

mos a esa cifra una importancia particular y la tomamos sólo como una cifra bastante probable, para facilitar el cálculo.

Y, por tanto, si admitimos que el organismo humano es una máquina térmica con un «equivalente económico» igual a $1/10$, veamos en qué circunstancias se mantiene la vida humana sobre la Tierra. En los primeros tiempos posteriores a su aparición sobre nuestro planeta, el hombre todavía no añadió nada a las reservas de energía existentes sobre la superficie terrestre. Por consiguiente, debemos suponer que vivía exclusivamente de las reservas que encontró conservadas. Ciertamente, el hombre cazaba animales y pájaros, pescaba, cogía frutos de los árboles, de los que se alimentaba y no proporcionaba a cambio de ello ningún trabajo, es decir, dispersaba energía en el espacio. Si el hombre no hubiese alcanzado un desarrollo superior a los demás animales depredadores, o bien hubiese sido aniquilado por otros animales, o bien hubiese seguido en la tierra en un número correspondiente a la acción de la ley general de la lucha por la supervivencia. Pero hemos visto que bajo la incidencia de algunas circunstancias, principalmente, bajo la influencia de una estructura favorable del cerebro y de las extremidades delanteras, el hombre empezó a gastar la energía mecánica acumulada en su organismo en acciones especiales que tuvieron como consecuencia un aumento de las reservas de energía existentes en la superficie terrestre. Desde entonces, la existencia, la multiplicación, el desarrollo de la humanidad estaban asegurados. El hombre ya no dependía de la cantidad de energía que estaba en reserva. Podía aumentarla según su deseo, para su consumo. Una cuestión de otra índole es saber si la aumentó inmediatamente o si siguió consumiendo durante más tiempo las reservas acumuladas. Claro está, en cada lugar, al principio de la vida humana, la destrucción de los bosques, la aniquilación de los animales salvajes, la pesca superaba la acumulación de energía lograda mediante la agricultura y la ganadería, pero al cabo de un tiempo ambas acciones se equilibraron. Con la posterior multiplicación de la humanidad, la acumulación de energía debida a la agricultura empieza a superar su dispersión. Ciertamente, en la actualidad, de los 1.300 millones de personas que viven en la Tierra, apenas 100 millones siguen alimentándose de la caza, de la pesca o exclusivamente de la ganadería, es decir, de medios proporcionados por la tierra sin que intervenga casi el trabajo humano. Los 1.200 millones restantes están obligados a retener anualmente con la agricultura una mayor cantidad de energía solar transformable de la que se mantendría sin su intervención. Si desapareciese de golpe toda la civilización y unos 1.000 millones de habitantes del globo, naturalmente incluso los 300 millones de personas restantes no podrían alimentarse sólo de productos naturales y una parte de ellas moriría de hambre si no se dedicase a la agricultura. De ello se desprende que al menos 1.000 millones de personas aumentan anualmente con su trabajo la cantidad de energía disponi-

ble del Sol sobre la superficie terrestre, en la proporción necesaria para satisfacer las necesidades de todas las personas que ya no pueden abastecerse con los productos naturales del globo terrestre. Para simplificar el razonamiento, no tenemos aquí en cuenta la industria minera, por ejemplo, las minas de carbón, etc. Naturalmente, no constituyen una retención nueva de energía solar, pero en este caso ello no provoca diferencia alguna porque la energía extraída era ineficaz en la superficie de la Tierra.

Suponiendo un «equivalente [o coeficiente] económico» de esta máquina humana del trabajo, es decir, de toda la humanidad, igual a $1/10$, vemos que el trabajo mecánico de los hombres es capaz de transformar en una forma superior de energía, apta para satisfacer las necesidades del ser humano, una cantidad de energía, que supera en diez veces su propia magnitud; en una palabra, el trabajo humano acumula diez veces más energía de la que el propio trabajo contiene, precisamente tanta como se necesita para obtener la misma cantidad en la forma superior de energía mecánica que se ha utilizado. Siguiendo nuestra analogía con la máquina térmica, vemos que en este caso se cumple precisamente la exigencia de Sadi Carnot de que el trabajo devuelva el calor consumido en la máquina de vapor. En la humanidad, esto se cumple a la perfección. El trabajo humano devuelve a los hombres bajo forma de alimentos, ropa, vivienda, satisfacción de las necesidades psíquicas, toda la cantidad de energía que fue utilizada para la producción de ese trabajo. Ello nos permite concluir que la máquina que trabaja, llamada humanidad, satisface los requisitos expuestos por Sadi Carnot para la máquina perfecta.

Pero en este punto es indispensable ponernos de acuerdo. Si la gente estuviese actualmente frente a la energía solar y el mundo inorgánico, como condiciones inferiores de producción, no podrían salir adelante. No podrían hacerlo simplemente porque todavía no saben producir alimentos directamente, con la acción de la energía solar sobre las sustancias inorgánicas. Por consiguiente, los seres humanos están todavía estrechamente relacionadas con los demás organismos o, por lo menos, con las plantas. De este modo, en este momento se puede llamar máquina perfecta no a la humanidad, sino a la humanidad junto a toda su economía, es decir, los campos, los rebaños, las máquinas, etc. A ello debemos añadir además que admitir que el trabajo del ser humano acumula ahora diez veces más energía solar (con la ayuda de las plantas, de los animales domésticos, de las máquinas) que la energía gastada en el trabajo, es una propuesta bastante dudosa porque significaría que las necesidades de todos los seres humanos se satisfacen en grado suficiente, lo cual, por supuesto, no ocurre en la realidad. Si la cantidad de energía acumulada correspondiese siempre a las necesidades de todos los hombres, no existirían, claro está, en la Tierra, ni pobreza ni estrecheces.

8. El trabajo como medio para satisfacer las necesidades

El grado en que se satisfacen las necesidades por la cantidad efectiva de energía acumulada, depende de varios factores que también debemos analizar por separado. Los principales son los siguientes: la reserva de energía transformable sobre la superficie de la Tierra, el número de personas, la magnitud de sus necesidades, la productividad de su trabajo, es decir su capacidad para aumentar la cantidad de energía acumulada.

Ya hemos examinado la distribución de la energía sobre la superficie de la Tierra durante la aparición del hombre, llegando a la conclusión de que la conservación y la dispersión de la energía estaban más o menos equilibradas. Anteriormente, cuando la vida animal no había alcanzado un alto nivel de desarrollo, tal vez bajo la influencia del contenido de ácido carbónico en la atmósfera, debido a la predominancia de la vida vegetal se produjo una acumulación bastante importante de energía. Pero como esa energía de reserva yacía bajo la tierra como carbón de piedra, ni los animales ni los hombres primitivos podían utilizarla. Era como si no formase parte del presupuesto energético anual de la vida orgánica que la recubría. La cantidad de vida orgánica estaba en relación directa con la cantidad de energía solar conservada por las plantas que vivían en un momento determinado. En suma, podemos decir que por aquel entonces la vida animal sufría un retraso hasta cierto punto con respecto a la vida vegetal, es decir, no dispersaba toda la energía conservada por las plantas. La explicación es evidente. Todavía ahora una parte de la materia reducida se encuentra en los bosques, en los pantanos grandes, en capas de hojas casi podridas, turba y productos análogos no consumidos por los animales. Las plantas que no sirven para la alimentación de los animales o, en todo caso, que no perecen por ello, debieron sobrevivir en la lucha por la supervivencia, por lo que siempre debía conservarse una cierta reserva de vida vegetal, excedente respecto a la vida animal. En cuanto le fue posible, el ser humano utilizó inmediatamente dicha reserva de suerte que los animales no pudieron utilizarla, es decir, no como alimento, sino como material para construir viviendas, para fabricar herramientas y armas, como combustible, etcétera.

Nos parece muy importante el hecho de la existencia de reservas de energía en forma de plantas en el momento de la aparición del hombre en la Tierra porque esta reserva facilitó mucho al hombre la victoria en su lucha por la supervivencia contra los animales salvajes, más fuertes que él, que gracias a su fuerza y su rapidez conseguían alimentos más fácilmente. La capacidad de utilizar el fuego, es decir, una vez más, la energía solar conservada por las plantas, representó una ayuda muy importante para que el hombre consolidase sus primeras y más arduas victorias.

De este modo, si el ser humano consolidó dichas victorias cuando todavía se hallaba en un nivel muy bajo y no poseía las ventajas físicas de muchos animales, ello se debe principalmente a que ya entonces la reserva energética a disposición del hombre era mayor que la de los animales salvajes más fuertes. Los animales podían oponer en su lucha contra el hombre únicamente la energía de su propio cuerpo mantenida por los alimentos, logrados con bastante dificultad, en el marco de la competencia global. El hombre, más débil por naturaleza, los atacaba con toda una reserva de armas ciertamente muy primitivas todavía, pero que eran una reserva de fuerza viva más importante que los fuertes músculos del oso de las cavernas o las afiladas garras del tigre real. Así pues, si bien el hombre, en los primeros tiempos de su existencia, no aumentaba todavía la cantidad de energía en la superficie de la Tierra, o, dicho de otro modo, de acuerdo a nuestro concepto todavía no trabajaba de forma útil, fue muy pronto capaz de elevar, gracias a las reservas encontradas, su presupuesto energético hasta una norma mucho más alta que la de los animales más fuertes. Esta circunstancia decidió a su favor el resultado de la lucha.

La capacidad de vencer con mayor o menor facilidad a todos sus enemigos permitió al hombre vivir de la caza y de la pesca, es decir, utilizar de la forma más directa la energía acumulada en los animales, y dispersarla casi tan inútilmente como ellos. Todavía no podía hablarse entonces de la utilización de otros tipos de energía potencial y cinética, por ejemplo, la fuerza del agua de las cascadas, el movimiento de los vientos, la extracción del carbón de piedra, etc. Si reducimos a una sola toda la influencia del trabajo humano de aquellos tiempos, vemos que se limita a nuevas pequeñas distribuciones de pequeñas reservas de la energía sobre la superficie misma de la Tierra en el mundo orgánico. El trabajo del hombre no llega entonces a incrementar el volumen global de la cantidad total de aquella energía, ni siquiera a utilizar muchas reservas de la fuerza viva que se hallaban a su disposición en las corrientes de agua, los vientos o la conservación de la vida vegetal de los períodos anteriores.

Es evidente que con un método tan poco económico de utilización de las reservas de energía suministrada a los hombres, la cantidad global de energía era sumamente pequeña. Como sabemos que el número de hombres vivos depende directamente de dicha cantidad de energía, es evidente que no podía alcanzar una cifra importante. Vemos ciertamente que las tribus de cazadores y las que viven exclusivamente de la ganadería, nunca son muy numerosas. Por regla general, tan sólo después del principio de la agricultura, es decir, después de la transformación de una gran parte de trabajo mecánico en trabajo útil para aumentar la cantidad de energía que se acumula en la Tierra, empieza la rápida multiplicación de la población.

Para entender la influencia del trabajo útil en dicho aumento de la energía y, por consiguiente, en la multiplicación de la humanidad, debe-

mos conocer mejor el concepto de trabajo, su carácter especial para satisfacer las necesidades, para pasar luego a examinar los distintos tipos de trabajo y demostrar cómo se les aplica la definición del trabajo útil que hemos dado o, dicho de otro modo, qué incidencia tienen los distintos tipos de trabajo en la distribución de la energía.

Podemos imaginar hasta qué punto resulta difícil, si no se aplican los métodos de las ciencias naturales modernas, definir el carácter del trabajo, al comparar las tres definiciones siguientes del trabajo que encontramos en un Gran Diccionario Enciclopédico⁶⁰: «*Quesnay* dijo: el trabajo es improductivo. *Adam Smith*: Sólo el trabajo es productivo. *Say*: el trabajo es productivo, los agentes naturales son productivos y los capitales son productivos».

¿Cómo conciliar semejantes contradicciones? Por lo visto, se trata de una discusión sobre términos admitidos con un distinto significado. Ciertamente, Adam Smith dice: «El *trabajo anual* de la nación es el primer fondo que proporciona para el consumo anual todas las cosas indispensables y cómodas para la vida; todas estas cosas constituyen siempre el producto directo de ese trabajo o se compran a otras naciones por el valor de dicho producto». *Sismondi* añade a la definición de Smith una observación: «Adam Smith y yo creemos que el trabajo es la única fuente de riqueza, que el ahorro es el único objetivo de esa acumulación, pero añadimos que el consumo es la única finalidad de dicha acumulación y la riqueza nacional crece únicamente con el consumo nacional»⁶¹.

Quesnay, a su vez, dice lo siguiente: «Debimos observar en los razonamientos de los que hablan, que no se trata realmente de producción (es decir: de una simple producción de las formas que los artesanos dan a la materia que elaboran), sino de la producción *real* de la riqueza. Digo producción real porque no quiero negar que existe un aumento de la riqueza a la materia prima de las producciones de los artesanos ya que el trabajo aumenta realmente el valor de la materia prima de sus producciones», e incluso «hay que distinguir la composición de las riquezas de su producción»⁶².

Actualmente podemos reducir estas contradicciones a que, claro está, el trabajo no produce materia, y, por ello, toda su productividad puede consistir en unir algo creado con el trabajo, a la materia. Este «algo» es, según nuestro parecer, la energía disponible. Por otra parte, vemos que el único medio con el que el ser humano puede en cualquier caso aumentar

la cantidad de energía transformable es aplicando su trabajo, es decir, usando la energía mecánica que ha acumulado en él. Por ello, *Quesnay* tiene razón cuando dice que el trabajo no produce la *riqueza real* porque el trabajo no crea materia. Pero también tiene razón *Smith* porque lo que necesitamos en cualquier riqueza, la satisfacción de nuestras necesidades mediante el consumo de la energía previamente conservada, se realiza *únicamente con el trabajo*.

Sin embargo, no hay que olvidar que, además del trabajo, la superficie de la Tierra acumula siempre las consabidas reservas de energía que pueden ser consumidas por el hombre. Pero los antiguos economistas ya entendían que estas reservas son insignificantes en relación a las que se consiguen mediante el trabajo. Por ejemplo, *James Stuart* dice: «Los productos naturales de la Tierra suministrados por la tierra sólo en pequeña cantidad y de forma totalmente independiente al hombre, recuerdan la pequeña cantidad de dinero que se da a un joven para ponerle en el camino de la vida y darle la posibilidad de iniciar cualquier empresa industrial, con la que debe intentar forjarse su propia felicidad»⁶³.

De este modo, nos corroboran desde todos los lados que los productos naturales de la tierra son incapaces de satisfacer todas las necesidades del género humano. Para satisfacerlas, hay que aumentar la cantidad de estos productos. Un medio para ello es el trabajo útil. Por ejemplo, el objetivo directo de cualquier trabajo estriba en satisfacer las necesidades. Para nosotros, las necesidades son la conciencia de una aspiración orgánica indispensable hacia un intercambio o metabolismo determinado de energía entre el organismo del ser humano y el entorno natural. Pero, ¿por qué estos intercambios son indispensables y para quién son indispensables? A ello podemos contestar que son indispensables porque en la lucha de las distintas aspiraciones resultaron ser los más fuertes y por ello se mantuvieron, mientras que otros no tuvieron tiempo de desarrollarse. Son indispensables para la multiplicación y el desarrollo del hombre porque, si estas aspiraciones fuesen nocivas para él, prevaleciendo sobre otras, aniquilarían la posibilidad de multiplicación, desarrollo e incluso de la propia existencia del ser humano. Por ejemplo, suponiendo que la necesidad es una cantidad conocida de energía del organismo y del entorno natural, vemos inmediatamente que el trabajo es la manifestación de energía del organismo humano mediante la cual consigue la cantidad de energía que, sin su intervención, es insuficiente en la naturaleza para el metabolismo necesario para el hombre.

Ciertamente, vemos ahora que algunas necesidades son satisfechas sin que intervenga el trabajo del ser humano, es decir, que encuentran en la

⁶⁰ *Dictionnaire encyclopédique du XIXème siècle*, Article Travail.

⁶¹ Adam Smith. «Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations». *Collection des principaux économistes*. T. V., p. 1.»

⁶² *Quesnay*. «Dialogue sur les travaux des artisans. Collection des principaux économistes. *Physiocrates* II, pp. 187-188.

⁶³ James Stuart. *Principles of Politic. Econ.* Edit. Dublin. T. I, p. 116. Citado por Marx. *El Capital*, p. 122.

naturaleza reservas siempre disponibles de la energía indispensable. Otras, por el contrario, pueden satisfacerse únicamente si el hombre crea estas reservas de energía con su trabajo. Echaremos una rápida ojeada a una serie de necesidades y seguiremos la clasificación de las necesidades adoptada por *Letourneau* en su «Fisiología de las pasiones»⁶⁴.

Fundamentos de dicha clasificación

1. Necesidades alimentarias
Necesidades circulatorias
Necesidades respiratorias
Necesidades digestivas
2. Necesidades sensitivas
Necesidad de ejercitar los
órganos especiales de los
sentimientos
Necesidades del placer
3. Necesidades cerebrales en
en el sentido propio del término
Necesidades afectivas
Necesidades intelectuales

No vamos a hablar ahora de cómo se expresan las distintas necesidades en nuestra conciencia, sino que nos detendremos sólo en cómo se satisfacen. Vemos que las necesidades del primer apartado, es decir, de la alimentación, se satisfacen en parte sin trabajo por parte del hombre, y en parte exigen que aumente la reserva de energía en el entorno natural.

Las necesidades circulatorias suelen satisfacerse por el propio organismo del hombre, sin intervención por su parte, y en este sentido no le exigen ningún trabajo. Es evidente que la contracción cardíaca se realiza de forma inconsciente e involuntaria y no puede ser incluida en la categoría de trabajo. Pero pueden darse circunstancias en las que la circulación se retiene en un órgano. Ello sucede cuando este órgano está sometido a una larga presión, por ejemplo, si la mano del hombre está atada con una cuerda o si se queda atrapada en una posición incómoda. Entonces, para satisfacer las necesidades circulatorias, es preciso que el hombre realice un determinado trabajo mecánico que sea un trabajo útil en el caso de que aumente la cantidad de energía

transformable del organismo o que evite su dispersión. Una importante parte del trabajo de los médicos y cirujanos debe referirse a la satisfacción de las necesidades del organismo de una circulación sanguínea normal.

Del mismo modo, podemos analizar las necesidades respiratorias. En los tiempos normales, la naturaleza proporciona al hombre una cantidad casi ilimitada de aire fresco y, por consiguiente, la reserva de energía indispensable para satisfacer las necesidades respiratorias del ser humano no precisa un aumento mediante el trabajo del hombre. Pero cuando muchas personas deben vivir en un espacio cerrado, la reserva de aire puro es insuficiente para satisfacer todas las necesidades respiratorias. La gente, que con su trabajo construye la ventilación, aumentan la reserva de energía necesaria en aire puro que satisface la necesidad humana de la respiración. En este caso, el aparato de ventilación es un trabajo útil porque con esta acción se alcanza el aumento de la cantidad total de energía transformable mejorando la salud de las personas o, en todo caso, impidiendo que la gente se ahogue. De este modo aquí, como en el primer caso, la necesidad respiratoria se satisface ya sea de forma directa mediante el intercambio de energía, ya sea aumentándola con el trabajo humano.

Todavía más prevalece el trabajo sobre la propuesta natural de la naturaleza cuando se satisfacen las necesidades digestivas. Ya hemos apuntado que el número de personas que se alimenta ahora directamente de los productos de la naturaleza no es muy importante. Incluso los que viven de la caza y de la pesca tienen que trabajar (es decir, aumentar el intercambio de energía en gran medida) para lograr las reservas energéticas indispensables para satisfacer sus necesidades alimentarias. Todos los hombres que se alimentan de productos de la agricultura y de la ganadería satisfacen, en las condiciones actuales, sus necesidades alimentarias casi exclusivamente gracias a la energía solar sobre la superficie de la Tierra por el trabajo del hombre. En resumidas cuentas, por tanto, estas necesidades se satisfacen en parte por la energía que ya está disponible en la Tierra, pero mucho más con su aumento mediante el trabajo.

Las necesidades de los placeres, desde los más bastos hasta los más refinados, por ejemplo, el placer de la música, la pintura, etc., exigen cada vez más trabajo para ser satisfechas. Entre los chukchis semisalvajes, que se comen con el deleite el pescado podrido que el mar arroja a la orilla, y Haydn, que, a los ocho años, trabajaba ocho horas diarias en su viejo piano de cola y se sentía totalmente feliz, la diferencia, claro está, es muy grande. Pero toda ella tiene cabida en los límites entre la cantidad de energía suministrada por la naturaleza para el metabolismo del ser humano, y la cantidad que el hombre hace aumentar con su trabajo. Ninguna otra fuente de energía solar, aparte de la energía solar retenida por las plantas de las que se alimentan los peces arrojados podridos a la orilla del mar, ni tampoco la energía solar, conservada en las células nerviosas y las fibras

⁶⁴ Letourneau. *Physiologie des passions*, 2ème édition, Paris, 1878, p. 7.

musculares de Haydn, intervinieron en la satisfacción grosera de las necesidades de placer del salvaje, ni en el entusiasmo del futuro compositor.

Las necesidades de ejercitar los sentimientos se adecuan totalmente, a nuestro parecer, a las necesidades fisiológicas que ya hemos analizado, por una parte, y a las necesidades de placer, por otra parte. Debemos observar que las necesidades como la vista, el tacto, el olfato, etc., se satisfacen en gran parte con los intercambios de energía que existen en la naturaleza, y como el ser humano interviene con su trabajo para satisfacerlas, pueden ser relacionadas con las necesidades del placer.

No podemos aquí tratar de las necesidades morales y espirituales con los suficientes detalles. Pero aquí vemos también que no hay otro método de satisfacerlas que no sea el intercambio de la energía que ya existe sobre la Tierra, o introducida en el presupuesto con la actividad del ser humano. Cuanto más alto es el desarrollo del ser humano, más trabajo tiene que dedicar para satisfacerlo. Tomemos el ejemplo de la necesidad moral del sentimiento de compasión, y veremos que en los primeros tiempos de la existencia del humano, casi no influía en la cantidad de trabajo; pero ahora, sin hablar de la organización de la beneficencia cotidiana, más o menos global, el sentimiento de compasión desempeña un papel muy importante incluso en algunos movimientos sociopolíticos, y en general, la cantidad de trabajo que provocan se ha vuelto muy importante.

Lo mismo podemos decir de la necesidad del conocimiento científico que tomamos como ejemplo de necesidad intelectual. La satisfacción de este aspecto de la vida humana que no suscitó trabajo alguno en el hombre primitivo, suscita actualmente la construcción de universidades con laboratorios, lleva a organizar expediciones científicas y, en general, toda una serie de acciones que suponen un importante uso del trabajo.

Este rápido análisis de la satisfacción de las necesidades humanas nos permite ver que, cuanto más progresa el desarrollo de la humanidad, más trabajo hace falta para satisfacerlas. De este modo, la cantidad de trabajo y el aumento que implica en el intercambio energético sobre la superficie de la Tierra, deben incrementarse de forma constante no sólo porque el número de personas aumenta, sino también porque crece el presupuesto energético de cada ser humano. De este modo, si, por ejemplo, actualmente la relación del trabajo mecánico de cada persona respecto a su presupuesto energético es igual a $1/10$, en el hombre primitivo esta relación podía ser de sólo $1/6$, y con el posterior desarrollo de la humanidad, podría ser de $1/12$ o más. Para un mismo grado de satisfacción de todas las necesidades, el trabajo del hombre de los tiempos primitivos precisaba acumular en la superficie de la Tierra, sin contar los productos naturales de la tierra, tan sólo seis veces más energía solar de la que dispersaba en su consumo. El hombre de nuestros tiempos debe acumular diez veces más, y en el futuro, tal vez, tendrá que acumular 12 ó 15 veces más. Pero eso no

es todo. Los hombres primitivos, supongamos, eran solamente unos 100 millones de personas, poseían la misma cantidad de energía solar, si no es más, que nosotros, pero la humanidad actual debe acumular, para satisfacer de forma equivalente las necesidades $(1 \times 13 \times 10)/6 = 21,66$ veces más energía solar que el hombre primitivo [suponiendo una población actual de 1.300 millones y un «equivalente o coeficiente eco-nómico» de $1/10$]. Cuando el número de personas alcance los 2.000 millones y el equivalente económico caiga, supongamos, hasta $1/12$, la humanidad deberá acumular 40 veces más energía respecto del estado primitivo, el metabolismo energético de la humanidad deberá aumentar en esa cuantía. De este modo, si decimos que la productividad de la máquina humana de trabajo en la época primitiva era igual a 1, ahora esta producción ha de ser de 21,66, y con el tiempo tendrá que ser igual a 40 y más. Si comparamos el crecimiento de la población con el aumento de la productividad, vemos que en nuestras cifras como en la realidad, la productividad aumenta más deprisa. Por consiguiente, la máquina de trabajo, llamada humanidad, no sólo crece, se hace más fuerte, sino también más perfecta. Por ello, tenemos derecho a concluir que, junto con el aumento de las necesidades y la caída subsiguiente del «equivalente económico», se produce un aumento de la productividad del propio trabajo. Gracias a distintos perfeccionamientos, una menor cantidad de energía del trabajo humano es capaz de convertir mayores cantidades de energía que antes en formas superiores. En los dos capítulos siguientes, trataremos de las causas de este aumento.

9. Los distintos tipos de trabajo y su relación con la distribución de la energía

Es preciso que analicemos, aunque sea brevemente, los principales tipos de trabajo, y por ello, volvemos a empezar por la caza y la pesca. Hemos reconocido en parte la utilidad de este tipo de trabajos porque, en esencia, sólo modifican la dirección del intercambio de energía sobre la superficie de la Tierra, pero no la aumentan desde el punto de vista cuantitativo. Sin embargo, estos tipos de trabajo pueden ser analizados desde otro punto de vista. No cabe duda de que el trabajo psíquico que se efectúa en la cabeza del ser humano bajo el influjo de una buena alimentación, se diferencia del trabajo psíquico que realizan los animales que le proporcionan los alimentos. El trabajo cerebral del ser humano puede expresarse por la dirección de su actividad mecánica que tiene como consecuencia la incorporación de una cantidad de energía solar sobre la superficie de la Tierra. Ya hemos hablado de los resultados de la incorporación de estas cantidades excedentes de energía, por ejemplo, bajo forma de la ca-

pacidad de utilizar el fuego, las herramientas de madera, etc. Además hemos dicho que precisamente esta cantidad adicional de energía, incorporada por el hombre, ha permitido su victoria sobre los animales. De este modo, el trabajo, utilizado para cazar y pescar, aunque de forma indirecta, aumentó, durante un tiempo muy breve, el intercambio de energía sobre la superficie de la Tierra y, por ello, debe ser incluido en la categoría del trabajo útil o de trabajo en general en el sentido propio del término.

Paralelamente a la caza y a la pesca, se fue desarrollando la fabricación de las armas y de las herramientas. En este punto, la relación entre el aumento de la energía y el trabajo es ya mucho más claro que en la caza primitiva o en la pesca sin la ayuda de herramientas. Es evidente que la más sencilla hacha de piedra proporciona una enorme acumulación de energía si la comparamos con la cantidad de energía necesaria para derribar un árbol con la fuerza muscular sin ninguna herramienta. Pero esto no es todo. Utilizando el hacha de piedra más rudimentaria, el hombre podía talar árboles que no hubiese podido derribar sin hacha, y cuyas reservas de energía, por tanto, no se hubiesen introducido en el intercambio de energía durante decenios o siglos o, por lo menos, no hubiesen estado a la disposición de la Humanidad. De este modo, la fabricación del hacha de piedra en sí llevó en primer lugar a la conservación de una parte de fuerza muscular del trabajador (es decir, de una cantidad determinada de energía transformable); en el segundo caso, provocó el aumento del intercambio de energía solar transformable conservada por la madera en su sustancia.

De una forma menos directa que en la fabricación del hacha de piedra, pero sin embargo con la suficiente evidencia, se observa la conservación o el aumento del intercambio de energía en la fabricación de las redes de pescar. Debemos recordar aquí el mismo argumento que hemos dado para la madera. Es cierto que tal vez la pesca con redes exija no menos tensión muscular que la pesca con las manos vacías, tal vez exija un poco más, pero, en cambio, en otros sentidos, representa más conservación de energía. Por ejemplo, el ser humano puede pescar con la red tantos peces durante una hora como pesca durante diez horas con las manos. Suponiendo que en ambos casos tenga que estar en el agua, la pérdida de calor será en el primer caso muchas veces inferior que en el segundo. De este modo, la invención de la red para pescar produjo una importante conservación de la energía. El aumento del intercambio de energía mediante la red de pescar se produce si la alimentación de las personas pasa de ser escasa a abundante, y de este modo se desarrolla en ellos la capacidad de realizar más trabajo mecánico. Como el trabajo mecánico del hombre desempeña en cuanto al aumento del intercambio de energía en la Tierra un papel más positivo que el trabajo mecánico de los peces, se obtiene, por tanto, un aumento directo del intercambio de energía.

El mismo argumento puede aplicarse a los primeros objetos de alfarería, incluso a los más toscos, indispensables para preparar la comida. Es cierto que durante mucho tiempo ha imperado la opinión de que la carne cruda era más alimenticia y más fácil de digerir que la carne hervida, pero en los últimos tiempos, se ha vuelto a preferir la carne hervida. Aquí no hacemos una comparación con la carne asada, porque la gente, probablemente, aprendió a asar la carne antes del principio de la alfarería. En cuanto a la carne hervida, los análisis han demostrado que contiene más albúmina y menos agua con el mismo peso que la carne cruda y que es, probablemente, más alimenticia y menos pesada para el estómago⁶⁵. Pero lo que puede ser discutible en lo que a la carne se refiere, es aceptado por todo el mundo respecto a las verduras, a saber que las verduras hervidas son más fáciles de digerir que las crudas. Por ello, no cabe duda de que el trabajo, empleado en fabricar instrumentos, se ve generosamente recompensado por el ahorro de energía en el organismo del hombre y por la incorporación en el intercambio de las nuevas cantidades de energía solar contenida en las plantas, que, sin su intervención, tal vez tardaría mucho en participar en el intercambio o se dispersaría, por ejemplo, en la putrefacción de forma improductiva.

Después de estos ejemplos, nos parece que ya no merece la pena que nos detengamos en la incidencia de la fabricación de las armas y de las diversas herramientas primitivas en el intercambio de energía para la vida doméstica del hombre primitivo. Por ello, podemos pasar directamente a la fabricación de la indumentaria y a la construcción de la vivienda.

Todos los trabajos previos (que suelen ser no pocos) indispensables para la preparación de la tela de la que se hace la indumentaria, no aumentan en sí el intercambio de energía. Lo mismo podemos decir de la fabricación de la indumentaria. Pero en realidad, todos estos trabajos tienen que considerarse trabajo útil porque su objetivo final (que consiste en conservar una parte de la energía transformable acumulada en el cuerpo humano, protegiéndolo del frío, del viento, de la lluvia, etc.) no puede ser logrado si no es con la ayuda de esas operaciones previas.

Otro tanto podemos decir de la construcción de las casas. A primera vista podría parecernos que, por ejemplo, la construcción de una casa de piedra implica dispersión y no conservación de energía. El ser humano gasta cantidades enormes de trabajo mecánico, es decir, dispersa en el espacio una inmensa cantidad de energía transformable, extrayendo de la tierra las piedras necesarias para la construcción. Estas piedras están compuestas en su mayor parte por sustancias saturadas y no contienen casi ninguna reserva de energía transformable. Sin embargo, el hombre no se

⁶⁵ Véase. *Análisis de la carne en la sección pedagógica de la Exposición Universal de París.*

limita a gastar trabajo mecánico para extraerlas. El mismo trabajo, si no es más, gasta para dar a esas piedras una forma determinada que no hace variar su composición ya que siguen sin contener ninguna energía transformable conservada. Pero el trabajo del hombre no termina aquí. Lleva, y a veces arrastra, como, por ejemplo, para construir las pirámides egipcias y los palacios, enormes partes de los futuros edificios y los pone en un lugar determinado destinado a la construcción. Hasta ahora la energía transformable sólo se dispersa sin ninguna recompensa. Todavía sigue gastándose en la fase siguiente del trabajo: mientras se erige el edificio. Por último, la construcción finaliza, y el hombre, instalándose en la casa que ha exigido tanto gasto de trabajo útil, empieza sin ningún esfuerzo por su parte a recibir con creces, bajo forma de conservación del calor en su cuerpo, bajo forma de protección, comodidad y otras muchas ventajas, la recompensa por toda la energía perdida en la construcción de la casa. Así es el proceso habitual del trabajo. El hombre emplea a veces durante años enteros su trabajo mecánico en sustancias que no contienen casi ninguna reserva de energía transformable, y no convierte directamente con su trabajo ni siquiera la cantidad más insignificante de energía inferior en energía superior. Sin embargo, con el gasto de su energía, consigue en fin de cuentas una transposición de las partes de la materia tal que el ahorro de energía empieza a realizarse de por sí, o, en todo caso, es una posibilidad cómoda de impedir la dispersión de la energía transformable que ya está a disposición del hombre bajo la forma de la energía conservada.

Ha llegado ya el momento de tratar el tipo de trabajo que proporciona tal aumento de energía que posibilita los gastos prolongados con otros tipos de trabajo que preceden a la recompensa. Queremos referirnos a la agricultura o, en general, a la consecución de alimentos. Es cierto que los alimentos son indispensables para el ser humano en todas las circunstancias, y sólo le dan la posibilidad de emprender otros trabajos de cualquier tipo que provocan el aumento general del intercambio de energía, es decir, que satisfacen a las necesidades del ser humano. Por las causas que hemos mencionado antes, podemos excluir del concepto de agricultura toda la utilización directa de los productos de la tierra que se consiguen sin la intervención del hombre. Entenderemos como agricultura y sus productos únicamente el gasto de trabajo mecánico del ser humano destinado directamente a aumentar la conservación de energía solar por las plantas, y los resultados de dicho gasto.

Las acciones que realizan los hombres con este objetivo, al igual que en la construcción de una casa, comprenden toda una serie de gastos energéticos, que hallan su recompensa solamente al final, en el consumo de los alimentos. Sin entrar todavía en el análisis del trabajo necesario para preparar los aperos de labranza, empezaremos por el trabajo de la tierra. Al igual que las piedras con las que se construye una casa, el terreno donde

trabaja el agricultor está compuesto por sustancias cuya afinidad química está ya saturada, cuya temperatura es baja y que, en general, contienen una reserva muy escasa de energía transformable. Todo el trabajo mecánico del hombre para mover el terreno con azada, no le añade energía alguna; sólo permite que penetren en él los rayos del sol y el aire.

Cuando construye una casa, el hombre gastaba sólo la reserva de energía acumulada en sus miembros. En la agricultura, tiene que hacer más. Debe echar en la tierra la reserva ya preparada de energía en forma de semillas, obligándose a no utilizar esta reserva durante casi un año. Por otra parte, en la mayor parte de países, debe dar al terreno una reserva suplementaria de energía mediante los abonos, es decir, con sustancias que, ciertamente, no valen para la alimentación humana, pero que contienen todavía cierta reserva de energía transformable y, por ello, todavía aptas para la calefacción (estiércol), para determinadas ramas de la industria (abonos químicos) o incluso para alimentar a los animales domésticos (abonos verdes). Únicamente con estos considerables gastos de energía la vida vegetal es capaz de producir la importante acumulación de energía solar, cuya introducción en la superficie de la Tierra es el objetivo inmediato de la agricultura.

Todos los trabajos subsiguientes de la agricultura, así como la elaboración de sus productos, exigen de nuevo un gasto de trabajo por parte del ser humano. La cosecha, el transporte del grano, la trilla, la cocción del pan, todas estas acciones en sí no sólo no ahorran energía transformable, no sólo no aumentan su cantidad que se encuentra en intercambio sobre la superficie de la Tierra, sino que, por el contrario, dispersan la energía que está acumulada en el organismo del ser humano. Sin embargo, en fin de cuentas, todos estos gastos se ven compensados cuando se utiliza la reserva de energía disponible que se ha acumulado en el producto agrícola. La cuestión más importante es en este caso la relación que existe entre el trabajo humano y la cantidad acumulada en el producto agrícola. Si adoptamos el «equivalente económico» del ser humano igual a $1/10$ [cociente entre trabajo proporcionado y energía consumida], y suponemos que la cantidad de trabajo mecánico utilizado en la agricultura es igual a $1/2$ de todo el trabajo humano en su conjunto; si sabemos además que toda la reserva de energía transformable es obtenida por el ser humano a partir de la alimentación (el oxígeno del aire, conseguido sin particular esfuerzo, no entra en el cálculo), debemos admitir que para devolver al ser humano toda la energía que se gasta en la agricultura, la acumulación de energía solar en el producto agrícola debe superar en 20 veces la cantidad de energía del trabajo mecánico del ser humano que utiliza para la agricultura.

En las condiciones actuales, la ganadería está tan estrechamente vinculada con la agricultura que podemos analizarla del mismo modo. La canti-

ble, sus reservas son todavía tan grandes y la posibilidad de nuevos inventos es tan probable antes de que se agote, que los hombres no pueden actuar de modo distinto a como han hecho hasta ahora, es decir, intentando, en la medida de sus posibilidades, aumentar la energía disponible mediante la extracción del carbón.

Pensamos que después de los ejemplos que hemos presentado, no hace falta detenernos en otros casos de la industria minera y transformadora. Todas las empresas: oficios, manufacturas, fábricas que fabrican artículos para la indumentaria, la vivienda y la alimentación, o para construir vías de comunicación, para drenar los pantanos, canalizar las ciudades, etc., utilizan todas ellas una cantidad determinada de energía transformable bajo forma de trabajo mecánico del ser humano, pero todas ellas devuelven, de forma directa o indirecta, este consumo con exceso de energía incrementando el metabolismo energético, o mediante la posibilidad de conservar una parte de la energía y utilizarla con más provecho en cualquier industria nueva.

Nos queda todavía analizar los tipos de trabajo que, al ir unidos al gasto de energía, en parte bajo forma de trabajo mecánico, en parte bajo forma de energía nerviosa, nunca devuelven directamente a la humanidad la energía gastada, en forma de ahorro de la energía solar, y sin embargo deben ser considerados trabajo útil. Nos referimos a los tipos de trabajo improductivo, pero sin embargo útil, cuyo análisis y clasificación realizó Mill con gran claridad en su «Economía Política»⁶⁶.

No vamos a entrar en un análisis detallado de los distintos tipos de este trabajo, sino que tomaremos únicamente dos ejemplos del campo del trabajo intelectual y del campo del arte, intentando elegirlos de modo que la productividad de dicho trabajo, en el sentido del aumento directo de la energía, sea lo menos evidente posible, es decir, el trabajo de las personas que durante toda su vida no producen ni la más mínima utilidad material.

Tomaremos como ejemplo del trabajo intelectual a un maestro de escuela primaria que se ha limitado durante toda su vida a la enseñanza y no ha dejado tras de sí ninguna línea impresa. Sin embargo, la cantidad de energía transformable que ha introducido en el presupuesto de la humanidad, puede ser bastante considerable. Supongamos que, habiendo enseñado aritmética a los campesinos de su distrito, el maestro les libera de caer en una serie de pequeños engaños y que la cantidad total de este ahorro sea de 500 rublos anuales. Esta cantidad, en las manos de personas que suelen aprovecharse de la incultura de los campesinos, es decir, de los jefes del *vólost*⁶⁷, de los recaudadores de impuestos, los pequeños comerciantes

y los *kulaks* de los pueblos, se va sobre todo en beber vodka porque sólo así, es decir, con regalos mutuos, se mantiene la solidaridad entre los explotadores. Si han aprendido a contar, los campesinos no se dejan engañar tan fácilmente y consiguen ahorrar esos 500 rublos gracias al desarrollo que han recibido a través del maestro. Con ese dinero compran cinco pares de bueyes más que, en la economía de la comunidad campesina, constituyen un importante incremento de la fuerza trabajadora. Esos bueyes permiten arar, por lo menos, 60 *desiatinas* más por año o, si no se dispone de más tierra, mejorar considerablemente el trabajo de más de 120 *desiatinas*, con lo cual, en ambos casos, se aumenta la cosecha, es decir, se aumenta el presupuesto de la energía solar conservada por los hombres. Es evidente que no podemos atribuir todo este beneficio al trabajo del maestro porque es indudable que el trabajo de los campesinos que aprenden aritmética, y que ahora trabajan con cinco pares más de bueyes, ha participado en la conservación del exceso de energía. Pero, por otra parte, es evidente que el trabajo del maestro no puede ser excluido de la participación en la producción de dicha conservación. Ello nos permite ver que la cadena de argumentos que llevan a demostrar la utilidad (en el sentido que le hemos dado a la palabra) del trabajo del maestro, no es en absoluto más larga, sino más corta que la cadena de argumentos que demuestran lo mismo para el trabajador que pica piedras para construir una casa.

Como ejemplo de trabajo útil del artista tomaremos al artista músico que durante toda su vida no ha hecho sino ejecutar de forma satisfactoria las obras de otros compositores. Para explicar en este caso la utilidad de su trabajo, es preciso que volvamos a la clasificación de las necesidades que hemos dado. Hallamos la explicación a esta utilidad examinando las categorías de la utilidad del ejercicio de los órganos especiales de los sentimientos y del placer. Desde la época de las obras de *Helmholtz*⁶⁸ sabemos que los sonidos conocidos incitan los órganos a una buena actividad. Otros sonidos, por el contrario, les provocan sensaciones dolorosas. El arte musical consiste precisamente en esa combinación de los primeros sonidos o tonos que son menos cansinos, incitando así la actividad del oído. Pero sabemos que cualquier actividad adecuada fortalece los órganos, los hace más fuertes y más sensibles, aumentando, por consiguiente, el intercambio de energía que se realiza con su ayuda. Pero esto no es todo. Los órganos sensoriales desempeñan un papel sumamente importante en la composición del conjunto de la vida psíquica del ser humano. Su acción adecuada hace esta vida más rica y más agradable. Por el contrario, la imperfección o el dolor en las direcciones de los órganos especiales de las

⁶⁶ Mill. *Economía Política*, T. I., pp. 52-68.

⁶⁷ Distrito rural en la Rusia zarista.

⁶⁸ Helmholtz. *Die Lehre von den Tonempfindungen*. Braunschweig, 1862.

sensaciones hace la vida psíquica más pobre y más triste. La necesidad de los placeres de nivel superior sólo se desarrolla con la consabida perfección de los órganos sensoriales, y esta necesidad amplía tanto las exigencias de la vida material como, sobre todo, la energía y la magnitud, por así decir, de la vida psíquica interna. De este modo, el desarrollo superior con el ejercicio de los órganos superiores amplía, por una parte, sus aptitudes, para las que se necesita un exceso de energía, pero, por otra parte, excita también las posibilidades del ser humano hacia una actividad que da como resultado un beneficio en el presupuesto energético que se halla a disposición de la humanidad, sigue siendo un trabajo útil. Pero en cuanto el arte incita necesidades en una proporción que a veces es nociva para el organismo o, si bien no es nociva, supera las posibilidades de satisfacción sin alterar el presupuesto energético pensado para satisfacer a las otras necesidades, más verdaderas, el arte deja entonces de ser un trabajo útil y se convierte en un objeto de lujo o, lo que es lo mismo, un despilfarro de energía. De este modo, la música militar, que incita a los hombres a ir al combate con entusiasmo y autodestrucción, será uno de los ejemplos más importantes de la malversación de la energía mediante el arte. Por el contrario, la obra o el drama, que incita a los hombres a entender mejor los ideales elevados de la vida personal y social y a realizarlos en la práctica, será uno de los mejores ejemplos del arte como trabajo útil. El trabajo del músico intérprete, incluso mediocre, como el descanso después del trabajo, como una distracción y un tranquilizante para un sistema nervioso demasiado excitado puede, si bien en menor medida, ser también incluido en la categoría del trabajo útil.

10. El trabajo destinado a producir trabajo mecánico

Nos queda por analizar un tipo más de trabajo que hasta ahora no hemos analizado porque se diferencia por algunas propiedades particulares: se trata precisamente del trabajo que tiene como resultado inmediato aumentar el trabajo mecánico y utilizar dicho trabajo. A esta categoría pertenece el trabajo de los animales domésticos y de las máquinas. Nos parece superfluo demostrar la utilidad, en nuestro sentido del término, del trabajo destinado a educar el ganado de carga, a construir las máquinas o a trabajar con ganado y máquinas. Es totalmente evidente que este trabajo es uno de los que proporcionan mayores beneficios en el presupuesto energético de la forma más directa.

Examinaremos para empezar el trabajo de los animales domésticos. Su origen es idéntico al origen del trabajo mecánico del hombre, o, dicho de otro modo, este trabajo es una parte de la energía de los alimentos que to-

man estos animales. Sin embargo, para el ser humano, la utilización del trabajo de los animales presenta grandes ventajas. En primer lugar, los animales de carga se alimentan casi exclusivamente de comida vegetal que no hay que cocinar de forma especial. Por consiguiente, en el origen de la fuerza del trabajo de los animales no se producen las pérdidas que son inevitables en la transformación de la energía solar conservada por las plantas en la carne de los animales que sirven de comida al hombre, ni las pérdidas que acompañan la preparación de los alimentos. En segundo lugar, el «equivalente [o coeficiente] económico» [cociente entre trabajo efectuado y consumo de energía, casi exclusivamente energía alimenticia en el caso de los animales] es superior en los animales de carga al «equivalente económico» del hombre porque seleccionando y ejercitando a los animales es posible conseguir un desarrollo del sistema muscular que en el hombre sería incompatible con el desarrollo polifacético de todas sus aptitudes. Además, el «equivalente económico» de los animales es superior al del hombre porque las necesidades de los animales domésticos se limitan casi exclusivamente a la alimentación y a la protección del frío. En tercer lugar, por último, el trabajo mecánico de los hombres es insuficiente, por su insignificante volumen, para realizar todas las acciones indispensables. El último motivo resulta ser más cierto en los países poco poblados, que producen, principalmente, productos en bruto, es decir, en los lugares donde la productividad directa y material del trabajo es todavía muy escasa, por ejemplo, en América, Australia, el sureste de Rusia, etc. En todos estos países, el número de las bestias de carga es importante. Por el contrario, en China, en Japón, donde, con una gran densidad de población, los productos en bruto se producen principalmente sólo para el consumo interno del país, las ventajas de mantener los animales de carga y su número son insignificantes a pesar de los otros dos motivos que hemos mencionado antes. Es cierto que en cambio los hombres se alimentan en dichos países casi exclusivamente de alimentos vegetales, y la mayoría tiene necesidades que superan poco las de los animales domésticos de los países más civilizados de Europa.

Sin embargo, en todo caso, en la distribución de energía obtenida mediante el trabajo de los animales domésticos, las ventajas no pueden ser muy importantes porque el «equivalente económico» del ganado de carga, aunque mayor al del hombre, es muy pequeño si tenemos en cuenta todas las circunstancias que rodean su trabajo. Por ejemplo, Morton⁶⁹ calcula que una hora de trabajo de un caballo de vapor [es decir, el trabajo de una máquina de una potencia de un caballo, trabajando una hora] cuesta en una máquina de vapor 3 peniques, y trabajando con caballos,

⁶⁹ Citado por Marx. *Capital*, p. 330.

5 peniques y medio, es decir, casi el doble, a pesar que muy pronto veremos que el vapor no es un motor muy ventajoso. Además es preciso no perder de vista un hecho muy importante: los animales domésticos se alimentan más o menos de las mismas sustancias que el hombre o, en todo caso, los espacios de tierra dedicados a los pastos, podrían suministrar comida al hombre con otro cultivo. Vemos con el ejemplo de Escocia que un ganado demasiado numeroso tiene como consecuencia directa la disminución de la población agrícola. Por ello, no cabe duda de que si el objetivo del ganado fuese únicamente el deseo de obtener más trabajo mecánico, la enorme cantidad de trabajo del ganado sería en poco tiempo sustituido por las máquinas, pero como la cría de los animales domésticos se lleva a cabo también con otros objetivos (para conseguir carne, piel, lana, abonos, etc.), esta cuestión, claro está, no puede ser zanjada tan fácilmente.

Volvamos ahora al trabajo que se hace para aumentar el trabajo mecánico con la ayuda de las máquinas. Ya hemos hablado de la fabricación de las herramientas sencillas y hemos recalcado el ahorro de energía que permiten obtener. La magnitud de dicho ahorro puede calcularse ya que en la mayor parte de las herramientas sencillas se aplican las leyes de la mecánica para la acción de las llamadas máquinas sencillas. Esta cuestión es demasiado especial para entrar aquí en más detalles, por lo que pasaremos directamente a las máquinas complejas. «Cualquier máquina desarrollada, —dice Marx—⁷⁰, está compuesta por tres partes sustancialmente diferentes: la máquina motora, el mecanismo de transmisión y, por último, el instrumento mecánico o la máquina de trabajo propiamente dicha. La máquina motora actúa como una fuerza que pone en movimiento todo el mecanismo. O bien genera ella misma su fuerza motriz, como lo vemos en la máquina de vapor, en la máquina calórica, en la máquina electromagnética, etcétera, o bien recibe impulsos para el movimiento desde fuera, desde cualquier fuerza natural, como, por ejemplo, la rueda del molino recibe su movimiento de la fuerza del agua que cae, el ala del molino de viento del viento, etc. El mecanismo de transmisión, compuesto por volantes, rodillos, ruedas dentadas, excéntricas, bielas, cadenas sin fin y cinturones, distintos aparatos intermedios y añadidos, regula el movimiento, modifica su forma como es preciso, convirtiéndolo, por ejemplo, de perpendicular en circular, lo desplaza y lo distribuye en las distintas partes de la máquina de trabajo. Ambas partes del mecanismo existen únicamente para comunicar a la máquina de trabajo el movimiento mediante el cual sujeta y modifica enteramente el objeto del trabajo. De esta última parte de la máquina (es decir, de la máquina de trabajo, propiamente dicha) parte la Revolución

industrial del siglo XVIII. Y en la actualidad, cada vez que una producción artesana o industrial se pasa a la producción con máquinas, esta parte de la máquina sirve siempre de punto de partida para esta transformación.»

Ya que hemos definido la importancia de cualquier trabajo a partir de su relación con la energía disponible o transformable, no podemos estar de acuerdo con la opinión de Marx sobre la mayor importancia de la máquina de trabajo frente a la máquina motora [es decir, la mayor importancia de las máquinas de hilar y tejer que la fuente de energía para moverlas]. Es muy probable que Marx tenga razón y que la Revolución industrial del siglo XVIII se produjese debido a la invención de máquinas de trabajo, y no gracias a la aplicación del vapor, como suele pensarse, pero esta vez este hecho puramente fortuito sucedió porque, en el momento de la aplicación del vapor, estas herramientas de las máquinas de trabajo no habían sido inventadas todavía. Si ya hubiesen existido por aquel entonces, la aplicación del vapor hubiese provocado un considerable trastorno en la industria. Para corroborar nuestra opinión, señalaremos unas palabras del propio Marx: «Si examinamos con mayor detenimiento la máquina de trabajo propiamente dicha, descubriremos, pocas veces en una forma muy distinta, los mismos aparatos e instrumentos con los que trabaja el artesano o el obrero manufacturero; pero son ahora no sólo instrumentos del hombre, sino instrumentos del mecanismo o instrumentos mecánicos»⁷¹. Por consiguiente, podemos atribuir únicamente a la máquina de trabajo el ahorro de energía durante el trabajo, en el mismo sentido que lo atribuimos a nuestras herramientas más sencillas como el cuchillo, el hacha o el huso.

La importancia de los motores es muy distinta. Algunos motores son dados al hombre de forma gratuita, sin trabajo alguno por su parte y, además, en su utilización no exigen casi ningún complemento de energía por parte del hombre. Estos motores se distinguen también por el porcentaje extraordinariamente alto de trabajo que proporcionan porque contienen la energía en estado transformable superior. Nos referimos a los motores naturales como son la fuerza del viento o el agua de las cascadas. Ya hemos visto que estos motores se encuentran en la superficie de la Tierra sin que intervenga la vida orgánica, no entran en el círculo de la vida y su energía se desperdicia inútilmente si el ser humano no empieza a sacarles provecho. De este modo, todo el trabajo que se emplea para construir adaptadores que permitan utilizar la fuerza del viento y del agua, es un trabajo útil en el sentido más directo del término ya que incorpora inmediatamente en el presupuesto de la humanidad nuevas cantidades de energía transformable. La energía del agua que fluye y del viento se conserva así

⁷⁰ *Capital*, p. 326.

⁷¹ Marx, I.c., p. 326.

hasta su dispersión, y cuando es utilizada, incorpora a su vez en el metabolismo energético de la humanidad nuevas cantidades de energía solar.

Mucho más compleja resulta la cuestión cuando se utilizan máquinas de vapor y otras máquinas térmicas, e incluso máquinas electromagnéticas, etc. En primer lugar, el «equivalente [o coeficiente] económico» de casi todas las máquinas térmicas es inferior al «equivalente económico» de la fuerza motriz del agua y del aire (es decir, no más de 1/6 hasta 1/5). En segundo lugar, su equivalente industrial real es todavía inferior al «equivalente económico» teórico porque, en la mayor parte de los casos, sólo una parte del calor del fuego es verdaderamente absorbida por la caldera de vapor. Algunas máquinas, por ejemplo, aquellas donde la fuente de calor es la explosión de la mezcla de gases, presentan las mayores ventajas en este último aspecto. «En las máquinas habituales —dice Verdet⁷²—, la cantidad de calor que la caldera recibe del fuego, constituye únicamente una pequeña proporción de todo el calor que proporciona el fuego; de este modo, resulta que el equivalente económico industrial es siempre una proporción bastante pequeña del equivalente económico teórico. Aquí (con la explosión de la mezcla de gases), la situación es muy distinta: todo el calor producido por la combustión es consumido inmediatamente en la máquina con provecho, y el equivalente económico industrial es exactamente igual al equivalente teórico».

Esta dispersión bajo forma de calor, en lugar de la transformación en trabajo de una importante cantidad de energía en las máquinas de vapor, es una de las causas de su relativa desventaja. Pero son mucho más importantes las causas que hemos expuesto al hablar de la extracción del carbón de piedra. Entonces ya dijimos que, en la utilización del carbón de piedra, la malversación de energía siempre acompaña la conservación, lo cual nos obliga a considerar con temor la divulgación cada vez mayor de las máquinas de vapor. Quien haya tenido la oportunidad de observar la mortal influencia de las máquinas de vapor en los lugares donde no hay carbón de piedra ni vías de comunicación para suministrarlo (como ha sucedido hasta ahora en los distritos de la industria del azúcar de remolacha del suroeste de Rusia), se preguntará a su pesar si la fabricación del azúcar que provoca la destrucción inevitable y despiadada de los bosques, es verdadera acumulación de energía (o trabajo útil) o, más probablemente, dispersión de energía en el espacio (es decir, una malversación irracional).

Pero incluso dejando de lado estos casos extremos, incluso cuando se cuenta con importantes reservas de carbón de piedra, la invención de las máquinas de vapor está lejos de acercarnos a ese momento en el que la Humanidad podría detenerse con cierta tranquilidad. Por el contrario, si

la máquina de vapor no es totalmente ventajosa en el presente, en un futuro algo lejano su actividad no está garantizada. Es evidente que los hombres ahora no pueden renunciar a ella porque sus necesidades puntuales crecen tan aprisa que no pueden no satisfacerlas ahorrando para el futuro. Además, existe en el fondo del alma de todos, de forma consciente o inconsciente, la esperanza de que, en el último extremo, aparecerá una nueva invención que lo salvará todo o, en todo caso, que aplazará la desgracia durante un tiempo indeterminado.

No nos detendremos en las máquinas electromagnéticas porque, por lo visto, hasta sus partidarios más extremos han descartado casi la esperanza de que sustituyan como motor a las máquinas de vapor. En cambio, queremos comentar otro invento. Recordamos bien las célebres palabras de Franklin de que «no se puede juzgar si un recién nacido será un gran hombre o no». Estas palabras fueron pronunciadas respecto a la invención de la aeronáutica y hasta ahora, por lo menos, su sentido escéptico se justifica porque, sin duda alguna, la utilidad que nos dan los acrostatos no corresponde en absoluto a las brillantes esperanzas que en ellos se depositaron. Por cierto, la máquina solar de Mouchot de la que queremos hablar ahora, no parece despertar las mismas esperanzas que, en su momento, los globos aéreos. En cambio, presenta un gran interés en sentido teórico para las cuestiones que estamos analizando.

El calor solar se aplica como motor desde hace mucho tiempo, pero esta aplicación no puede ser todavía utilizada para la industria. Una de las experiencias más interesantes en este sentido fue llevada a cabo por Salomón de Cos alrededor del año 1616. Su aparato comprendía una bomba, que actuaba por calentamiento por los rayos solares. Los dibujos y la descripción de este aparato, como otros muchos, aparece en el libro de Mouchot⁷³. Ya en los últimos veinte años, el ingeniero sueco Eriksson, que emigró a los Estados Unidos, empezó a estudiar dicho aparato. Por lo visto, ningún científico europeo había visto las máquinas que construyó y, por lo visto, no existe una descripción exacta. He aquí un fragmento de una carta de Eriksson a sus colaboradores suecos: «Suponiendo que la mitad del espacio de una milla sueca cuadrada esté ocupada por construcciones, carreteras, etc., quedan todavía $18.000 \times 36.000 = 648.000.000$ pies cuadrados de superficie donde se puede concentrar el calor de los rayos solares. Ya que mis experiencias con aparatos concentrados demuestran que 100 pies cuadrados son más que suficiente para producir un caballo de fuerza, se desprende que es posible poner en movimiento 64.800 máquinas de vapor, de 100 caballos de fuerza cada una, mediante el calor que libera el Sol sobre una milla sueca cuadrada. Tras calcular la fuerza de

⁷² Verdet. *Théorie mécanique de la chaleur*. T. II, p. 234.

⁷³ A. Mouchot. *La chaleur solaire*. Paris, 1869, p. 144.