

la palanca, Arquímedes dijo que la concentración del calor de los rayos solares podría producir una fuerza capaz de detener la Tierra en su movimiento»<sup>74</sup>.

En cuanto a la máquina solar de Mouchot, los lectores rusos, probablemente, ya conocen ese descubrimiento puesto que se ha escrito más de una vez sobre dicho tema en las revistas rusas. Ya en 1861, A. Mouchot, profesor de física del Liceo de Tours, logró construir una máquina donde el motor es el calor solar. Por culpa de la falta de medios del inventor, el perfeccionamiento del aparato ha sido muy lento, y hasta la Exposición Universal de 1878 no consiguió construir un espejo para reflejar los rayos del sol que tenía el tamaño suficiente para que se pudiese juzgar la fuerza de trabajo del aparato. He aquí a grandes rasgos la descripción de la máquina que ha funcionado durante los tres últimos meses de la exposición. Mediante un espejo que tiene el aspecto de la superficie interna de un cono truncado y cuya superficie tiene una magnitud de unos 20 metros cuadrados, los rayos solares se recogen y caen sobre un generador de vapor que tiene una altura (longitud) de 2,5 metros y que pesa con sus pertenencias 200 kilos. El volumen del generador de vapor es igual a 100 litros; de ellos, 70 para la caldera, y 30 para la cámara de vapor. Un mecanismo especial permite dirigir el espejo directamente contra el sol durante su movimiento diurno. La máquina de vapor, por medio del mecanismo de transmisión, pone en movimiento de distinto tipo diversos aparatos que realizan trabajo. Además de ésta, la mayor de las máquinas solares hasta ahora construidas, se han visto en la exposición otras máquinas pequeñas que sirven para cocer los alimentos y para otros fines domésticos de la misma índole.

He aquí un extracto del informe que presentó Mouchot a la Academia de las Ciencias de París sobre la acción de su máquina<sup>75</sup>: «Tengo el honor de someter al examen de la Academia los resultados de mis experiencias de la aplicación del calor solar en la industria, que he llevado a cabo durante la Exposición Universal de 1878. Entre estas experiencias, unas tiene como objetivo preparar los alimentos, destilar los aguardientes, otros, pretenden aplicar el calor del Sol como fuerza motriz».

«Los pequeños aparatos para cocer los alimentos no han dejado de funcionar durante todo el tiempo de la temporada de sol. Unos espejos de menos de 1/5 de un metro cuadrado de superficie, contruidos de la mejor forma posible, han conseguido cocer medio kilo de carne en 22 minutos. Media hora fue suficiente para preparar un caldo que tarda cuatro horas en un fuego de leña corriente. Tres cuartos de litro de agua fría alcanzaron la ebullición en media hora, lo cual supone utilizar 9,5 unida-

des térmicas por minuto por cada metro cuadrado; este resultado es destacable en la latitud de París».

«Los aparatos solares para destilar los alcoholes también han mostrado excelentes resultados. Provistos de espejos de menos de medio metro de diámetro, llevaron tres litros de aguardiente a la ebullición en media hora y se consiguió un vodka puro, de gusto refinado y libre de cualquier mal olor. Este aguardiente, sometido por segunda vez a la destilación en el mismo aparato, ha alcanzado todas las propiedades de una buena bebida de mesa».

«Mi principal objetivo fue el de construir para la Exposición Universal de 1878 el mayor espejo del mundo y estudiar su acción bajo el sol de París, esperando tener la ocasión de experimentarlo bajo un cielo más favorable. Gracias a la ayuda que me ha prestado el joven técnico Abel Piffre, he logrado, a pesar de las inevitables casualidades de la primera construcción de semejantes aparatos, colocar por fin el día 1 de septiembre el colector solar, cuyo espejo presenta un orificio de unos 20 metros cuadrados. Este colector funcionó por primera vez el 2 de septiembre. En media hora, llevó 70 litros de agua a ebullición, y el manómetro, a pesar de cierta pérdida de vapor, mostró al final seis presiones atmosféricas».

«El 12 de septiembre, a pesar de la aparición de algunas nubes, la presión del generador de vapor creció todavía más aprisa. El vapor permitió llenar el generador de vapor mediante un inyector, sin una disminución importante de la presión».

«Por último, el 22 de septiembre, con iluminación solar, constante, aunque ligeramente cubierta, se consiguió llevar la presión hasta 6 atmósferas y media y, claro está, la presión hubiese aumentado más si el sol no se hubiese cubierto completamente. Aquel mismo día pude hacer funcionar, con una presión constante de tres atmósferas, la bomba de Tanguy que eleva 1.500-1.800 litros de agua a una altura de 2 metros en una hora».

«Ayer, 29 de septiembre, cuando el sol se quedó sin nubes, alrededor de las 11 y media, ya tenía hacia el mediodía 75 litros de agua en estado de ebullición. La presión de los vapores aumentó poco a poco de 1 a 7 atmósferas, límite del manómetro, durante 2 horas, a pesar del obstáculo que representó la aparición de algunas ligeras nubes. Pude repetir la experiencia del 22 de septiembre, y luego dirigir el vapor hacia el aparato de Carré, lo cual me permitió conseguir un trozo de hielo».

Vemos en este informe presentado por el propio inventor que la máquina solar todavía no ha alcanzado la perfección con la que podría ser un peligroso competidor de la máquina de vapor. Pero si, ya ahora, con un espejo de tan sólo 20 metros cuadrados y en un día nublado de París, da un trabajo de dos caballos de vapor y medio, en otro clima, con un espejo de mayor magnitud, podemos esperar resultados bien distintos. La cuestión de si es posible proseguir el trabajo incluso cuando no brilla el sol, ya

<sup>74</sup> Mouchot, l.c., p. 204.

<sup>75</sup> Comptes Rendus, 30 de septiembre de 1878.

está planteada, y el cálculo teórico permite resolverla en sentido positivo. Teniendo en cuenta todos estos factores, la máquina solar, desde el punto de vista del ahorro energético, puede ser considerada la máquina más satisfactoria de todas las que han sido inventadas hasta ahora. Cualquier trabajo realizado con la ayuda de dicha máquina implica la introducción de la cantidad sobrante de energía solar en el presupuesto de la Humanidad, sin la simultánea dispersión de la energía conservada, como suele suceder con el trabajo de la máquina de vapor o de los animales domésticos. En este sentido, la máquina solar puede compararse con los motores de caída del agua y del viento, pero la máquina solar presenta mayores ventajas. Los movimientos del agua e incluso del viento están repartidos en la naturaleza escasa y desigualmente, mientras que para el trabajo de la máquina solar, durante algunos meses y en algunos países, no se ven límites desde el punto de vista del motor. Si esta máquina se aplica suficientemente a la extracción y la elaboración de los metales, los materiales de construcción de numerosas máquinas no podrán faltar; el considerable peso específico total de la Tierra (5,5), respecto al peso específico de las capas de su superficie (2-2,5) indica claramente el importante contenido de metales en el interior de la Tierra, cuya extracción y fabricación no presentarían dificultades con un motor gratuito como el calor del Sol.

Suponiendo además que la máquina solar podría aplicarse para satisfacer todas las necesidades del ser humano que no están directamente relacionadas con los procesos químicos que tienen lugar en las plantas y los animales (es decir, casi todas las necesidades excepto las materias no elaboradas para la alimentación y el vestir), y considerando la cantidad total de dichas necesidades satisfecha con aproximadamente la mitad del presupuesto energético de la Humanidad, vemos que se necesitaría para cada persona, con un «equivalente económico» global igual a 1/10, la energía del trabajo de diez humanos dividida por dos (es decir, la mitad de una potencia de un caballo de vapor, en máquinas solares). Podemos suponer incluso que la mayor parte de las necesidades puede satisfacerse mediante las máquinas solares ya que hemos excluido los alimentos y el vestir, pero con el tiempo la máquina solar hallaría su aplicación en la agricultura y en la posterior elaboración de las materias de los alimentos y del vestir. De este modo, sea cual sea el número de habitantes de la Tierra, en la parte que no dependan directamente de la cantidad de vida orgánica, todas sus necesidades serían totalmente satisfechas por máquinas solares. A cada ser humano correspondería una potencia de no menos de la mitad de un caballo de vapor de energía solar. Todavía es demasiado pronto para decidir si este requisito es realizable en la práctica, pero desde el punto de vista teórico no es imposible porque un espejo de 20 metros cuadrados proporciona entre 2 y 2,5 caballos de vapor, y los hombres, por otros motivos,

nunca vivirán tan apretados para que a cada persona no le corresponda un espacio que supere varias veces los 20 metros cuadrados.

Muy distinta es la cuestión de la otra mitad de la energía, precisamente la que es acumulada por las plantas y los animales en las materias que sirven para la alimentación y para fabricar las prendas de vestir. Actualmente no podemos dejar de reconocer que la cantidad de dicha energía está limitada y que está directamente relacionada con la fuerza de la vegetación. Pero sabemos asimismo que depende de la cantidad de trabajo que los hombres dedican a la agricultura. Por consiguiente, si el trabajo mecánico aumenta de forma constante, la vida vegetal puede también aumentar de forma constante, aunque se ignora en qué relación se hará este aumento respecto al aumento del trabajo aplicado. Pero es también posible otro tipo de aumento de las sustancias alimenticias, y asimismo son posibles los aumentos en la relación proporcional al trabajo mecánico utilizado: es la síntesis directa de las sustancias que sirven para la alimentación humana, de los elementos inorgánicos, que son sus componentes. Todo el mundo sabe que hace algo más de un siglo se consideraba que dicha síntesis era imposible, pero desde la fecha del preparado de urea de Wöhler el número de sustancias orgánicas conseguidas por vía sintética es de varias centenas. Es cierto que todavía no se han sintetizado la albúmina, ni el almidón, ni la grasa, pero sí el alcohol y las sustancias sacaroideas. Actualmente, la obtención de sustancias orgánicas por vía sintética todavía no puede servir de objeto para la industria, pero con la abundancia de motores gratuitos y de altas temperaturas que nos promete proporcionar la máquina solar, dicho obstáculo pasará a un segundo plano. Entonces, la obtención de alimentos se someterá a la misma ley a la que está sometida la satisfacción de las demás necesidades, es decir, a la cantidad determinada de trabajo mecánico aplicado corresponderá una determinada cantidad de producto obtenido.

Suponiendo, por ejemplo, que la obtención sintética de sustancias alimenticias con la ayuda de la energía solar sea dos veces menos provechosa que el rendimiento [fotosintético] actual de energía por parte de las plantas, tendremos para el ser humano la necesidad de disponer no de 10 veces más de energía, sino de 15 veces (es decir, 1,5 caballos de vapor por persona). Pero, a partir de estos 1,5 caballos de vapor de energía solar por persona, se prevé que, desde el punto de vista de la satisfacción de las necesidades materiales, la posibilidad de una multiplicación ilimitada ya que, en los límites de la posible multiplicación de los seres humanos, la energía del Sol y los materiales inorgánicos para construir las máquinas y para conseguir los alimentos parecen inagotables. La cantidad de carbono, la más limitada de las materias más importantes, sería suficiente para una población de varias decenas de miles de millones, contando además sólo el

carbono de la atmósfera y de los yacimientos de carbón de piedra y sin referirnos al carbono contenido en las rocas calcáreas.

## 11. La malversación y la acumulación de energía

Ha llegado el momento, sin embargo, de detenernos en nuestros cálculos basados únicamente en hipótesis. Si hemos hecho una digresión tan larga, ello no ha sido porque les hayamos dado una importancia científica para el presente, sino porque queríamos demostrar la amplia aplicación de la teoría que considera el trabajo útil como un aumento de la energía a disposición del ser humano. Ahora es preciso que nos detengamos un poco más en una cuestión, muy real, pero totalmente contraria al entusiasmo optimista de las últimas páginas. Dicha cuestión es la malversación de la energía por parte del ser humano.

Todo lo que hemos dicho anteriormente nos permite ver que bajo el término de malversación de la energía debemos entender los fenómenos que son contrarios al trabajo. Si llamamos trabajo a todas las acciones que aumentan el presupuesto de energía transformable de la Humanidad, debemos llamar malversación a todas las acciones de los hombres que provocan una disminución de dicho presupuesto. Nos referimos a las acciones de los hombres porque, además de estas acciones, se produce un constante gasto de energía en el espacio, pero se trata únicamente de una *dispersión*, y el término de *malversación* designa el aumento de esta dispersión mediante acciones particulares de los seres humanos que tienen como resultado inevitable el gasto de las cantidades *sobrantes* de energía.

No vamos a entrar a examinar detalladamente los distintos tipos de malversación de energía porque dicha cuestión no afecta directamente a nuestro tema, pero debemos sin embargo mencionar algunos de ellos, sobre todo porque existen casos discutibles. Por ejemplo, aunque no cabe duda de que la guerra con todos sus elementos (sus tropas permanentes, las flotas del ejército, los arsenales, etc.) no es sino una malversación de la energía que está a disposición de la Humanidad, existe la opinión de que la guerra, al impedir un exceso de población, aumenta el bienestar de los demás hombres. Por cierto, actualmente, casi se ha abandonado esta idea porque se ha hecho evidente que la suma total de los gastos militares de cada país es muy superior a la suma de personas que fallecen en la guerra.

Resulta mucho más difícil resolver el problema de la malversación de la energía que se produce cuando se limita voluntariamente el número de la población. No queriendo aquí tampoco entrar en una discusión demasiado complicada sobre la teoría de Malthus, presentaremos únicamente algunas ideas al respecto. ¿Cómo explicarse que el presupuesto energético

de la población del globo terrestre, o, lo que es lo mismo, la productividad [energética] del trabajo de los hombres, aumente más aprisa que la población si los partidarios de Malthus tienen razón? Examinemos para empezar los hechos extremos. Hemos reconocido que el «equivalente económico» del hombre civilizado es igual aproximadamente a 1/10 y, teniendo en cuenta todas sus necesidades, este valor [es decir, el cociente entre trabajo efectuado y consumo de energía], no puede estar demasiado lejos de la realidad. Mientras tanto, el «equivalente económico» del hombre salvaje es muy superior porque sus necesidades se limitan casi a la alimentación. Hemos tomado este equivalente igual a 1/6 suponiendo 1/5 para las necesidades alimenticias y 1/10 para las demás necesidades del hombre salvaje, lo cual, según nuestro parecer, es todavía mucho. No hay que olvidar tampoco que los hombres salvajes no tenían, antes del principio de la agricultura, alimentos abundantes y que, en promedio, eran menos fuertes que los hombres civilizados. Si tenemos en cuenta estas dos últimas circunstancias, tenemos derecho a concluir que el equivalente económico del hombre civilizado es casi dos veces inferior al del hombre salvaje y, por tanto, el trabajo del ser humano se ha vuelto sin duda dos veces más productivo, a pesar del enorme crecimiento de la población.

Pero eso no es todo. Daremos unos cuantos datos numéricos que demuestran la cantidad de productos de primera importancia que se extraen cada año en la superficie de la Tierra o, por lo menos, en las regiones más estudiadas. La producción de Europa, según Kolb<sup>76</sup>, pudo ser valorada en 1866 en casi 15 mil millones de táleros, de los cuales 983 millones corresponden a producciones del reino mineral, 4.331, del reino animal, y 9.627, al reino vegetal. El comercio mundial total de la misma época se expresaba con una suma de cerca de 7.500 millones de táleros. Estas cifras cobran importancia cuando vemos cuán grande es el consumo de esos productos cuya existencia era desconocida en los tiempos primitivos de la Humanidad. Por ejemplo, se producen anualmente en la Tierra 236 millones de quintales métricos de hierro, más de 7 millones de balas de algodón, 14 millones de hectolitros de petróleo.

Tal vez nos repliquen que, ciertamente, el presupuesto energético ha aumentado desde los tiempos del hombre primitivo hasta nuestros días, pero que disminuye actualmente con el nacimiento de cada nuevo ser humano. A esto contestaremos de nuevo que, según las estadísticas de Inglaterra, Francia y otros países, resulta que, con una aplicación racional del trabajo, la productividad aumenta más aprisa que la población. Así, por ejemplo, la cantidad de trigo que produce Francia se ha más que duplicado durante el último siglo, mientras que su población ha doblado. El in-

<sup>76</sup> Kolb. Statistik. 1871.

cremento de la productividad de Francia no se ha interrumpido, si bien, naturalmente, ha sufrido grandes oscilaciones. Por ejemplo, la cantidad total de cereales ascendió en 1871 a 240 millones de hectolitros, en 1872 a 276 millones, en 1873 a 277 millones, en 1874 a 287 millones<sup>77</sup>. La riqueza total de Gran Bretaña se evalúa: en 1814, en 2.200 millones de libras esterlinas; en 1865, en 6.100 millones de libras esterlinas; en 1875, en 8.500 millones de libras esterlinas<sup>78</sup>.

He aquí otros ejemplos que demuestran claramente que la productividad del trabajo aumenta no sólo de forma absoluta, sino también relativamente más aprisa de lo que aumenta la población:

Por ejemplo, en Francia:

1820, población = 29.700.000; producción de hectolitros de trigo: 44.000.000.  
1830, población = 31.500.000; producción de trigo: 52.000.000.  
1850, población = 35.100.000; producción de trigo: 87.988.000.  
1860, población = 37.300.000; producción de trigo: 116.000.000<sup>79</sup>.

Según otros cálculos, la cantidad de trigo que corresponde a cada persona equivale a:

En 1811, 1,53 hectolitros  
En 1835, 1,59 „  
En 1852, 1,85 „  
En 1872, 2,11<sup>80</sup>.

La producción total de cereales que en 1815 fue de 132.000.000 hectolitros, aumentó en 1872 hasta 276.129.350 hectolitros<sup>81</sup>.

En Suecia, se observa un estado de cosas análogo con todavía mayor claridad. Cuando la población de Suecia era en los años:

1840, población = 3.000.000 millones de personas.  
Exportación de cereales = 1.544.000 pies cúbicos suecos.  
1850, población = 3.482.000 millones de personas.  
Exportación de cereales = 4.281.000 pies cúbicos suecos.  
1870, población = 4.000.000 millones de personas.  
Exportación de cereales = 8.766.000 pies cúbicos suecos.  
1875, población = 4.425.000 millones de personas.  
Exportación de cereales = 17.467.000 pies cúbicos suecos.

<sup>77</sup> Maurice Block. *Annuaire de l'économie politique*. 1878, p. 199.

<sup>78</sup> Engels. *Dührings Umwälzung der Wissenschaft*. 1878, p. 235.

<sup>79</sup> Véase *Annuaire du bureau des longitudes*. 1879, p. 399, y Gustave Heuzé, *France Agricole*. Atlas, 1815, n.º 18.

<sup>80</sup> Maurice Block. *Statistique de la France*, T. II, p. 389.

<sup>81</sup> Journal officiel. 23 de junio de 1876.

Es evidente que la exportación de cereales no proporciona un concepto fidedigno sobre su producción como podemos ver a partir del ejemplo de Rusia que exporta cereales incluso en los años de hambruna, pero en Suecia el bienestar general ha aumentado considerablemente durante los últimos cuarenta años, por lo que el crecimiento de la exportación de cereales se fundamenta, sin duda alguna, en un incremento correspondiente de la producción<sup>82</sup>.

Por fin, incluso en España, en algunas provincias más prósperas, se observa la acción de la misma ley. Por ejemplo, hace cien años, la población de la provincia de Vizcaya era de 100.000 personas, y la producción anual de trigo eran de 200.000 fanegas de trigo y 400.000 fanegas de maíz. Desde dicha época, ha doblado la población, pero se producen 600.000 fanegas de trigo y más de un millón de fanegas de maíz, una parte de las cuales se exporta a Inglaterra y Alemania. Además, se cultivan en Vizcaya 80.000 fanegas de hierba seca y se mantienen 300.000 cabezas de ganado<sup>83</sup>.

Esperamos que nadie nos reprochará el que todos los ejemplos que hemos elegido se refieran a países civilizados cuyos habitantes gestionan racionalmente su agricultura. Sabemos que en Rusia hay provincias, como, por ejemplo, la de Viátskaya, donde la productividad disminuye no sólo en relación a la población, sino también de forma absoluta. Semejantes desviaciones, como obedecen a motivos particulares, no pueden ya ser examinadas en este ensayo general.

Por último, debemos presentar otra idea. Hasta ahora la necesidad de satisfacer las necesidades era el principal estímulo para todos los perfeccionamiento e inventos. Con un nivel general bastante alto de satisfacción de las necesidades que resulta fácil alcanzar con una población que no aumenta, dicho estímulo deja de actuar hasta cierto punto y, de este modo, la restricción voluntaria de la población es una de las principales causas que frena la acumulación de la energía solar sobre la superficie de la Tierra. Teniendo en cuenta que ahora sabemos que los distintos tipos de energía distan mucho de convertirse fácilmente unos en otros, es decir, los inferiores en superiores, debemos suponer que el perfeccionamiento de la vida humana debe consistir, *principalmente, en el aumento cuantitativo del presupuesto energético de cada ser humano*, y no sólo en la transformación cualitativa de la energía inferior en energía superior, ya que esto último es únicamente posible en un grado muy limitado, muy inferior a la acumulación cuantitativa. De este modo, tan sólo puede progresar rápidamente una sociedad que aspire a acumular la energía rápidamente. El estancamiento en este sentido equivale casi a la dispersión de la energía acumulada.

<sup>82</sup> Véase Elis Sidenblad. *Le Royaume de Suède*. Exposé Statistique. París, 1878, pp. 40 y sigs.

<sup>83</sup> Louis Lande. *Basque et Navarrais*. París, 1878, p. 205.

da puesto que la vida social sin desarrollo pierde cualquier valor y sentido de su existencia. Es el motivo por el que cualquier esfuerzo, en las circunstancias actuales, por limitar la población de forma voluntaria, debe considerarse equivalente a la dispersión de la energía.

Nos queda mencionar un tipo especial de malversación de la energía que se traduce por la producción de artículos de lujo y por una utilización improductiva. Esta cuestión ha sido tan bien analizada por uno de los mejores economistas rusos en sus observaciones a la política económica de Mill que preferimos reproducir sus palabras auténticas:

«Los artículos de lujo existen sólo para satisfacer el sentimiento de la vanidad. La psicología y la filosofía moral, y no la economía política, deben decidir si este sentimiento es bueno o no, si hay derecho a satisfacerlo. Todo el mundo sabe que la filosofía moral no reconoce el derecho a satisfacer el sentimiento de vanidad. Además, es preciso decir que la psicología incluye el sentimiento de vanidad entre los sentimientos que surgen a partir de un estado patológico del alma, que, al pertenecer a las enfermedades del alma, no pueden hallar una satisfacción real y estable y deben ser curados, y no recompensados ni tampoco considerados con indiferencia. El lector debe encontrar pruebas de ello en la psicología, y podemos presentar aquí tan sólo los resultados de sus investigaciones. La economía política considera el lujo sólo desde el aspecto de su relación con el bienestar material de la sociedad y piensa que es desventajoso para la sociedad, teniendo su esencia en que un objeto que satisface un determinado objetivo y que es producido con una pequeña cantidad de trabajo, es rechazado y es sustituido para satisfacer el sentido de la vanidad, por otro objeto que no satisface a su objetivo especial mejor, o mucho peor que el objeto rechazado, pero le cuesta a la sociedad mucho más trabajo. Todo este exceso de trabajo constituye una pérdida incalculable de trabajo y una pérdida para la sociedad»<sup>84</sup>.

Más tarde, el mismo autor dice lo siguiente sobre el consumo: «La característica del consumo productivo consiste en que tiene como objetivo el aumento de medios para la producción, sirve de fuente de una nueva producción»<sup>85</sup>. La característica del consumo improductivo es lo contrario, es decir, la utilización que va únicamente acompañada de dispersión, y no de una nueva acumulación de energía. Nos parece que lo que hemos dicho evidencia que tenemos razón cuando relacionamos la producción de objetos de lujo y la utilización improductiva con el campo de la malversación de la energía. No nos sería difícil dar muchos más ejemplos de dicha

malversación, pero suponemos que los que hemos dado son suficientes para caracterizar las acciones realizadas por la Humanidad en este sentido.

## 12. Conclusiones generales

Al principio de nuestro artículo ya hemos dicho que este trabajo no es sino una introducción a un análisis más detallado y real de las cuestiones que hemos expuesto aquí. Por ello, no sería justo que se nos exigiese dar unas conclusiones generales. Sin embargo, sobre algunos puntos breves deseamos indicar la dirección en la que, según nuestro parecer, deberán examinarse las relaciones existentes entre el trabajo del ser humano y la distribución de la energía sobre la superficie de la Tierra.

1) La cantidad total de energía que recibe la superficie de la Tierra de su interior y del Sol va disminuyendo poco a poco. Al mismo tiempo, la cantidad total de energía, acumulada sobre la superficie de la Tierra y que está a disposición de la Humanidad, aumenta poco a poco.

2) Dicho aumento se produce bajo la incidencia del trabajo del ser humano y de los animales domésticos. Con el término de «trabajo útil» designamos cualquier utilización del trabajo mecánico y psíquico del hombre y de los animales que tiene como resultado aumentar el presupuesto de la energía transformable sobre la superficie de la Tierra.

3) El ser humano posee un determinado «equivalente [o coeficiente] económico» [cociente entre trabajo efectuado y energía consumida] que disminuye conforme aumentan las necesidades del ser humano.

4) La productividad [energética] del trabajo del ser humano aumenta conforme disminuye su «equivalente económico», y con el desarrollo de sus necesidades, una gran parte de éstas se satisface con el trabajo.

5) La productividad [energética] del trabajo del ser humano aumenta de forma considerable con la utilización de dicho trabajo para transformar las formas inferiores de la energía en formas superiores, por ejemplo, con la domesticación de los animales de carga, la construcción de máquinas, etcétera.

6) La aplicación de la energía solar como motor directo y la preparación de las sustancias nutritivas a partir de materiales inorgánicos son las principales cuestiones que están pendientes de solución para proseguir la acumulación más provechosa de la energía sobre la Tierra.

7) Mientras cada ser humano pueda disponer de una cantidad de energía que supere tantas veces el trabajo mecánico que el mismo realiza, como el denominador de su «equivalente económico» sea superior a su numerador, la existencia y la multiplicación de los hombres está garantizada ya que el trabajo mecánico está consiguiendo entonces en cierto senti-

<sup>84</sup> *Observaciones a la política económica de Mill*, p. 104.

<sup>85</sup> *L.c.*, p. 100.

do las sustancias alimenticias y otros medios de satisfacer las necesidades humanas.

8) El límite a esta ley es sólo la cantidad absoluta de energía que recibimos del Sol, y la cantidad de materiales inorgánicos que se encuentran en la Tierra.

9) Las acciones que tienen como resultado fenómenos contrarios al trabajo, constituyen una malversación de la energía, es decir, un aumento de la cantidad de energía dispersada en el espacio.

10) El principal objetivo de la humanidad en lo que al trabajo se refiere debe ser el aumento absoluto del presupuesto energético ya que, si su valor es constante, la transformación de la energía inferior en superior alcanza pronto un nivel más allá del cual no puede proseguir sin pérdidas excesivas en la dispersión de la energía.

## **ECONOMÍA CARTESIANA: LA INFLUENCIA DE LA CIENCIA FÍSICA EN LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO**

# ECONOMÍA CARTESIANA LA INFLUENCIA DE LA CIENCIA FÍSICA EN LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO\*

por Frederick Soddy<sup>1</sup>

## 1. Primera conferencia (Presidente: Sir Richard Gregory)

Mi intención es tratar de la cuestión «¿cómo vive la humanidad?» a la luz del conocimiento que tenemos de las ciencias físicas. Esta cuestión ha sido tratada por otros autores pero sigue siendo la primera que los economistas deberían contestar, pero los modernos parecen haberla olvidado en tanto que los primeros economistas vivieron en una época del desarrollo del conocimiento científico que hacía imposible una respuesta exacta.

Mi punto de partida quedará bien iluminado con una cita de Descartes, y los aspectos que me propongo examinar podrían llamarse «ciencia económica cartesiana».

«Partiendo de las formas de conocimiento más útiles a la vida en vez de esa filosofía especulativa que se enseña en las escuelas, y conociendo las fuerzas y los procesos del fuego, del aire, de las estrellas y de todos los demás cuerpos que nos rodean, tan detalladamente como conocemos las diversas ocupaciones de nuestros trabajadores, podremos emplearlos del mis-

---

\* Dos conferencias a los sindicatos de estudiantes de Birkbeck College y de la London School of Economics, 10 y 17 de noviembre 1921.  
(Publicado por Hendersons, Londres, mayo de 1922).

<sup>1</sup> Estas conferencias deben mucho a mi larga controversia por carta con el Dr. H. Lyster Jameson, cuya lamentable muerte ha sido anunciada en los diarios. El Dr. Jameson sostenía en economía el punto de vista neo-marxiano o proletario y la filosofía determinista o, como yo la llamo, «ultra-materialista». Mi propio punto de vista adquirió claridad y contornos más definidos gracias a esta controversia.

mo modo y así convertirnos en dueños y poseedores de la naturaleza, contribuyendo a la perfección de la vida humana»<sup>2</sup>.

El contraste entre el enorme progreso en el dominio del hombre sobre la naturaleza y su escasa contribución a la perfección de la vida humana sólo puede ser elucidado a través del tipo de investigación que voy a intentar. Tal vez pueda, con lenguaje más doméstico que el de Descartes, empezar con una anécdota. Un experto organista que estaba recibiendo una gran ovación del auditorio se molestó al ver aparecer detrás de la pantalla al encargado del fuelle que le decía, «sí, hemos tocado esta pieza muy bien». Al ponerle mala cara, en la próxima pieza la música divina se alzó majestuosa hasta el clímax para caer repentinamente en un quejido triste, mientras la cabeza reaparecía de detrás de la pantalla y decía: «¿qué?, los dos tocamos, ¿no?». No carece de significación que, desde el tiempo en que ocurrió eso, el trabajo humano que el organista utilizaba ha sido sustituido por la fuerza eléctrica. La energía, con cualquier calificativo (humana, mecánica, eléctrica), es el punto de partida de la «economía cartesiana».

A riesgo de ser redundante, déjenme ilustrar qué quiero decir con la pregunta «¿cómo vive la humanidad?», preguntándoles qué es lo que hace funcionar un tren. De un modo u otro podría atribuirse al maquinista, a los guarda-barreras, a quienes manejan las señales, al administrador de la compañía, a los capitalistas iniciales, a los accionistas, o, tal vez, a los pioneros científicos que descubrieron la naturaleza del fuego o a los inventores que aprendieron a aplicarlo, o, tal vez, al Trabajo que construyó la vía y el tren. Pero aunque todos ellos unieran sus esfuerzos no podrían hacer caminar el tren. Lo que hace funcionar la máquina es el carbón. Así pues, en el estado actual de la ciencia, la respuesta a la pregunta ¿cómo vive la humanidad?, o cómo vive cualquier otro ser, o cómo vive incluso la naturaleza inanimada en el sentido en que podríamos hablar de la vida de una catarata de agua o cualquier otra manifestación de movimiento, ha de ser, con pocas excepciones sin importancia, que viven del sol. Si nos desconectáramos del sol, el mundo quedaría sin vida, no sólo vida animada, sino también la mayor parte de la «vida» de la naturaleza inanimada. Los volcanes continuarían erupcionando de vez en cuando, como ahora, las mareas seguirían subiendo y bajando en unos océanos muertos, y el fenómeno recientemente descubierto de la radioactividad persistiría. Pero es el sol

quien da la fuerza, no sólo al viento y al agua, sino a toda forma de vida hasta ahora conocida. El punto de partida de la «economía cartesiana» son pues las bien conocidas leyes de la conservación y de la transformación de la energía, a las que nos solemos referir como primera y segunda leyes de la termodinámica.

Pero antes de emprender esta investigación, vayamos al otro extremo para intentar obtener una visión mental coherente de todo el conocimiento y de las relaciones entre las ciencias, aunque no sea más que para rechazar los dos errores que en filosofía se llaman, o caricaturizan, con los términos «mecanicista» y «vitalista». En cualquier clasificación de las ciencias se acostumbra a distinguir tres grandes grupos: las ciencias mecánicas, físico-químicas y matemáticas; las ciencias biológicas; las ciencias mentales. Su relación viene dada por ese mismo orden de enumeración, es decir, son como eslabones de una cadena, y el eslabón intermedio, la ciencia de la vida vegetal y animal, es el único que está en relación con los otros eslabones en ambos extremos.

Sin que se vea en lo que digo ninguna implicación cuantitativa, refiriéndome tan sólo al grado de relación entre las ciencias de esta lista, podría considerarse que el primer eslabón de la cadena empieza con las realidades últimas de la física actual: la electricidad, la energía, el éter y la materia, con complejidad creciente desde los elementos más simples al coloide complejo que, bajo el microscopio, revela un movimiento browniano aunque no esté vivo. El segundo eslabón empezaría con la forma de vida unicelular más simple y se extiende con complejidad creciente de la ameba al ser humano. El tercero empieza con las formas rudimentarias del comportamiento instintivo muy parecidas a las producidas por estímulos puramente físicos en las criaturas más sencillas, se extiende a través del libre albedrío y de la elección deliberada de acciones que conduzcan a fines predeterminados, y alcanza a la razón humana y a las más altas percepciones intelectuales, estéticas, éticas, morales y espirituales de la humanidad.

Mi propia filosofía sobre las relaciones entre esos campos la expreso con la frase de Kipling: «El Oriente es el Oriente y el Occidente es el Occidente y nunca se encontrarán».

Dentro de mil años es seguro que, si la civilización dura hasta entonces, la humanidad todavía investigará las realidades fundamentales del mundo físico, mucho más allá del mundo de los átomos y de la energía que marcan su frontera actual. Igualmente, podemos creer que estará mucho más adelantada que ahora en sus investigaciones psicológicas y en sus percepciones espirituales. En ambas direcciones las posibilidades del conocimiento se extienden *ad infinitum*, pero en dirección diametralmente opuesta a los problemas de la vida. Es en ese campo intermedio donde está la ciencia económica, sin que le afecte cuál sea la explicación última

<sup>2</sup> Esta famosa cita del «Discurso del Método» es conocida por los ecologistas precisamente como compendio de lo que el ecologismo trata de evitar, que el hombre se comporte como «dueño y poseedor de la naturaleza». Ahora bien, ¿cuál era el sentido con que Soddy empleó el adjetivo «cartesiano» para su economía? Como expliqué en la Introducción, era con la intención de destacar que esa economía era realmente científica, a diferencia de la economía ortodoxa que era escolástica y metafísica. (N. del E.)

del electrón o del alma, ocupada con la interacción de esos dos mundos extremos de la física y de la mente en sus aspectos cotidianos con el mundo intermedio de la vida —de un lado, la materia y la energía que obedecen las leyes de la probabilidad matemática tal como muestra el universo inanimado y, de otro lado, el guiar, el dirigir esas fuerzas y esos procesos ciegos hacia fines predeterminados—. El físico asegura que su mundo de la materia y de la energía existe como realidad independiente de la vida, y señala a las leyes de conservación para mostrar que es eterno, sin principio y sin fin, y ve en la historia de las rocas la señal de que fue la vida, y no el universo de la naturaleza, lo que empezó una vez. El teólogo y el filósofo de la religión cree en la existencia independiente y eterna, bajo el nombre de Deidad, de las cualidades de dirección y voluntad fuera de la vida, y señala que eso explica la escala ascendiente de la evolución y la aparición de percepciones por encima del nivel de los animales. No tengo información ni vocación para expresar una opinión respecto a la existencia de inteligencia aparte y fuera de la vida. Pero que la vida es expresión de la interacción de dos cosas totalmente distintas, representadas por la probabilidad y la voluntad libre, me parece evidente, aun cuando la naturaleza última de esas dos cosas distintas seguramente continuará estando dentro de mil años tan lejana como hoy.

Es fácil ahora indicar los dos errores que a mi juicio impiden que progreseemos. Ambos son obsesiones monísticas, debidas a la tendencia de la mente a reducir todo a sus componentes más sencillos, lo que acaba a menudo en la reducción a un solo componente. El primer error consiste en enlazar en un gran círculo los dos extremos de la cadena del conocimiento, extremos que van en direcciones diametralmente opuestas. Este error consiste en mezclar inextricablemente el mundo físico con las concepciones sublimadas del mundo mental. Me parece que las religiones y filosofías orientales no han caído en forma tan cruda como las nuestras en esta confusión. En sus primeras formas las deidades tenían poderes físicos análogos a los del trinitrotolueno, como por ejemplo el martillo de Thor y el rayo de Júpiter. La idea de que el universo físico debe haber tenido un principio, como la vida, y por tanto un creador, aún sobrevive. Para la gente corriente, el cielo es al mismo tiempo la morada de las almas sin cuerpo y de las constelaciones que evolucionan con tal precisión matemática que sus movimientos pueden ser anticipados sin fallo. La fase más reciente de ese error es la investigación teosofista mediante poderes ocultos sobre la estructura del átomo y la creencia extendida de que el descubrimiento de la telegrafía sin hilos es un argumento a favor de la realidad de la telepatía.

En el campo de la economía, el segundo error es tal vez más común. Podemos designarlo como «ultra-materialismo», el intento de derivar todos los fenómenos de la vida de una evolución continua a partir del

mundo inanimado. Empezamos con una nebulosa de materia cósmica que se condensa en formas cada vez más complejas, primero elementos ligeros y después elementos pesados, después compuestos químicos hasta llegar al coloide complejo. Esos mismos procesos hacen que ese conjunto complejo continuamente se descomponga y continuamente se regenere a sí mismo. Las moléculas inanimadas empiezan a vivir, y la vida luego sigue su curso evolutivo hasta el ser humano. Eso puede satisfacer a un biólogo, pero no me satisface a mí, como químico. No puedo concebir que un mecanismo inanimado que obedezca las leyes de la probabilidad llegue a desarrollar las facultades de elección y de reproducción, mediante una serie continuada de pasos sucesivos, como no puedo concebir que la creciente complejidad de una máquina llegue a tener por resultado la producción del propio maquinista y la facultad de reproducirse. Se me dirá que esto es una declaración pontifical de mi juicio personal. Pero, por desgracia para quienes digan esto, he de decir que los mecanismos inanimados son mi campo de estudio y no el de los biólogos. Una característica invariable de toda la filosofía superficial y pretenciosa es buscar la explicación de los fenómenos insolubles en un campo distinto al que el filósofo conoce de primera mano. El biólogo conoce el mecanismo animado y busca su origen en la química coloidal. Para probar esta hipótesis lo que importa no es tanto lo que diga el biólogo como el químico. La diferencia entre materia muerta y materia viva es, a mi juicio, algo así como la diferencia entre las cataratas del Niágara hace treinta años y ahora [con utilización hidroeléctrica]; no puede explicarse por las leyes a las que antes obedecía el Niágara, por las leyes de la probabilidad pura, sino con una explicación opuesta, la actuación de la inteligencia, tipificada en su forma más rudimentaria por el concepto de Clerk Maxwell del «demonio» separador<sup>3</sup>.

La vida, o el mecanismo animado, es en mi opinión esencialmente un dualismo, y el intento de subordinar una parte a la otra tiene consecuencias fatales. Ahora bien, el economista tiende a menudo a confundir las leyes de la naturaleza humana con las leyes de la naturaleza, y a dignificar el complejo de fenómenos termodinámicos y sociales que estudia dándole el nombre de «leyes económicas inexorables».

¿Puede sorprender que esas crudas confusiones, esos triunfos de los instintos mentales sobre la razón, la experiencia y el sentido común, hayan producido una esterilidad general del pensamiento creativo? Para ilustrar esto, nada mejor que una seria cita de Stephen Leacock, y si se me objeta

<sup>3</sup> El «demonio» de Maxwell, colocado en la ranura de una membrana que separa dos partes de un recipiente de gas, deja pasar las moléculas rápidas hacia un lado únicamente, aumentando así la diferencia de temperatura entre ambas partes, «venciendo» la ley de la entropía. La cuestión, sin embargo, es con qué energía (e información) trabaja el «demonio». (N. del E.)

que se trata de un humorista puedo responder que también es profesor de economía; es poco corriente que alguien confiese ser ambas cosas al mismo tiempo.

«Nuestros estudios consisten en probar la futilidad de nuestra búsqueda del conocimiento, y la prueba se realiza exhibiendo con gran detalle los errores cometidos en el pasado. La filosofía es la ciencia que prueba que no podemos saber nada del alma. La medicina es la ciencia que nos dice que no sabemos nada del cuerpo. La economía política nos enseña que no sabemos nada de las leyes de la riqueza, y la Teología es la historia crítica de los errores de los que inferimos nuestra ignorancia de Dios».

«Cuando me siento y caliento mis manos todo lo que puedo cerca de ese montoncito de brasas que es ahora la economía política, no puedo menos que comparar esa luz mortecina con la ciencia triunfante y vanidosa que fue una vez».

Contra esto, añadiría las palabras paradójicas de Poincaré al discutir la doctrina de la probabilidad matemática que domina el mundo inanimado:

«Quieren que les explique estos complejos fenómenos. Si, por mala suerte, conociera las leyes que los gobiernan, estaría perdido. Me perdería en cálculos sin fin y nunca podría contestar a vuestras preguntas. Por suerte para ustedes y para mí, no sé nada de esta cuestión. Por tanto, puedo contestarles inmediatamente. Eso puede parecer raro. Pero hay algo más raro aún, y es que mi respuesta será correcta».

Tal vez sea afortunado que no conozcamos nada sobre la naturaleza última de los fundamentos del mundo físico ni del mundo mental. Los hemos estudiado lo bastante para saber que en ambas direcciones nos alejamos de la solución de los problemas de la vida. En ambos casos, los conceptos teóricos sublimados hace tiempo que han dejado de tener interés. Más bien deberíamos estudiar la interacción entre sus formas más comunes, de un lado la materia y la energía, de otro lado la voluntad y la posibilidad de dirigir.

\* \* \*

Dejemos ahora esas generalidades y atendamos a la cuestión de qué puede contribuir exactamente la ciencia física cotidiana a la ciencia económica. Esa ciencia física insiste en el hecho de que la vida saca toda su fuerza o energía física únicamente del mundo inanimado, y no de algo que esté ya contenido en la materia viva y menos aún de la deidad exterior. En todas sus necesidades para su preservación física, la vida sigue los principios de la máquina de vapor. Los principios y la ética de las costumbres y leyes humanas no deben ir en contra de los principios de la termodinámica. Para la humanidad, como para cualquier máquina térmica, los proble-

mas físicos de la vida son problemas energéticos. Deben considerar ustedes la fuente de energía, el sol, que proporciona un ingreso continuo de energía que es consumida por la máquina viva para vivir. «Consumo» no significa aquí destrucción, pues tanto la destrucción como la creación son absurdidades en este mundo físico de que hablo; «consumo» significa el dejar la energía en estado no apto para su uso posterior. Toda la energía radiante recibida del sol tarde o temprano va a parar al gran sumidero de energía, esa especie de océano de energía térmica de temperatura uniforme incapaz de cualquier transformación posterior. Esa es la forma que conocemos mejor, es la energía de la agitación térmica perpetua de las moléculas de la que hablaba Poincaré [en esa cita anterior], y de la que no sabemos nada (de la moción de cualquier molécula individual) y sin embargo lo sabemos todo (de las estadísticas de la moción en conjunto). Y esa energía no tiene utilidad.

Debemos considerar ahora la transformación de la forma de energía proporcionada por la naturaleza en una forma que los hombres puedan usar y asimilar. En general, la transformación de la energía ocurre sólo en una dirección, como el agua que sólo corre cuesta abajo. Puede que el agua haga un trabajo útil por el camino, moviendo la rueda de un molino o puede ser que no, llegando al mar sin ser usada. Del mismo modo, la entrada de energía solar que finalmente va a calentar imperceptiblemente toda la masa del globo puede que por el camino infunda energía a un hombre o puede ser que no.

En cuanto a la utilización de la energía, hay que distinguir cuidadosamente en «economía cartesiana» entre dos usos<sup>4</sup>. Primero, el uso metabólico fundamental en el cuerpo para el proceso de la vida, que llamaré, en aras de la brevedad, *uso vital*. Segundo, se le puede dar otro uso, en vez del primero, para hacer trabajo externo, que se hace mejor directamente con energía inanimada. A este uso le llamaré *laboral*.

El problema de la vida es, en términos de física, lo contrario de dar cuerda a un reloj. Antes de que una persona pueda transmitir la animación de su cuerpo a un mecanismo, como sucede al dar cuerda a un reloj, es necesario que un mecanismo de la naturaleza le haya transmitido animación. Toda la historia podría ser reescrita explicando cómo eso se ha ido haciendo. Al principio se hizo ciega e intuitivamente, mediante intentos y errores, por la supervivencia de los más aptos y con métodos extravagantemente despilfarradores que fueron posibles sólo a causa de la resurgencia incontestable de la vida. Incluso ahora el proceso es tan indirecto, siendo posible sólo por mediación de la vida vegetal, que son pocos los

<sup>4</sup> La distinción de Soddy entre esos dos tipos de uso de energía es similar a la de Lotka, entre el uso endosomático y el uso exosomático. (N. del E.)

que se percatan de las condiciones de la existencia humana y de la importancia de las fuentes y cantidades de energía disponibles.

En cambio, el uso laboral de la energía natural ha sido siempre conscientemente dirigido, ha sido desarrollado expresamente ya mucho antes de que se formularan los principios de la ciencia de la energía. Pero la clave de la discontinuidad repentina de la historia de la humanidad que marca la era del vapor hay que buscarla en lo siguiente: antes del siglo XIX, la humanidad vivía de sus ingresos; la humanidad, hoy, aumenta esos ingresos, dentro de unos límites bien definidos, a costa del capital.

Todas las formas de energía previamente utilizadas, con un par de excepciones menores como la energía de las mareas y geotérmica, eran formas del ingreso de energía solar. La energía del viento, la fuerza del agua, el combustible forestal son partes del ingreso de energía solar, repetido año tras año exactamente como las cosechas de cereales o de forrajes. Pero cuando el carbón se convirtió en rey, la luz solar de hace cien millones de años se añadió a la de hoy, y con ella se edificó una civilización como nunca había visto el mundo.

El hecho fundamental bajo esta civilización es que, mientras los hombres pueden llegar a aligerar sus trabajos exteriores con la ayuda de máquinas alimentadas con combustibles, sólo pueden alimentar su combustión interior mediante la energía solar a través de los buenos oficios de las plantas. El mundo vegetal continúa siendo el único que puede transformar el flujo originario de energía inanimada en energía vital. La constitución del animal le hace incapaz por ahora de efectuar esta transformación.

Los detalles técnicos de este asunto no carecen de significación. Cualquiera que sea el origen de la energía, el penúltimo paso debe ser siempre su almacenamiento en las plantas antes de que sea usado por los animales como alimento. Es posible, por ejemplo, usar la energía de una caída de agua y almacenarla en diversos compuestos químicos mediante métodos electro-químicos, y de esta forma proporcionar esta energía en la forma de fertilizante a las plantas. Así se aumentan las cosechas que alimentan una población creciente. Se ha conseguido conscientemente un proceso contrario [sic] al de dar cuerda al reloj. El peso de las aguas del Niágara al caer trabaja para los seres humanos. No hay ninguna objeción técnica a que se use del mismo modo la energía del carbón, aparte del coste directo de extraerlo, pero en general hay que decir que el gran capital de energía de ese combustible no se usa todavía para un uso vital, sino en usos laborales. El uso vital requiere las plantas como intermediarios, y aunque el carbón una vez estuvo vivo, está muerto desde hace mucho tiempo. Hay que trabajar aún en la labor penosa de la agricultura y, a pesar de los grandes adelantos de este siglo pasado, los agricultores, campesinos y jornaleros son todavía la clase económica dominante y lo serán hasta que algún nuevo descubrimiento científico les haga perder esta posición. A mi juicio, este hecho es

de los más fundamentales, aunque menos obvios de la ciencia económica y social en la actualidad.

Este hecho desde luego no ha sido suficientemente notado por los economistas, particularmente en este país. En el período extravagante de utilización del capital de energía en combustibles que ahora se cierra, por lo menos en lo que se refiere a este país, pudimos fabricar con máquinas casi cualquier tipo de mercancías y toda clase de máquinas ahorradoras de trabajo que intercambiamos por la comida que no podíamos fabricar así, y que por tanto no produjimos. La población de Gran Bretaña creció, a cuenta de ese intercambio de capital por ingresos corrientes, de productos fabricados por alimentos, de 10,5 millones en 1801 a 40,9 millones en 1911, mientras que en Irlanda, que no tiene carbón, caía en el mismo período de 5 millones a 4,3 millones. La «economía cartesiana» es capaz de diagnosticar instantáneamente las raíces de los conflictos políticos irlandeses, como ya ha indicado Sir Leo Chiozza Money.

A causa de este proceso de intercambio de productos fabricados, el mundo entero fue gastando cada vez más del capital-energía, en combustibles para usos laborales. Amplió el área cultivada y también lo usó para transportar las cosechas desde las regiones más alejadas del globo, y así, *indirectamente*, aumentó el ingreso de radiación solar del cual depende aún enteramente para su uso vital.

Pero eso ha sido una fase transitoria, los países nuevos se hacen viejos, sus poblaciones tienden a crecer hasta el límite de su disponibilidad de alimentos, y sus industrias y manufacturas se desarrollan con la ayuda de sus propios recursos. Por esa doble razón, el extravagante período de prosperidad que ha vivido Gran Bretaña está destinado a ser corto. El «imperialismo» marca su último esfuerzo de supervivencia.

El carbón es el capital real, sobre cuyo consumo se ha construido la civilización capitalista, pero, en lo que respecta a los medios de vida de la hinchada población que ha crecido junto con su uso, la utilidad del carbón ha sido indirecta y pronto cesará. Esta es la gran paradoja del Capitalismo. Es capitalista en cuanto a los accesorios, las comodidades y los lujos de la existencia, pero en cuanto a las necesidades depende aún del ingreso corriente. Incluso Adam Smith podía decir: «Si se dispone de alimentos, es fácil conseguir vestido y la vivienda necesarios». Hoy, debido al desarrollo de la energía mecánica, es enormemente más fácil que entonces. Pero una vez se ha hecho todo para desarrollar nuevos países y aumentar el suministro de alimentos, la respuesta a la demanda de comida será el ofrecer una piedra. Es verdad que los avances de la ciencia química y biológica, el desarrollo de la química agrícola y de nuevas variedades de trigo, puede contribuir mucho pero no todo lo que sería necesario para satisfacer las necesidades de una población que será cuatro o cinco veces mayor.