ciencia espacial en contra de la biología molecular ha sido tema de gran número de protestas oficiosas, pero no existe cuerpo u organización alguna en el que los científicos puedan pronunciarse colectivamente sobre la cuestión.

A veces, tanto en la Unión Soviética como en los Estados Unidos, todo el sistema de planificación en la investigación científica oficial para fines civiles ha tenido que ser refundido y

todavía no se ha encontrado una buena solución. Pero sin esa solución el progreso de la ciencia se hará todavía más costoso y menos eficaz.

Hacia una ciencia de la ciencia

Dos de las dificultades fundamentales de la planificación científica son que la ciencia no se planifica de acuerdo con un principio determinable y que no está sometida a la investigación operativa. Todavía no existe una ciencia de la ciencia, pero se dispone ya de bastante experiencia sobre la planificación y sus resultados para iniciar esta nueva disciplina. El enorme esfuerzo que tiene lugar en todo el mundo para el desarrollo y la utilización de la ciencia, y la cantidad de información que es posible obtener ya sobre lo que ha ocurrido en los primeros sesenta años del siglo xx, proporcionan el material necesario para construir, a partir de él, una ciencia respetable. Ello supone considerar la historia de la ciencia de un modo distinto al que se sigue en la actualidad —como relatos sobre la vida de los grandes hombres o como un ejemplo de las influencias sociales—, de un modo crítico y con respecto a los esfuerzos afortunados y desafortunados para descubrir cosas nuevas o utilizar las ya descubiertas. Debemos investigar no solamente cómo tiene lugar el descubrimiento, sino también por qué no se ha conseguido antes y cuál hubiera sido su curso en ese caso.

Por ejemplo, si en 1897 no hubiera tenido lugar una conversación casual entre Henri Poincaré y Becquerel, tal vez hubieran transcurrido muchos años antes del descubrimiento de la radioactividad. Ello se hubiera producido necesariamente porque existen muchos indicios de su existencia, pero hubiera sido mucho más difícil interpretar el fenómeno. Y si el descubrimiento de la radioactividad se hubiera retrasado, la historia

humana habría sido muy distinta. La Segunda Guerra Mundial y la fisión atómica coincidieron en el tiempo por un simplísimo accidente. Si se hubiera conseguido la bomba atómica cuatro años antes, habría existido la posibilidad de utilizarla durante toda la guerra y no solamente cuando estaba virtualmente terminada. Y en sentido contrario, de retrasarse sólo un par de años tal vez se hubiera destinado tranquilamente a usos civiles y quizá no se habrían suscitado las terribles angustias de la Guerra Fría.

El alegato en favor de la creación de la ciencia, supone que cierto número de personas trabajen juntas para discutirla y enseñarla, al menos en las universidades. Se trata de la realización en el siglo xx de lo que Bacon proponía en el XVII. La idea de una ciencia de la ciencia tropieza con muchos prejuicios por su relación con la controversia religiosa y metafísica. Pero no debemos permitir que tales consideraciones se interfieran en algo que es fundamental para el progreso más adecuado de la ciencia en su conjunto.

Tal vez la más importante consecuencia de la nueva revolución científicotécnica sea que nos obliga a estimar de nuevo la base de nuestra moral, o en cierto modo de la moral colectiva, respecto de la ciencia misma. En la medida en que se ha comprendido, que el progreso de la investigación científica y su aplicación, son las causas primeras del mejoramiento de la condición humana, cualquier interferencia en la investigación científica, sea material o ideológica, se convierte en un crimen. La distracción de capital de la investigación científica y de la educación frena todo el progreso y condena, en algunos casos, a docenas de millones de personas a dificultades y privaciones innecesarias: la falta de investigación en medicina las condena a la enfermedad y a la muerte; la falta de investigación en cuestiones agrícolas las condena a la inanición. Si se trabaja con un equipo de cantidad y calidad inferior a los óptimos conocidos,

se reducen los niveles de rendimiento técnico y la producción es inferior a la que se podría conseguir con el mismo esfuerzo. En pocas palabras, economizar en la investigación es un despilfarro, y un despilfarro que el mundo, en su actual estado de desarrollo, no se puede permitir.

Desde el punto de vista intelectual, el bloqueo de la investigación por el mantenimiento de ideologías superadas es todavía más peligroso. Toda la historia demuestra que el esfuerzo mayor se requiere no tanto para descubrir nuevas cosas como para destruir la ideología superada pero santificada por la costumbre o la religión. Ello se advierte particularmente en las fronteras entre la ciencia y la práctica. Al examinar la ayuda a los países subdesarrollados, por ejemplo, podemos hablar de nuevas técnicas, pero no de los hábitos sociales y económicos que refuerzan la perduración de las antiguas prácticas acientíficas, como, la falta de reforma agraria y la pervivencia de las economías del monocultivo. Al propio tiempo, los llamados argumentos religiosos se usan en contra de la medicina estatal, en algunos países, y para proteger el carácter sagrado de las vacas, en otros. La más peligrosa de estas tendencias retrógradas, por funcionar en los centros científicos de los países capitalistas, es el bloqueo general que se produce contra cualquier ciencia seria o, simplemente, contra cualquier ciencia que reconozca las realidades económicas de una sociedad dividida en clases. La actualización práctica de todas estas implicaciones de la revolución científica puede tardar mucho tiempo. Pero sólo cuando se haya realizado quedará asegurado el progreso de la humanidad.

14.10 LA NECESIDAD MUNDIAL DE LA CIENCIA

La principal conclusión que se desprende de un estudio sobre el lugar y el desarrollo de la ciencia en nuestra sociedad, es que aquélla ha llegado a ser demasiado importante para que se la abandone a los científicos o a los políticos, y que debe ser el pueblo quien la controle para que sea algo beneficioso y no una maldición. Y no se trata aquí de una perspectiva lejana. Dado el uso que se ha hecho de la ciencia, primero por parte de un capitalismo no regulado en la Revolución Industrial y ahora por parte de un capitalismo de monopolio, la situación de la humanidad en el globo, se ha hecho muy insegura. El mundo está amenazado, como nunca lo ha estado, por los dos peligros de la guerra y el hambre.

El peligro de la guerra y cómo combatirlo

La discusión del esfuerzo gastado en preparativos bélicos y en la guerra real, y del modo especialmente íntimo en que la ciencia y los científicos están implicados en ello, ha ocupado, desgraciadamente, demasiadas páginas. Por lo menos hemos examinado algunos de los múltiples modos en que siquiera los preparativos bélicos deforman y perturban el desarrollo de la ciencia. Pero ninguno de ellos es comparable a los efectos de la guerra misma, cuando se dispone de las armas que ya conocemos. Una nueva guerra, de no acabar con la civilización, la haría retroceder muchos años. Se perderían millones de vidas multiplicándose inmensamente el sufrimiento y la enfermedad.

Los recursos del mundo, tal como se utilizan en la actualidad, son insuficientes para satisfacer sus necesidades. Despilfarrarlos en la guerra podría alterar catastróficamente el equilibrio y conducir a un desastre casi ilimitado. Por consiguiente es

cuestión de prioridad absoluta poner fin a la amenazadora posibilidad de una nueva guerra. Y ello puede conseguirse si hay suficiente comprensión y presión popular. Es cierto que la guerra y los preparativos bélicos se han convertido aparentemente en condiciones esenciales para el mantenimiento de la economía capitalista en su fase actual. Pero esto no se debe tanto a la necesidad de defenderlo contra los enemigos internos y externos, sino a que constituye un medio de asegurar el beneficio máximo en la producción de unos bienes que el mercado no puede absorber, y que es necesario emplear para finalidades de destrucción.

El mantenimiento del estado de tensión que pudiera justificar una Guerra Fría de duración indefinida, ha mostrado ser cada vez más difícil. El hecho de que sea cada vez mayor el número de personas que comprenden la naturaleza suicida de las bombas de hidrógeno, hace que los generales e incluso los políticos vacilen al tratar de hacer otra cosa que no sea acercarse al abismo. Tarde o temprano el absurdo de emplear tanto esfuerzo en los armamentos y en la preparación de la guerra científica, en un mundo que no quiere ir a la guerra se dejará sentir y se producirá un retomo a la cordura.

Cuando se haya eliminado la amenaza inmediata de la guerra, el camino quedará expedito para implantar alguna forma de coexistencia entre los dos grandes sistemas de gobierno mundiales, el capitalista y el socialista. Se advierte ya, que ello implica algunas medidas substanciales de desarme, incluido un pacto seguro que prohíba el uso de todas las armas de destrucción en masa: bombas atómicas y de hidrógeno y guerra biológica. Implica además, la reanudación y un gran aumento del comercio entre las dos partes del mundo y una gran cantidad de intercambios científicos y culturales. Las consecuencias de semejante *dátente* en los países capitalistas pueden ser una recesión económica debida a la reducción de los pedidos de

armamento, pero se trataría de algo temporal y sería más que superada por la creciente inversión en el desarrollo interno y por el comercio, especialmente con los países socialistas y subdesarrollados. En éstos, una paz estable y el desarme permitirían dedicar esfuerzos mucho mayores a los bienes de consumo y a los planes de desarrollo. Se dispondría también de más capital para las inversiones y la asistencia a los países subdesarrollados.

En este cambio la ciencia obtendría las mayores ventajas. Si se dedicara a la investigación civil, una fracción substancial de los recursos destinados actualmente a la investigación militar, su consecuencia sería un aumento en medios y energía humana sin precedentes en la historia de la ciencia. Y no solamente esto, sino que sería posible convertir los centros militares en centros de investigación civil del mismo carácter general tan rápidamente como se produjo el cambio inverso en la última guerra, o sea, a lo sumo, en cuestión de pocos meses.

Todas estas esperanzas dependen de la capacidad de los pueblos del mundo para obligar a sus gobiernos a que impidan el desencadenamiento de una Tercera Guerra Mundial. Puesto que las armas que se producen han sido forjadas en gran parte por la ciencia, los científicos tienen una responsabilidad especial y deberían participar ampliamente en todos los esfuerzos por impedir la guerra y eliminar sus causas políticas y económicas. En las condiciones actuales del mundo ésta es una tarea difícil. A los científicos incumbe ante todo la obligación de analizar la situación lo mejor posible, especialmente si poseen capacidad técnica para ello, y a la luz de este análisis informar a sus conciudadanos y unirse a los movimientos que parezcan caminar hacia una paz real y duradera.

La derrota del hambre

Pero incluso sin guerra las perspectivas de la humanidad son bastante difíciles. Hemos explicado ya que la enorme expansión de la agricultura en el siglo xx, tuvo como resultado la producción de una cantidad inmensamente grande de alimentos a costa de un agotamiento del suelo de magnitud sin precedentes. Este agotamiento se deja sentir muy claramente en las reservas del suelo de todo el planeta. Ello ha coincidido con un aumento de población, puesto en movimiento por la necesidad de fuerza de trabajo en la primera Revolución Industrial y que hicieron posible las mejoras de la agricultura, la salud pública y el transporte que acompañaron a aquélla.

Este aumento, iniciado en Inglaterra y en el norte de Europa, se ha difundido no solamente a los países industriales sino a sus campos de abastecimiento de materias primas. La necesidad de aumentar la producción agrícola de alimentos y fibras, hoy ampliamente concentrada en las regiones tropicales y subtropicales, y la producción minera, crea una demanda de fuerza de trabajo adicional, hace aumentar la población y ejerce una presión cada día menos tolerable sobre un abastecimiento de alimentos cada vez más estático. Como hemos visto, no se trata de una consecuencia simple o automática de los factores biológicos, sino de un sistema de cultivo anticuado y vicioso y de una agricultura semifeudal al servicio del gran capital. Pero en la medida en que este sistema perdure, el hambre —y no sólo el hambre, casual, localizada en un lugar determinado a consecuencia de una mala cosecha— será inevitable el resultado.

La ciencia para el bienestar

La destrucción de estas peligrosas tendencias es, ante todo, un problema político y económico. Solamente cuando el mundo esté eficazmente asegurado contra la guerra y sea capaz de dedicar los esfuerzos de hombres y mujeres al bienestar general, será posible considerar · detalladamente la utilización y el desarrollo apropiados de la ciencia. La tarea de utilizar la ciencia para el mejoramiento humano es también primariamente política, es decir, se trata de algo que en último término debe ser decidido por todo el pueblo. Ello no puede hacerse sin la información, que solamente los científicos poseen. Consiguientemente le corresponde al científico, al menos durante algún tiempo, salir de su propia especialidad y trabajar conjuntamente con otras personas —con los trabajadores manuales, con profesionales, etc.— en diferentes cuestiones de la vida para hacer posible la consecución de una sociedad en la que la ciencia pueda utilizarse apropiadamente. No hay razón alguna que les impida hacerlo y será posible iniciar la tarea cuando exista una organización, que incluya a los científicos y a los no científicos en un esfuerzo común.

Al final de los Capítulos X, XI y XIII, al tratar de la ciencia del siglo xx, se ha dicho ya algo acerca de lo que todo esto podría suponer en la consecución de buenas condiciones de vida, de salud, de cultura y en la efectividad y el bienestar generales. Para resumir, podría suponer una nueva revolución industrial y biotécnica cuya primera consecuencia sería no solamente eliminar la necesidad de un trabajo arduo y peligroso, sino también la monotonía del trabajo fabril o administrativo, mediante el desarrollo de mecanismos automatizados de control y de producción.

La energía y la automación como servidores del hombre

Todo ello podría producirse sobre la base de una producción y un aprovechamiento plenos de la energía, de la que sabemos se puede disponer indefinidamente, una vez se la libere del estrangulamiento de la producción de bombas. No será necesario emplearla con parquedad, sino sólo sabiamente. Contar con energía, supone contar con materias primas como el acero y otros metales, con las fibras plásticas, etc., en suma, con todo lo necesario para la industria, el transporte, la vivienda o el vestido. Contar con materias primas significa que las fábricas podrán producir, por medio de la automación, todos los bienes que sea necesario. También supone un sistema racional para el transporte de los bienes de modo que cada uno pueda obtener lo que necesite, sin necesidad de interferirse en las cuestiones de los demás y sin perder el tiempo. Ninguna razón técnica impide la automación del tráfico. Esta gran acumulación de capital exigirá tiempo, pero éste no será excesivo una vez que, aparte de las dificultades políticas, se liberen para el trabajo útil, las grandes reservas de capacidad científica y productiva ahora dedicadas a los preparativos bélicos. La más trágica ironía de nuestra época es, que nuestros mayores esfuerzos materiales e intelectuales se dedican al mantenimiento de la miseria, la ignorancia y el temor. Pero la riqueza, el saber y la libertad pueden existir a una escala ni siquiera soñadas, por los poderosos actuales. Solamente su mezquindad, su estupidez y su miedo les impide participar hasta el límite de sus deseos en el bienestar de todos.

La transformación de la Naturaleza

Al propio tiempo, se emprenderá la transformación de la Naturaleza según las líneas señaladas por las ciencias biológicas y geológicas, con el uso de la maquinaria pesada e incluyéndose entre ella seguramente la energía atómica. Será posible dominar todas las cuencas hidrográficas del mundo, que suministrarán gran cantidad de energía y eliminarán las inundaciones, la sequía y la erosión destructora del suelo, y se ampliarán enormemente las regiones de cultivo y las cosechas. Las consecuencias inmediatas de la desnutrición y los temores del hambre, podrán ser eliminadas y será posible un aumento de la población en buenas condiciones. Además existe la posibilidad de ampliar la extensión de las zonas productivas del mundo extendiéndose a los actuales desiertos y regiones montañosas y haciendo pleno uso de los mares, independientemente de las posibilidades de producción de alimentos por medios microbiológicos y fotoquímicos.

El poder de la investigación

Lo que se describe no son proyectos sin sentido, sino algo plenamente realizable con el material, la gente y el conocimiento que existen ya. Pero se trata sólo de los comienzos de lo que promete la ciencia. Su valor real reside en la revelación de lo que desconocemos, del poder ilimitable de la investigación que, bien manejada y dotada de una organización flexible y libre, puede proporcionar con profundidad y amplitud cuanto la humanidad necesite. Esta es la "luz" que soñó Bacon, "para iluminar y poner a nuestro alcance todo lo que existe en las regiones que se encuentran más allá de los límites de nuestro saber actual". Esta luz será más apreciada en donde sea más útil inmediatamente, al alargar la vida y eliminar la

enfermedad.

Esta revolución económica, agrícola y científica supone, que se invertirá la tendencia a la centralización de la industria, bajo el capitalismo, siendo sustituida por un equilibrio agrícola e industrial en todo el mundo. También implica la integración de la ciencia al lado de las restantes fuerzas productivas. Ello supone un gran aumento en las dimensiones de la ciencia. El esfuerzo que se destine a determinar científicamente qué es lo que se debe realizar, será tan grande como el destinado a realizarlo. La transformación implantará un nivel nuevo de dominio humano sobre todo el contorno. Las revoluciones industriales y agrícolas del pasado han dado al hombre un dominio técnico y organizativo, sobre su contorno orgánico e inorgánico; la revolución actual debe añadir el dominio sobre el contorno social y sobre el desarrollo de la sociedad misma. La consecución de una sociedad sin clases es la primera condición necesaria para la transformación, pero completarla exige algo totalmente nuevo: la consecución, para todos, de la capacidad de una acción social consciente e integrada.

Responsabilidad social

El significado de tal transformación para la ciencia y la cultura en general es intrínsecamente impredecible. Si conociéramos de antemano todas las respuestas para nada necesitaríamos la ciencia. Sin embargo, parece plausible inferir, de la experiencia de la historia, que se llegará a una actividad sin precedentes en la que se crearán nuevas grandes obras de conocimiento y construcción humanas. La vida intelectual, compartida por todos, estará más estrecha y profundamente ligada a las tareas prácticas de la humanidad, y será igualmente más responsable.

El nuevo tipo de sociedad, consciente de que su propio desarrollo es cuestión que dependen de la responsabilidad mutua de todos sus ciudadanos, deberá crear su propia moralidad, la cual, al incorporar todo lo que se ha conseguido hasta ahora, podrá alcanzar nuevos niveles que en la actualidad sólo podemos entrever. La nueva técnica, la nueva ciencia, no pueden coexistir con la moralidad antigua, de la misma manera que no pueden coexistir *con* los antiguos sistemas políticos y económicos. Ello supone un nivel de responsabilidad individual y colectiva muy superior al alcanzado en otra épocas, limitado como estaba a las exigencias de la familia y de las tribu.

La ignorancia suponía automáticamente una falta de responsabilidad. Cuando el hombre no podía comprender o relacionar directamente su buena o mala fortuna, con sus propias acciones no era irrazonable que se creyera dominado por poderes extraños, por el destino ciego o por dioses benevolentes o malignos. En la medida en que existía la responsabilidad individual, se la experimentaba indirectamente. Si el hombre no podía dominar los elementos al menos podía tratar de dominarse a sí mismo, y cuando alguien dejaba de hacerlo desafiando las costumbres de la tribu o los dictados de los dioses, se creía que las consecuencias del acto consistían en la desgracia general. Pero la responsabilidad implicada en los conceptos de rectitud y de pecado es ciega. Sólo puede conducir a la piadosa aceptación de los ritos y tabús de la tribu. Incluso en la época capitalista, la responsabilidad se limita al individuo y se mide en términos de dinero. Si un hombre se conduce honradamente y mantiene a su familia ha cumplido ya su principal obligación social. Las miserias del auge y de la crisis, el desempleo, los barrios miserables y la guerra no tienen nada que ver con él.

Hubo una época en que la ignorancia era virtud. Los dirigentes de la sociedad dividida en clases pensaban que el pueblo no debía saber más de lo necesario para su trabajo, y en particular

que no debía preocuparse por las bases de la sociedad. Con el aumento de saber y de experiencia esa ceguera ya no es aceptable, y en realidad ninguna comunidad industrial moderna puede permitírsela sin perecer. La responsabilidad se convierte nuevamente en algo colectivo y consciente. Los mismos acontecimientos enseñan, si no otra cosa, que los hombres no son unidades aisladas: sus actos más aparentemente aislados intervienen como factores en un movimiento social general. La ignorancia "invencible", que era en realidad invencible y hasta inevitable en el pasado, se convierte hoy en ignorancia "vencible", que ya no se puede permitir. Si algunos se niegan a percibir o aceptar las implicaciones sociales de lo que ven, o si —lo que es peor— por medio del control de la educación y de la prensa, impiden a otros la percepción del significado de la acción social, son enemigos reales de la sociedad. Solamente cuando nadie tenga interés en ocultar las verdades sociales, es decir, en una sociedad plenamente sin clases, todo el mundo podrá comprender sin dificultad alguna la naturaleza de la sociedad en que vive.

Cuando se haya conquistado una base material segura y los recursos naturales se utilicen amplia y sabiamente tendrá lugar el cambio más importante de todos: la liberación, por vez primera, de los recursos latentes en los seres humanos mismos. Todo el mundo —y no ya una clase o una raza particular— podrá crecer y desarrollarse con todas las ventajas de la educación. El niño o la niña podrá emplear plena y libremente su capacidad en el servicio común. Y a lo largo de este proceso se crearán y cambiarán las formas sociales de cooperación, pero ello ocurrirá con plena conciencia y mediante una discusión científica no impulsada ya por dirigentes políticos, o por fuerzas económicas ciegas. En una sociedad que funcione por el pueblo y para el pueblo, y en la lucha por conquistarla, es una exigencia imperativa el mayor conocimiento de la Naturaleza y

de la sociedad. Convertirla en realidad supone la difusión de una auténtica educación popular de un nuevo tipo, de la que se ha hablado ya. En la medida en que esta educación sea eficaz, también lo será la capacidad de los hombres para usar y participar en la ciencia. Finalizará así el aislamiento de la ciencia del resto de la cultura y, análogamente, su aislamiento del pueblo.

A través de la ciencia y sólo mediante ella puede conseguirse la transformación a una sociedad libre de la explotación. A través del largo reinado de las sociedades dominadas por una clase la técnica de que se disponía nunca fue suficiente para elevar la producción por encima de un nivel escasamente superior al de subsistencia, del que se apropiaba la clase dominante. Hoy, gracias a la ciencia, podemos hacer que ese nivel sea tan alto como queramos, pero la miseria y el peligro seguirán dominando el destino del hombre hasta que sea posible emplear libremente la ciencia y no se la deforme como un medio para la destrucción. En todas las luchas de clases anteriores el cambio se limitaba & que una clase sustituía a la otra. En la transformación del capitalismo al comunismo a través del socialismo esa necesidad llegará a desaparecer y la producción será lo bastante grande para eliminar la necesidad de proletarios o siervos. Pero seguirá existiendo la necesidad de la ciencia, no ya limitada a unos pocos especialistas, sino como parte de la vida de todo el pueblo.

Todavía es mucho lo que queda por hacer. El primer y más difícil paso consiste en emplear nuestro saber actual para eliminar los males que conocemos. El segundo es emplear la investigación para hallar nuevos medios de eliminar los males que en la actualidad no es posible evitar, para curar las enfermedades y mantener la vida y el bienestar de todos. Pero más allá hay todavía otras tareas, la de continuar y ampliar la investigación para descubrir los peligros aún no advertidos, contra

los que se debe luchar para destruirlos. Y a la vez, en sentido positivo, precisamos descubrir nuevas cosas buenas, nuevos materiales, nuevos procesos y, sobre todo, bases nuevas y eficaces de organización para la acción social. Esto significa que la tarea del pensamiento humano solamente empieza con el saber. Y del saber debe derivarse un cambio constructivo para que sea posible su propia renovación.

Estas anticipaciones pueden poner punto final al libro, pues su finalidad era examinar el pasado para hallar soluciones para el futuro. En la medida en que el autor se ocupa de la ciencia, le correspondía señalar la participación de la misma en la realización de los cambios y en la solución de los problemas sociales. También ha tratado de mostrar que la ciencia puede contribuir a resolverlos. Éstos no pueden eludirse y sin ella su solución es imposible.

La historia ha sido, en el pasado, la descripción de las intenciones humanas, de las acciones humanas, y de los acontecimientos que con frecuencia eran muy diferentes de las finalidades conscientemente perseguidas. Ha sido el campo de acción de fuerzas que el hombre apenas lograba entrever y que identificaba demasiado fácilmente con seres superiores de los que era juguete. Pero a medida que profundicemos en la historia y empecemos a comprender algo de estas fuerzas y de las leyes que las rigen, los acontecimientos históricos se convertirán cada más en resultado de la acción consciente y planeada. Con el cubrimiento de la ciencia de la sociedad, como decía Hngéis, pieza la verdadera historia de la humanidad.

MAPA 5. El mundo actual.

Este mapa trata de mostrar la distribución de la población, la industria y el esfuerzo científico en todo el mundo, de acuerdo con la discusión del Capítulo XIV. Para subrayar los puntos principales se han acentuado los contrastes. Se advertirá que la mayoría de la población mundial ocupa cuatro grandes regiones: Europa, América del Norte, China y el Japón, la India e Indonesia. La industria mundial, sin embargo, se concentra casi totalmente en las dos primeras, situación con la que no es fácil terminar. Los antiguos centros de población desarrollan rápidamente la industria y crecen muy de prisa otros nuevos. Que hay mucho espacio para la expansión queda indicado por las grandes extensiones en blanco del mapa. A esta escala no es posible representar los centros de producción y de investigación por la pequeñez de las grandes regiones industriales del nordeste de Europa y el nordeste americano. Véase el Mapa 4 para una distribución más detallada de la zona europea. La distribución americana la muestran los símbolos que indican la existencia de universidades y ciudades industriales. No se da una clave para la interpretación del mapa en su conjunto por ser obvia la localización de casi todas las zonas.

