

FRED COTTRELL. *ENERGÍA Y SOCIEDAD* (SELECCIÓN)*

Extractos del capítulo I

Naturaleza y características de la energía

[...]

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tesis de este libro es sencilla. Sostiene que la energía de que el hombre dispone, limita lo que *puede* realizar e influye en lo que *habrá* de realizar. Esto no será fácil de establecer por cuanto los convertidores de energía que el hombre emplea están comprendidos en una matriz social en la cual resulta difícil distinguir las relaciones vinculadas primariamente con las operaciones técnicas, de aquellas que son de origen primariamente social. Sin embargo, este esfuerzo debe emprenderse, porque la única manera de saber en qué medida lo que el hombre trata de hacer es accesible es separando los efectos de los dos tipos de factores de control.

[...]

La contribución del científico puede condensarse en la siguiente fórmula: si usted hace esto y esto, sucederá aquello. En otras palabras, la ciencia prescribe las condiciones necesarias para producir un cambio y predice sus consecuencias. Se pueda o no influir directamente en los hombres para que realicen o se abstengan de realizar ciertos actos con el fin de obtener o evitar consecuencias previstas, esto no se puede determinar basándose en la posición científica misma. Si vamos a predecir si un grupo dado deseará o no cambiar en la medida necesaria para aprovechar nuevos combustibles y convertidores de energía, tendremos que saber qué conviene cambiar en la situación en particular que encaramos, para que esos combustibles y convertidores de energía se puedan aprovechar. Esto significa que es menester dedicar un cuidadoso esfuerzo para trazar una distinción entre las relaciones sociales que dependen de la utilización de los convertidores actuales y aquéllas que probablemente persistan, aunque nuevas fuentes de energía las abastezcan. Sólo en la medida que sepamos qué debe cambiarse podremos conocer los costes de este cambio y estimar así la disposición del hombre a alterar su sociedad.

Existen, y han existido muchos tipos de expresiones para explicar por qué el hombre persiste en su conducta o la modifica. En esencia, se le ha definido como un animal político ambicioso de poder, o como ser económico ávido de dinero, un ser dotado de sangre, tierra y de instintos raciales que orientan sus preferencias, títere impotente de fuerzas físicas o biológicas que lo animan, elemento anárquico en el tiempo y en el espacio sólo guiado por su voluntad, como muchos otros tipos de criaturas. Los que acuñaron estas expresiones, habiendo asignado

* Nota de los editores del número. Con ligeras correcciones, se reproduce aquí la traducción realizada por M.A. Marino relativa a algunos extractos del capítulo I (pp. 15-28) y el capítulo VII (pp. 149-180) del libro de Fred Cottrell (1958). *Energía y sociedad*. Buenos Aires: Editorial Ágora (versión original de 1955).

al hombre una naturaleza básica, procedieron seguidamente a deducir cómo habría de comportarse un individuo así y de hecho predijeron cómo actuaría. En esta obra sólo tratamos de descubrir las relaciones entre los convertidores de energía, los combustibles empleados por los hombres y los tipos de sociedad que éstos construyen.

Los métodos aplicados para tratar de llegar a la verdad con respecto a esas relaciones son diversos. Las ciencias físicas y biológicas pueden indicarnos la naturaleza y cantidad de energía que se puede obtener de un combustible o convertidor de energía dado. El análisis de estos datos permite que nos formemos una idea de la forma en que el hombre procedería si se le limitase esa fuente de energía en particular. También podemos calcular cómo podría proceder si quisiera utilizar esa fuente con la mayor eficiencia posible.

Apartándonos de este ideal, examinaremos evidencias históricas para determinar cómo han procedido realmente los pueblos que quedaron confinados al empleo de fuentes dadas de energía. Esto nos revelará el grado en que su conducta ha correspondido con la idealmente necesaria para explotar sus fuentes de energía.

También estudiaremos los cambios de valores y de estructura social que han acompañado a la modificación de las fuentes de energía, junto con los elementos de juicio en cuanto a si tales cambios trasuntan o no un molde común. El análisis de estos datos nos ofrecerá un medio para determinar por qué algunos pueblos no han aprovechado ciertas fuentes conocidas de energía que en ciertos sentidos eran claramente superiores a las que realmente aprovecharon.

No hacemos a priori ninguna presunción en cuanto a la función que la energía desempeña en la conducta del hombre. Nos esforzaremos en esclarecer esta función, en la creencia de que al hacerlo contribuiremos a crear una correspondencia más estrecha entre las expectativas de los hombres y lo que es más probable que acontezca.

Incluso el conocimiento más rudimentario de la fisiología y de la termodinámica pone en evidencia que el hombre sólo puede existir mientras sea capaz de reponer la energía que consume en el proceso de la vida. Para ello normalmente debe estar en condiciones de controlar una energía igual o superior a este mínimo. Todo déficit permanente es incompatible con la vida.

Más allá de este mínimo biológico, la cantidad de energía requerida por el hombre está condicionada a los objetivos que éste se establece a sí mismo. Hay pocas sociedades, o ninguna, en las cuales los hombres prefieren no extraer más energía que la necesaria para conservar un abastecimiento normal de comestibles, protección frente a los elementos ambientales y procreación. En cambio, existe una amplia gama de valores que inducen al hombre a luchar por la conquista de una gran cantidad de objetivos que exigen para su logro el control de diversas formas y cantidades de energía. La preservación de un sistema de valores exige un suministro continuo de energía que sea igual a las demandas impuestas por ese sistema de valores. A la recíproca, como veremos más adelante, los cambios operados en la cantidad o forma de energía disponible dan origen a condiciones que tienden a producir cambios en los valores, para que hombres que comparten valores comunes efectúen cambios similares en sus preferencias cuando confrontan cambios similares en las consecuencias de sus actos. Estos cambios de preferencia no sólo están influidos por los valores aprendidos sino por la modificación de los límites establecidos en lo que físicamente pueden hacer. Por lo tanto, la posibilidad de predecir cambios depende por igual del conocimiento de las potencialidades físicas de una situación como del conocimiento de los valores que los hombres sostienen.

Es probable que, a raíz de los errores de los deterministas físicos y de los marxistas, haya existido, particularmente en los Estados Unidos, una acentuada reticencia a examinar las consecuencias sociales de los ordenamientos físicos mediante los cuales los hombres viven. Ha habido, sin embargo, varias investigaciones fructíferas. Entre los científicos sociales, W. F. Ogburn, Lewis Mumford, George K. Zipf, John Q. Stewart, Leslie White, Hornell Hart y muchos otros han prestado particular atención a las repercusiones sociales de la tecnología y de la energía que esta brinda. Este libro empieza con un tipo de investigación un tanto distinta con respecto a las de ellos, y llega a conclusiones también un tanto diferentes, aunque no intentaremos, en general, discutir las contribuciones que han hecho.

El enfoque adoptado aquí trasciende muchas veces a las tradicionales líneas divisorias de trabajo fijadas por los científicos sociales. Esto hace surgir algunas dificultades del mismo tipo que las encontradas por otros científicos que emplearon a la energía como denominador común. Muchas cosas que resultan elementales para el

especialista en un campo, se deben decir para conocimiento de los lectores que no están familiarizados con ese campo. Por eso, los lectores avezados en cualquiera de los aspectos tratados hallarán que la obra es una mezcla de cuestiones elementales y de cuestiones más avanzadas.

[...]

ENERGÍA EXCEDENTE

En esta obra empleamos otro concepto general que conviene definir aquí: se trata del concepto de *energía excedente* (a menudo abreviada como excedente). Esta es la energía que el hombre posee en exceso con respecto a la que ha consumido para liberar energía. A semejanza del concepto de “eficiencia”, la energía excedente representa la apreciación social de un hecho físico. Al igual que la eficiencia, a veces ha inducido a error porque se la ha interpretado exclusivamente como hecho físico, más que como un concepto que entraña el proceso de valoración. Para tener la seguridad de que no se hará cuestión en cuanto al significado del término, explicaremos con más detalle nuestra definición. En todo momento, el hombre, el grupo o cualquier otra unidad socialmente operativa dispone de una cantidad limitada de energía. Esta energía puede aprovecharse inmediatamente en su forma actual. También se puede invertir en una operación destinada a incrementar la cantidad de energía disponible en el futuro. El ejemplo más sencillo sería la semilla de cereal; que podría comerse o plantarse. Es obvio que la planta habrá incurrido en déficit si ni siquiera obtiene de la cosecha la cantidad de semilla sembrada, pues tendrá a su disposición menos energía que antes. Por otra parte, si cosecha grano suficiente como para reemplazar la semilla, para compensar la cantidad de energía invertida en el trabajo de plantar, cultivar, cosechar su cultivo y obtener algo más, habrá ganado una energía superior a la que previamente tenía bajo su control: cuenta ahora con energía excedente. El caminante que come las guindas que crecen a lo largo del camino, sólo consume en las operaciones necesarias para conseguir esas guindas una pequeña cantidad de la energía que obtiene de ellas. Ha obtenido un excedente de energía. Por otra parte, el hombre que para cazar una liebre recorre un campo de treinta hectáreas, probablemente consume más energía de la que puede conseguir a raíz de la operación.

En las actividades más complejas de la sociedad moderna, a menudo resulta extraordinariamente difícil descubrir todos los costes y todas las ganancias que entran en juego desde el punto de vista de la energía. Sin embargo, es evidente que las mismas premisas sobre la energía rigen para acciones complejas como para los ejemplos más sencillos que hemos dado más arriba. La continua realización de proyectos que producen menos energía de la que consumen, conduce inevitablemente a un déficit que debe compensarse con otras operaciones que arrojen excedente. De lo contrario, la sociedad se encontrará con menos energía de la que poseía antes de iniciar los proyectos en cuestión. Según demostraremos más adelante, en las sociedades antiguas los déficits se percibían con bastante prontitud. O se daban rápidamente los pasos necesarios para corregirlos, o la cultura no tardaba en desintegrarse. En las sociedades más modernas, estos hechos son extraordinariamente difíciles de determinar.

La lucha por establecer el punto en que el consumo excede a la producción, o por asegurar que la energía excedente de algunas operaciones pueda destinarse a compensar los déficits de otras, no es concluyente y suele prolongarse hasta que alguna crisis obliga a reconocer el déficit o provoca el desmoronamiento del sistema.

Suponemos aquí que el valor de la energía permanece invariable cuando se la utiliza para obtener nueva energía y, a su vez, aparece energía excedente, pudiéndose comparar entonces ambas cantidades de energía. En otras palabras, partimos de la base de que no existe cambio cualitativo en la energía que se aporta al proceso y la que se obtiene como producto del mismo. Suponemos, por ejemplo, que la energía en forma de semilla podría considerarse, en cuanto a energía, como el mismo producto que resulta de la cosecha o, dicho de otro modo, que los kilovatios de electricidad que se invierten en la extracción de carbón de una mina son comparables a los kilovatios de electricidad producidos mediante el carbón extraído de la mina. Interpretamos aquí que la energía es capaz de convertirse con tanta facilidad de una forma en otra, que con fines de cálculo se la puede considerar neutra como mercancía y, por lo tanto, susceptible de tratamiento sobre una base estrictamente cuantitativa. La inconvertibilidad de otros combustibles en alimentos constituye una significativa excepción de este criterio, por lo cual más adelante habremos de tratar extensamente esta diferencia. En todo el curso de nuestra exposición deberemos conservar una clara distinción entre las operaciones que producen energía excedente y determinan su cantidad y forma, y las operaciones que determinan las características sociales que se les asignan.

Algunos economistas han tratado de encarar el problema de la energía excedente basándose en proposiciones morales y religiosas derivadas de la experiencia humana en épocas pretéritas. Lo cierto es que la lucha por crear morales que ofrezcan una norma racional para la disposición de la energía excedente, quizá constituya uno de los cruciales puntos de conflicto en la sociedad moderna. Es obvio que, dado que la cantidad excedente está claramente relacionada con el sistema social bajo el cual se la produce, ambas actividades no son netamente separables, sino que es posible medir el primero de este conjunto de hechos con instrumentos cuya fidelidad no depende de presunciones peculiares respecto de la situación en que se los emplea. La posibilidad de hacer esto representa una ventaja real.

[...]

Capítulo VII

LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA

Como hemos visto, es difícil separar las ganancias que se obtienen en la agricultura mediante la aplicación de la energía proveniente del petróleo, el carbón, el gas y los saltos de agua, de las que se derivan de la aplicación de otros medios destinados a incrementar el rendimiento. Sin embargo, si queremos predecir el futuro de la agricultura mecanizada deberemos intentar ese análisis.

En la economía mercantil, donde los hombres tienen la alternativa de trabajar en los campos o en las fábricas, quizás en términos monetarios resulte más barato reemplazar a los hombres por máquinas que a la inversa. Este es el caso en los Estados Unidos y otras regiones de occidente. Como estamos acostumbrados a estas condiciones, tendemos a traducir los costes monetarios en costes físicos y a suponer que cuando los costes monetarios son menores, los costes de energía también tienen que ser menores. Esto no es necesariamente así, puesto que grandes cantidades de energía provenientes de fuentes no alimenticias pueden igualarse en términos monetarios con pequeñas cantidades de energía en forma de alimentos. Lo cierto es que, según comprobaremos si reflexionamos un poco, *los costes energéticos de las tareas comprendidas en la producción mecanizada de alimentos son mayores que los incurridos en el cultivo a mano*. Para mayor claridad, damos a continuación las razones por las cuales es así.

1. Se consume más energía porque las tareas se efectúan con mayor rapidez. Se recordará que la energía necesaria para realizar un trabajo no sólo varía según la masa y la distancia en juego sino también con el tiempo empleado. La cantidad de energía no es directamente proporcional al aumento de la velocidad, sino que varía en función del cuadrado de la velocidad. Por lo tanto, la disminución del tiempo se consigue a costa de mayores y mayores gastos en la energía empleada.
2. Las herramientas que permiten aumentar considerablemente la potencia tienen que ser por sí mismas más grandes, pesadas y complejas que los instrumentos manuales a los cuales reemplazan. Por lo tanto, la producción, mantenimiento y reparación de estas herramientas también consume más energía.
3. La mayor superficie por unidad de producción exige el empleo de una mayor cantidad de energía para ir y venir hacia y desde el lugar de trabajo, y para transportar el producto hasta el sitio de consumo.
4. En la mayoría de los casos la productividad de la tierra varía de acuerdo con las zonas que se cultivan. Al utilizarse maquinaria más grande y potente que trabaja a mayor velocidad, se sacrifica gran parte de la selectividad que es posible con el cultivo a mano. El resultado es un rendimiento menor para un gasto dado de energía.
5. En muchas zonas donde se opera el cambio de granjas más grandes, ya existen bienes fijos en forma de casas y graneros, caminos, cercas y lindes que se tornan inútiles en la unidad más grande. También puede haber bienes como iglesias, capillas y talleres de artesanía, además de las viviendas de quienes trabajan en ellos, que pierden su utilidad a medida que la merma de la densidad de población reduce la cantidad de gente que pueden atender más allá del punto necesario para su existencia. Por lo tanto, aparte de los costes de operación del nuevo sistema, se producen pérdidas físicas iniciales que deben compensarse, o de lo contrario se debe vencer la resistencia de sus propietarios por el daño que experimentan.

6. Existe también el hecho, señalado anteriormente, de que los sentimientos y hábitos humanos producen inercia. Para superar esto se requiere gasto de energía.¹
7. Por último, desde luego, está el problema de brindar empleo en términos favorables a la población que ya no es útil localmente por haber sido reemplazada por la adopción de otros convertidores energéticos. Es probable que éste sea el problema de más difícil solución.

LA AZADA FRENTE AL TRACTOR

Antes de seguir adelante, examinaremos algunos casos concretos como los que hemos venido tratando en forma abstracta. Afortunadamente contamos con un estudio reciente² que revela algo sobre los costes relativos entre los cultivos con la azada y con el arado en términos susceptibles de convertirse en unidades de energía. Oscar Lewis comparó ambos sistemas en la villa mejicana de Tepoztlán, y ofrece cifras específicas tomadas de una muestra que probablemente sirva de prototipo para muchas otras regiones. Comprueba que el cultivo de maíz con la azada requiere más del triple de hombres-días que el cultivo con el arado. Las cifras arrojan un promedio de unos 50 días para el arado y de 165 días para la azada por cada hectárea cultivada. No menciona en las zonas de arado la proporción de días en que se usan bueyes, en comparación con los días en que los hombres trabajan sin arado. Sin embargo, por la descripción de las tareas resulta indudable que los bueyes trabajan buena parte del tiempo. Estableciendo la potencia de una yunta de bueyes en un caballo y medio y suponiendo que, de los 50 días utilizados en labrar la tierra con el arado, en 30 de ellos la yunta trabaja diez horas diarias, obtenemos un total de 450 caballos-hora para los bueyes y de 50 (calculando al hombre en 1/10 de caballo, o sea un caballo-hora por día) para los hombres, o sea un total completo de 500 caballos-hora para producir una hectárea de maíz, en comparación con 165 caballos-hora para el cultivo con azada.

Como el buey convierte plantas en energía mecánica con un rendimiento casi igual que el hombre, para producir combustible para una yunta de bueyes calculada en 15 caballos-hora por día se requiere una tierra cuya vegetación rinda 15 veces la cantidad de energía necesaria para un hombre. Esto no quiere decir que se necesite una superficie de tierra cultivable 15 veces mayor, porque el buey come plantas que se dan en tierras no aptas para el cultivo; además, no consume productos animales que derrochan energía ni necesita ninguna tierra para la producción de fibras para vestir, como sucedería con el hombre. Sin embargo, estos costes son reales y parte de la tierra destinada al mantenimiento de los bueyes debe restarse a la que de otro modo sería empleada por el agricultor del cultivo con azada para producir alimentos. Si hubiese tierras disponibles en cantidad suficiente y si la temporada de crecimiento fuera breve, esta pérdida se compensaría con la mayor cosecha derivada del aumento de la superficie cultivable mediante la utilización del buey. Sin embargo, en Tepoztlán las temporadas de siembra y crecimiento son prolongadas y la tierra no abunda. En la actualidad en muchas otras regiones basadas en el cultivo con la azada se presenta la misma situación.

A veces se argumenta que la pérdida de energía ocasionada por el buey o el caballo se contrarresta con la mayor fertilidad debida a la roturación más profunda que realiza el arado. Lo cierto es que cada vez se va poniendo más en evidencia que en la mayoría de los lugares la capa más fértil del suelo está en los primeros centímetros; por lo tanto, al arar profundo tiende a disminuir el rendimiento, en vez de aumentarlo. En el caso estudiado,

1 Moore, Wilbert Ellis (1951). *Industrialization and Labor* (Industrialización y Trabajo). Ithaca, Nueva York: Cornell University Press. Este libro, publicado para la New-School for Social Research, Institute of World Affairs. Este libro trata extensamente y con amplia documentación las consecuencias sociales de la industrialización de varias sociedades de baja energía. Demuestra cómo surge la resistencia, las formas que adquiere y algunos de los resultados. El material casuístico sobre situaciones especiales en Méjico ofrece un medio para calcular a grandes rasgos la energía que necesitaría para superar algunos de los obstáculos con que se tropezó.

2 Lewis, Oscar (1951). *Life in a Mexican Village: Tepoztlán Revisited* (La Vida en una Villa Mejicana: Nueva Visita a Tepoztlán). Urbana: University of Illinois Press, 1951. Este es un nuevo análisis de Tepoztlán, una de las villas estudiadas por Redfield en el curso de su trabajo sobre la clasificación popular-urbana de las sociedades. Para la caracterización de las que he denominado aquí "sociedades de baja energía", me he basado principalmente en estudios como estos, por supuesto. El libro de Lewis es particularmente valioso porque revela en forma tan inequívoca y en términos cuantitativos la base "económica" de la comunidad, que permite hacer comparaciones con otros sistemas. El tenor general de esta obra y de la de Redfield parece basarse en la idea de que la industrialización proseguirá indefinidamente en Méjico. De esto. no estoy tan seguro como ellos.

Lewis³ halló que “la comparación de los rendimientos de los dos tipos de agricultura revela que el cultivo con azada rinde igual que el mejor cultivo con arado y que, por lo general, llega a duplicar el rendimiento por término medio del cultivo con arado”. Esto se debe principalmente a que quien cultiva con azada puede seleccionar suelos de mayor fertilidad que quien siembra un tipo de maíz no cultivable con arado. Curwen⁴ demostró que el cambio de la forma del campo motivado por la introducción del arado es un fenómeno antiguo.

Con la azada el campo tiende a adoptar la forma circular o, de lo contrario, a seguir un contorno que revela lo que ha producido la fertilidad del suelo. En el arado con caballos, como la masa puesta en movimiento es considerable, la inercia induce al agricultor a arar más o menos en línea recta, cultivando así al mismo tiempo las porciones más y menos fértiles y, dicho sea de paso, fomentando la erosión. En la zona estudiada por Lewis el agricultor con arado ha aprovechado al máximo la tierra arable; dejando únicamente al agricultor con azada las partes marginales y las porciones en las que las piedras, el suelo escaso y otros factores impiden arar. La necesidad de diseminar sus esfuerzos en una superficie grande ha hecho que el agricultor de azada consuma una gran cantidad de energía y de tiempo yendo hasta el lugar de trabajo y regresando a la villa. Por lo tanto, la agricultura con azada, tal como se la practica ahora, es menos productiva en general de lo que habría sido si toda la villa se dedicase a ella. Si se pudiera comparar el cultivo con azada de máxima eficiencia con el cultivo con arado, tal como ahora se practica, la disparidad general en los costes de energía entre ambos sistemas podría resultar todavía mayor que el cálculo que acabamos de dar.

El crecimiento de la población de Tepoztlán ha obligado a un número cada vez mayor de agricultores de azada a volver a los métodos que caracterizaban a la comarca en un período anterior, cuando se despejaban los bosques quemando los árboles y se obtenían dos cosechas anuales en esas tierras. Pero, cuando se la ha cultivado de esta manera, la tierra tarda tanto en recuperar la fertilidad que esto no ofrece ninguna solución. Mientras tanto, la creciente presión impuesta sobre el agricultor del cultivo con azada lo induce a ofrecer alquileres cada vez mayores por el empleo de tierras más convenientes. Por el momento el agricultor de arado está ligado por la venta de sus excedentes a las zonas urbanas, que lo abastecen de suficientes productos como para compensar su relativa ineficiencia en la producción de energía excedente. Pero el cultivo con arado, que limita la dimensión de la población local, está sometido a constante y creciente presión, y los mayores alquileres resultantes de esto hacen posible que, con el correr del tiempo, al propietario de la tierra sometida actualmente al cultivo con arado le rinda más beneficios arrendándola a agricultores con azada, que a los que utilizan animales de tiro que producen excedentes para vender a los moradores de las zonas urbanas.

En Yun-nan,⁵ antes de la segunda guerra mundial, los que poseían tan poco como 2 a 4 hectáreas ya no pensaban en trabajar porque conseguían mano de obra por una pequeña fracción del producto total de sus tierras. Es fácil colegir cómo en tales condiciones la tirantez entre el terrateniente y la mano de obra agraria tiende a acentuarse y porqué los campesinos son inducidos fácilmente a respaldar un movimiento que propugne la redistribución de la tierra, por ineficaz que según las normas occidentales pueda parecer este cultivo con azada, la reducción del tamaño de la heredad individual había tornado necesario. Al mismo tiempo podemos anticipar que el creciente coste de los alimentos en las zonas urbanas dará como resultado el apoyo a medidas políticas para impedir que el agricultor de azada agote de antemano el abastecimiento de comestibles para la urbe.

EL CABALLO FRENTE AL TRACTOR

Comparar el cultivo con azada con la agricultura mecanizada es más difícil todavía que compararlo con el cultivo con arado que utiliza animales de tiro, porque muchos de los factores que intervienen en el cultivo mecanizado no son de origen local y no se ha llevado cuenta exacta de sus costes energéticos. Esos costes sólo se suelen conocer en términos monetarios y, en consecuencia, no se los puede aplicar directamente. Además, el hecho de que el tractor no necesita alimentación, y por lo tanto no implica una reducción de la tierra cultivable, elimina una fuente de resistencia a la introducción de la agricultura mecanizada. A pesar de estas complicaciones se pone de manifiesto la misma notable disparidad. Las investigaciones practicadas hasta ahora limitan los casos ilustrativos que estamos en condiciones de citar y hacen difícil determinar con certeza en qué medida los ejemplos que

3 Lewis: *Op. cit.*, p. 156.

4 Curwen: *Op. cit.*, pp. 48-49.

5 Fei, Hsiao-Tung y Chang, Chih-i (1945). *Earthbound China: a study of rural economy in Yunnan*. Chicago: University of Chicago Press.

presentamos son apropiados, *aunque éstas son meras ilustraciones*; los principios en juego no dependen de la verificación que se les haga sino de abundantes estudios en el campo de la física y de la agrobiología.

PRODUCCIÓN DE ARROZ: JAPÓN Y LOS ESTADOS UNIDOS

Probablemente los cultivadores japoneses de arroz húmedo produzcan más que cualquier otra clase importante de pueblo que cultiva con azada. El rendimiento por término medio es de unos 50 bushels por acre. El cultivo y la recolección requieren alrededor de 90 hombres-día por acre, o sea, 90 caballos-hora. Comparemos estas cifras con las de un estudio realizado en Arkansas en 1947, donde el cultivo de arroz húmedo también rendía unos 50 bushels por acre.⁶ Este estudio ha sido hecho en forma muy minuciosa y representa una muestra adecuada para esa zona. Para obtener 50 bushels de arroz en Arkansas se requirieron 14,1 hombre-hora, 4,3 tractor-hora, 1,3 camión-hora y 434 kilovatios-hora de electricidad para bombeo. Además, se depositaron en la tierra fertilizantes que contenían 32 libras de nitrógeno aprovechable. Los tractores consumieron 3,6 galones de gasoil y 0,05 galones de gasolina por hora. El consumo del camión se ha calculado en 1 galón de gasolina por hora.

Como más adelante volveremos a hacer alusión a cifras de esta naturaleza, damos en detalle el método empleado para efectuar la conversión a caballos-hora. El gasoil (tipo N° 4) rinde 56,96 caballos-hora de energía calórica por galón. La energía calórica de la gasolina para motores se calcula en 48,83 caballos-hora por galón. Planteamos el cálculo de la siguiente manera:

4,3 tractor-hora a razón de 3,6 galones de gasoil y 0,05 galones de gasolina por hora.

$$56,96 \times 3,6 = 205,6 \text{ HP-h por h de gasoil}$$

$$48,83 \times 0,05 = 2,4 \text{ HP-h por h de gasolina}$$

$$= 208 \text{ HP-h por h de combustible para tractor}$$

4.3 horas utilizadas = 894,4 HP-h de valor calórico del combustible consumido por el tractor.

Para el camión: 1,3 hora a 1 galón de gasolina por hora

$$1,3 \times 48,8 \text{ HP-h} = 63,44 \text{ HP-h de valor calórico}$$

Convertido con un rendimiento del 20 por ciento esto proporciona:

Para el tractor.....	178,88 HP-h
Para el camión.....	12,69 HP-h
Operarios rurales.....	1,41 HP-h
Bombeo, 434 Kwh de electricidad a 1,34 HP-h por Kwh.....	581,46 HP-h
Fertilizante ^{7*} 32 libras de nitrógeno libre a 1 HP-h por libra.....	32,00 HP-h
TOTAL.....	806,54 HP-h

Haciendo una comparación resulta que solamente los costes energéticos de operación van 9 a 1 en contra de la agricultura mecanizada. La producción por término medio japonesa arrojaba un valor calórico de 5.663 caballos-hora

⁶ Mullins, Troy y Slusher, Melvin W. (1951). *Comparison of Farming Systems for Large Rice Farms in Arkansas* (Comparación de Sistemas Agrícolas para Grandes Granjas-Arroceras en Arkansas). Estación Agrícola Experimental del Colegio de Agricultura de la Universidad de Arkansas, en cooperación con la Oficina de Economía Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Fayetteville, Ark., Boletín 509, p. 36. Este es uno de los muy pocos informes que he podido localizar y que suministraban todos los datos necesarios para medir las operaciones en términos energéticos. Indudablemente un considerable número de otros informes publicados en términos de costes monetarios contienen muchos datos que se pueden expresar con base en la energía. Si este enfoque fuese fructífero, particularmente en relación con proposiciones como el programa del Punto Cuatro, la publicación de esos datos podría resultar ilustrativa.

⁷ Esta cifra ha sido tomada del Boletín de la Comisión de la Energía de los Estados Unidos, "Requisitos de Energía de las Industrias Electroquímicas, Electrometalúrgicas y Afines", 1938. Es probable que desde entonces se hayan producido notables disminuciones de costes en este terreno.

por acre, o sea, el 20 por ciento, 1.132,6 caballos hora de energía mecánica. Restando 90 caballos-hora por los 90 hombres-día utilizados en el cultivo, el excedente fue de 1.042,6 caballos-hora de energía mecánica. Considerando la misma cifra para el producto de Arkansas, restando solamente los costes de la energía realmente invertida en las tareas y no dejando margen para la reparación y amortización de las máquinas, el excedente sólo asciende a 326,06 caballos-hora por acre. Por otra parte, el excedente japonés era de 1,25 por caballos-hora por hombre-hora, mientras que el excedente norteamericano fue de 23,1 caballos-hora por hombre-hora.

Para aumentar su productividad física los japoneses han utilizado en gran proporción los medios que ofrece la tecnología moderna, mientras seguían empleando el trabajo manual. La aplicación que han dado a los abonos orgánicos y sus métodos de siembra, de selección de plantas de cultivo y de recolección, elevan su productividad por acre al mismo nivel que el de los Estados Unidos. Por lo tanto, al menos en cuanto al arroz, es posible conseguir una cantidad de energía total equivalente, o alimentar al mismo número de personas, con un acre trabajado a mano que con un acre trabajado a máquina en los Estados Unidos. Desde el punto de vista japonés la utilización en agricultura de una gran cantidad de energía, que de otro modo se destinaría a la industria, creando así desocupación entre los trabajadores rurales, quienes en consecuencia deberían padecer hambre o comer sin producir, no parecería significar una aplicación eficiente de la energía disponible.

Desde el punto de vista norteamericano —o considerado estrictamente con base en la producción de energía excedente— los 23 caballos-hora de energía excedente por hombre-hora que se obtienen invirtiendo energía en la producción de arroz, comparados con los 1.500 caballos-hora de energía excedente por hombre-hora del minero de carbón y más aún de otras fuentes, llevan a la conclusión de que la operación de producir arroz representa una elección poco acertada. Por supuesto, antes de tomar ninguna cifra en firme también se deben calcular los costes relativos de los convertidores necesarios para producir y conservar las herramientas que utilizan el minero de carbón y el cultivador de arroz.

Hemos elegido el caso del arroz porque contábamos con cifras disponibles y no porque sea representativo. La producción japonesa de arroz es muy grande en comparación con la de la India, por ejemplo, donde en 1932 sólo se obtuvieron 14 bushels por acre, aunque el rendimiento en Japón representa más o menos la quinta parte menos que en Italia, que produce cantidades relativamente pequeñas. Por otra parte, en los Estados Unidos la producción de arroz tuvo en 1950 un promedio de 49,11 bushels por acre. Por lo tanto, la comparación entre la producción norteamericana y japonesa de arroz no está del todo fuera de lugar.

OTRAS COMPARACIONES

Hay un ejemplo más representativo en relación con el trigo. Buck⁸ halló que en 1933 se tardaba en China 26 días, para producir un acre de trigo, ascendiendo el rendimiento promedio a 16 bushels por acre. Un estudio practicado en Idaho, donde, con tierras irrigadas, la producción por término medio giraba en torno a los 30 bushels por acre (o sea más del doble que el promedio norteamericano de 14,1 bushels en 1949), demostró un consumo de unos 45 caballos-hora por acre. En este caso, si bien la energía gastada por bushel en los Estados Unidos fue casi igual que en China, el gasto por acre en Estados Unidos fue 19 caballos-hora mayor que en China, sin tener en cuenta la energía necesaria para compensar los instrumentos utilizados ni los costes del sistema de riego, que en Idaho se reflejan principalmente en el precio de las tierras, en vez de en los costes de bombeo como en Arkansas. Sobre 30 bushels de trigo por acre con un gasto de 45 caballos-hora, el excedente por acre es de 891,33 caballos-hora. Suponiendo 12 hombres-hora por acre, el excedente producido en los Estados Unidos es de alrededor de 75 caballos-hora por hombre-hora, o sea considerablemente más que el obtenido con el arroz regado mediante bombeo en Arkansas. Sin embargo, sobre el promedio nacional de aproximadamente 15 bushels, el excedente sólo llega a 34,43 caballos-hora por hombre-hora, suponiendo que los costes de Idaho sean característicos.

Comparemos los costes en términos de maíz, que se utiliza ampliamente en los Estados Unidos para alimentar ganado. El cotejo de los costes del maíz norteamericano con los del maíz cultivado en una villa mejicana resulta

8 Buck, John Lossing (1937). *Land Utilization in China: a study of 16,786 farms in 168 localities, and 38,256 farm families in twenty-two provinces in China, 1929-1933* (Utilización de las Tierras en China: un estudio de 16,786 granjas en 168 localidades y 38,256 familias de granjeros en veintidós provincias en China, 1929-1933). Jiangsu: University of Nankin, p.26.

revelador. En 1949 la producción promedio de maíz norteamericano era de 37 bushels por acre. Esto equivale a unas 1.500 libras de maíz sin deschalar. Lewis⁹ informa que en Tepoztlán la producción por término medio utilizando el arado es de “9,6 cargas de maíz sin deschalar por hectárea”, o sea, 1.181 libras de maíz sin deschalar por acre. Según su cálculo de que el cultivo con azada produce mucho más que el cultivo con arado, llegando a duplicar el promedio de la tierra arada, podemos suponer con fines comparativos que la producción por término medio asciende a 1.500 libras de maíz sin deschalar. Por otra parte, el coste promedio del maíz de Tepoztlán, que previamente habíamos demostrado que era de 66,8 caballos-hora por acre, debe compararse con los 158 caballos-hora gastados directamente en Arkansas para producir únicamente 25 bushels, o 1.000 libras de maíz sin deschalar. Si recordamos que el cultivo con azada en Tepoztlán comprendía la limpieza de la tierra, además de la siembra y la recolección de la cosecha, el contraste resulta más notable.

Otro tipo de comparación, basado en un estudio sobre las granjas de Indiana podría ser ilustrativo.¹⁰ Se halló que para producir un acre de maíz se necesitaban 8,8 horas de tractor. A razón de 3,5 galones de gasolina por hora, el coste de combustible resulta en unos 31 galones. Ayres y Scarlott estiman que, por término medio, un acre de maíz rinde unos 89 galones de alcohol, cuyo poder calórico es, más o menos, las cuatro quintas partes del de la gasolina; de manera que el maíz equivaldría a 71,2 galones de gasolina. Deduciendo los costes energéticos tenemos un rendimiento equivalente a sólo 40 galones de gasolina por hombre y por día de 8,8 horas para el maíz, cultivo que proporciona más energía que todos los otros ampliamente adoptados en los Estados Unidos.

DÓNDE ES INDISPENSABLE LA AZADA

En todos estos casos el cultivo con azada produce más energía excedente por acre que los métodos mecanizados. Habríamos podido, por supuesto, mencionar sociedades de baja energía menos eficientes. Las comparaciones que hemos hecho indican que *es posible* que el cultivo con azada produzca en una superficie determinada más alimentos y más energía excedente que la agricultura mecanizada. En verdad, el cultivo con azada puede sacar mayor provecho de prácticas científicas como la selección de plantas y semillas, hibridación, raleo y poda, elección de suelos y la aplicación selectiva de fertilizantes e insecticidas, que el cultivo con máquinas. Por lo tanto, una vez desarrolladas las técnicas, se pueden obtener más alimentos y energía de una misma unidad de tierra *sin* máquinas que *con* ellas. Otras modificaciones en las prácticas de cultivo consagradas que suelen limitar la productividad, como el exceso de pastoreo (con la erosión resultante) y la quema de la bosta como combustible, también se pueden llevar a cabo sin adoptar máquinas. El suministro directo de combustible para calefacción, por ejemplo, conduciría al aumento de la bosta como fertilizante. Como las dificultades para modificar cualquiera o todos los factores en juego al respecto podrían ser sumamente grandes, no aseguramos que en todos los casos se puedan vencer con buen éxito. Sin embargo, estas alternativas son reales y, en caso de ser adoptadas, podrían redundar en un aumento del nivel de vida y/o de la supervivencia en regiones rurales. Es más probable que la gente de campo esté dispuesta a aceptar esas prácticas que la introducción de métodos que significarían para algunos la migración forzosa y una continua limitación de la oportunidad de utilizar la tierra para la subsistencia propia y de sus familiares. Además, estas prácticas son más susceptibles de ser introducidas bajo los auspicios de los mismos movimientos humanitarios que tratan de reducir la mortandad infantil y materna y el índice de defunciones por enfermedades, tendiendo a promover el crecimiento de la población en las mismas zonas en las cuales, mediante el cultivo a máquina, sus miembros tendrían menos perspectivas de trabajar localmente. Con la magnitud de la base de población existente en Asia, Europa oriental y gran parte de Oceanía y América Central, es probable que, como en el Japón, la introducción de una agricultura más científica dé como resultado una mayor productividad agrícola, aunque también la acompañen cambios que incrementen en tal medida la población que la continuidad de los métodos manuales intensivos se torne absolutamente necesaria para evitar la inanición de muchos habitantes.

Parece que, si el objetivo consiste en asegurar el sustento de una población lo más numerosa posible, los métodos manuales de cultivo intensivo ofrecen la solución. Si se busca un nivel de vida más alto, sólo se lo podrá lograr limitando la población a un número que pueda sostenerse con los métodos basados en convertidores de

9 Lewis: *Op. cit.*, p. 143.

10 Bottum, Joe Carroll (1944). *Low-cost labor, power, and machinery setups for Indiana farms.*

alta energía, que permiten que los hombres abandonen el campo. Debe tenerse claramente en mente que el conseguir una población lo más numerosa posible y el logro de un nivel de vida material más elevado son objetivos que se excluyen mutuamente.

El otro método para aumentar la producción de alimentos en los sitios donde la tierra es relativamente abundante y la *mano de obra* resulta insuficiente en ciertos períodos, ya lo hemos mencionado: se trata del uso temporal de mano de obra migratoria en esos períodos, complementado con ocupaciones en otras partes. La dificultad con que se tropieza aquí, en una sociedad que depende por completo o principalmente de los convertidores de baja energía, es que el aumento de energía disponible para esta parte móvil de la población no puede ser mayor que el aumento de productividad resultante de su empleo en las operaciones de urgencia. El aumento, salvo condiciones desusadas, es necesariamente pequeño, y los costes de transporte, el mantenimiento de facilidades de vivienda dobles y/o los costes de transporte y mantenimiento de las familias migratorias, por lo general conspiran contra todo empleo de trabajadores migratorios en escala considerable.

Ciertas relaciones especiales entre sociedades de alta energía que ofrecen empleo temporal a la mano de obra sobrante de las regiones agrícolas superpobladas, ayudan, por supuesto, a esas regiones a resolver su problema del exceso de población y, a la vez, contribuyen a satisfacer la demanda de alimentos en las regiones urbanas con las cuales están relacionadas. Pero esto constituye simplemente un ejemplo más de la forma en que un sistema de alta energía puede complementarse con otro de baja energía, y no ofrece ninguna solución para los problemas de la zona de baja energía, tomada como unidad autosuficiente.

En los lugares donde se permite que los que se dedican a la agricultura actúen en el mismo sistema económico y político que los que emplean convertidores de alta energía, teniendo la población libertad para decidir el ingresar en la industria o quedarse en la granja, y donde los precios reflejan las consecuencias monetarias de la elección, las cotizaciones urbanas de los alimentos gravitarán frente a las demandas de alimentos y de otros artículos por parte de los que se encuentran en las regiones rurales, quienes pueden optar por quedarse y producir alimentos o por marcharse y tomar empleo en la ciudad para producir allí la maquinaria agrícola que habrá de reemplazarlos en la producción de alimentos. En una zona exclusivamente agrícola, donde la gente no tiene oportunidad de migrar hacia regiones productoras de alta energía y no puede elegir los productos de esas regiones, salvo mediante el intercambio de alimentos o mercancías producidos con ayuda de hombres y/u otros convertidores que consumen vegetales, la adquisición de maquinaria agrícola y de combustible para hacerla funcionar conduce a un tipo de juicio distinto sobre el empleo de hombres frente a la utilización de máquinas.

PRIMACÍA DE LOS ALIMENTOS COMO FUENTE DE ENERGÍA

Los alimentos, por supuesto, son una fuente de energía distinta de las demás porque pueden substituir a otras formas de energía, aunque éstas, a su vez, no pueden reemplazarlos. Como la vida misma depende de los alimentos, su valor para el consumidor puede ser tan grande que éste llegue a canjearlos por cualquier cantidad de otro tipo de energía que está en poder del que los necesita. En los lugares donde existe suficiente escasez de alimentos, la obtención de éstos puede requerir servicios equivalentes a toda la energía proporcionada por el hombre que consume esos alimentos y que produce otro combustible, aunque este combustible rinda cien veces la energía de los alimentos consumidos. El minero de carbón, por ejemplo, como aparentemente sucede en Rusia, podría tener que entregar todo el carbón que extrae en un día a cambio de poco más que los alimentos que él y sus familiares consumen ese día, a pesar de que el valor calórico del carbón obtenido equivalga a mil veces el consumido por él y su familia. En el sistema ruso el minero de carbón no puede tratar directamente con los que tienen alimentos disponibles para la venta. Entre él y ellos no sólo se interpone la autoridad del gobierno sino también todos los que deben colaborar para fabricar y manejar los convertidores con los cuales el carbón se transforma en los productos que demanda el agricultor. Todos ellos deben compartir esta energía y en el juicio sobre la validez de sus pretensiones sobre la misma se deben tomar en cuenta las condiciones tecnológicas, geográficas y sociales.

Lo que el industrial demanda de la granja no es la máxima energía que puede conseguir, o necesariamente alguna fuerza obrera, sino los alimentos mismos en cantidades suficientes como para sostener a la población industrial y asegurar su crecimiento. Sin embargo, una vez satisfecha esta necesidad específica, los alimentos,

junto con los demás bienes y servicios, se tratan de obtener con el mínimo sacrificio de los valores prevaletientes en la sociedad industrial. Podría ser indiferente que los productos adquiridos se produzcan con la energía de los alimentos aplicada a través de un hombre o de otro animal, o con la del carbón, el petróleo o el salto de agua aplicada a través de la máquina. El agricultor del cultivo con azada confronta otras alternativas: está obligado a utilizar su cuerpo, que consume alimentos como combustible, ya sea directamente para producir lo que desea o bien dedicarse a producir alimentos para canjearlos por otros bienes. En ambos casos ofrece un producto de baja energía. Los que controlan la utilización de la tierra pueden considerar el reemplazo de la mano de obra que debe ser alimentada con comestibles de alto coste por las ventajas que ofrece un combustible de bajo coste. Si este sistema social lo permite, el terrateniente puede optar por canjear el abastecimiento de un día de comestibles por sólo una fracción de la energía proporcionada por el minero de carbón en un día, en lugar del día de trabajo de un peón dispuesto a trabajar por el precio de su subsistencia, pero sólo capaz de suministrar mediante su trabajo un producto que ofrece la centésima parte de la energía que se podría conseguir utilizando al minero de carbón. Así, aparte de los derechos que se puedan invocar por parentesco y otros medios de identificación social, la mano de obra producida en los sistemas de baja energía puede verse privada de todo derecho, hasta incluso a una creciente productividad.

Cada vez se está considerando más para ciertos fines que los hombres modernos son simplemente una alternativa de las máquinas, a las cuales se puede hacer funcionar con los excedentes baratos del carbón, el petróleo, el gas y la caída de agua. En comparación, los alimentos constituyen un combustible de alto coste que se aplica a un convertidor costoso. Un solo hombre con convertidores que utilizan energía barata puede desplazar a muchos hombres cuyos costes de combustible los vuelven ineptos en una economía que no toma en cuenta las pretensiones que no se basen en el cálculo racional de la proporción entre las entradas y salidas. Si una población que tiene igual acceso a ambos tipos de combustibles y convertidores llegase a crecer hasta el punto que presionase sobre los alimentos disponibles, y si se le ofreciera alimentos en el mercado libre, el productor de alimentos podría absorber toda la energía restante producida en la sociedad como compensación por su tarea de proveer alimentos. Estas situaciones se presentan raras veces o nunca. Existen pruebas suficientes que revelan la forma en que la población está limitada en la sociedad primitiva. También hay datos similares sobre las primitivas civilizaciones. Asimismo, es cierto que hasta hace poco los alimentos eran consumidos, en su mayoría, directamente por sus productores y sólo ingresaban en el mercado en cantidades limitadas.

En los tiempos feudales, la población de occidente estaba limitada por el hecho de que la productividad se hallaba en función de los convertidores orgánicos. La participación del trabajador era una fracción fija de esa productividad y no aumentaba en la misma proporción en que crecía su familia. A raíz de esto, la población sólo podía aumentar en años de bonanza, pero en los años de escasez los individuos más débiles eran propensos a morir. El señor feudal exigía el excedente máximo, y si la masa trabajadora aumentaba más allá de un punto dado, producía menos que los alimentos consumidos por ella misma. Muchas veces los terratenientes demasiado "humanitarios" como para reconocer este hecho eran conquistados por aquellos que restringían el número de trabajadores, criaban caballos que proporcionaban excedentes mayores, y arrollaban a sus vecinos más débiles. El señor feudal solía ser la única persona que disponía de alimentos en exceso con relación a sus necesidades; poseía más poder político y militar que aquellos que, de otro modo, lo habrían obligado a disponer de esos alimentos según sus propias condiciones. Exigía la lealtad de sus protegidos y era dueño de la tierra en que pastaban sus caballos. Como con las técnicas de baja energía la mayor parte de la población debe estar atada a la tierra, lograba subordinar a otros hombres y sus valores a aquellos a quienes favorecía. El equilibrio entre la población y los recursos se mantenía en un punto por encima del de subsistencia, y al productor de alimentos le estaba vedado participar en el mercado libre.

Hemos visto de qué manera el ascendente del señor feudal fue destruido en Inglaterra. En otras partes del mundo ha corrido una suerte similar. Hoy los industriales dominan cantidades de energía enormemente mayores, con fines militares, que los agricultores. En consecuencia, se puede hacer, a sangre y fuego si fuese necesario, que la tierra esté al servicio de los valores de las poblaciones industriales. Los que se encuentran en regiones industriales poseen ahora los medios para obligar a persuadir a los terratenientes a utilizar la tierra "con derroche" en términos de la población máxima que ésta puede sostener, mientras niegan a los pueblos de las zonas de baja energía el acceso a la tierra con la cual podrían sostener a una población más numerosa. Por su parte, el agricultor

que fiscalice tierra suficiente y que tenga acceso a los trabajadores industriales también puede asegurarse más de sus propios valores a costa de un menor sacrificio de esos valores, produciendo productos de vacuno, aves de corral y de cremería, que significan un “derroche”, produciendo lo que necesita mediante la cooperación de los que están dispuestos a trabajar por el pan pero que sólo pueden ofrecer sus propios cuerpos para que hagan las veces de convertidores. El trabajador industrial, que suministra de 20 a 30 caballos de energía diaria, puede, aunque exija carne como recompensa, producir lo suficiente como para entregar su producto a un coste menor para el agricultor que su equivalente de baja energía. Por lo tanto, el agricultor, al adherirse al sistema de alta energía, puede reducir la eficiencia de la tierra que emplea —en términos de la cantidad de personas que se alimentan de ella— mientras aumenta la cantidad de los otros artículos que obtiene a cambio de los alimentos.

La misma situación prevalece entre los que utilizan hombres para cualquier otro fin. Pueden optar por dar trabajo a obreros que están en condiciones de demandar un salario que ofrezca a cada uno de ellos muchos más artículos de los que podrían demandar los productores de baja energía, pero que producen tanto más por hora o por día que el coste de sus servicios resulta inferior que la alternativa de emplear trabajadores manuales. En los Estados Unidos, por ejemplo, el minero de carbón suele utilizar en la mina alrededor de un kilovatio-hora diario de energía proveniente de los alimentos. Por esa energía se le paga un término medio de 18 dólares. Diariamente extrae unas 7,3 toneladas de carbón, y cada libra del mismo puede producir alrededor de un kilovatio-hora de energía mecánica. Por lo tanto, aun a 18 dólares por día, la energía obtenida de los alimentos suministrados al minero apenas cuesta algo más de 12 centésimos de centavo de dólar por kilovatio-hora. Por otra parte, un hombre que vive del arroz y cuyo rendimiento es del 20 por ciento, debe comer 2,35 libras de arroz para producir un kilovatio-hora de energía en el día. Como el arroz cuesta 20 centavos de dólar la libra, ese kilovatio-hora de energía mecánica tiene que costar, por lo menos, 47 centavos. El cultivador de arroz japonés produce un excedente aproximado de 10 kilovatios-hora por día. Por lo tanto, costando el arroz 20 centavos de libra, la energía que proporciona vale alrededor de 4,7 centavos, o sea casi 40 veces el coste de la energía que se obtiene con el minero de carbón norteamericano, a pesar de que éste cobra 38 veces más la cantidad que el cultivador de arroz debe percibir para su sustento solamente.

COSTES ENERGÉTICOS DE LA AGRICULTURA INDUSTRIAL

La ventaja de la aplicación de convertidores de alta energía en la granja no es una mayor cantidad total de alimentos, ni más producto por unidad de energía consumida ni más energía excedente, sino *una reducción del tiempo que los seres humanos deben perder para producir alimentos*. Por cada unidad de energía alimenticia que se consigue mediante esta substitución se deben invertir muchas unidades de energía proveniente de los combustibles. Debido a que el coste de tiempo representado por la obtención de esa energía mediante el carbón, el petróleo o el salto de agua es mucho menor que el necesario para conseguirla directamente de los alimentos, el agricultor que posee más tierras de las que puede cultivar sólo trata de invertir esta energía de tiempo barato en reemplazo de una mano de obra de tiempo más caro. Por otra parte, *lo que el trabajador urbano busca es el alimento mismo*, y para ello sacrificará cualquier porción de la energía de que dispone para conseguirlo. La liberación de mano de obra por el empleo de convertidores de alta energía en la agricultura tiene el efecto, en las zonas en que la población ha llegado previamente a su producción culminante con un cultivo con azada o arado, de dejar disponibles a los hombres para otras ocupaciones o de crear desocupación. Pero raras veces el objetivo buscado es éste, sino que se trata del inevitable resultado de este proceso de substitución.

Ahora podremos estar en condiciones de ver con un poco más de claridad los factores que indujeron a los hombres a decidir si aumentar o no el número y capacidad de los convertidores de alta energía en la agricultura. La clave debe hallarse en la relación entre el coste del tiempo y el coste de energía. Cuando el coste del tiempo que se emplea supera al coste de la energía proveniente de fuentes ajenas a la mano de obra requerida en su reemplazo, las máquinas pasan a sustituir a los hombres. Cuando el coste del tiempo es inferior al coste de la energía necesaria en su reemplazo, los hombres no son sustituidos. Por lo tanto, entran en juego dos conjuntos de factores, pudiéndose representar cada uno de ellos mediante una serie matemática. Una serie refleja el ritmo de crecimiento de la población, que determina al mismo tiempo la oferta máxima de mano de obra y la demanda mínima de alimentos. La otra corresponde al ritmo con que se van acumulando los demás convertidores. Esto establece limitaciones sobre la energía mecánica disponible de fuentes ajenas al trabajo humano. La relación entre ambas constituye un factor crítico en el curso de la industrialización.

Un ritmo dado de crecimiento de población suministra cierto número de cuerpos como convertidores potenciales. Las disposiciones sociales podrán determinar qué proporción de esas personas que *podrían* utilizarse en la producción serán empleadas realmente en ella, y estas disposiciones varían enormemente de un lugar a otro y entre una época y otra.¹¹ Las disposiciones sociales también pueden dictar de qué manera se alimentará a esas bocas, o sea si todas comerán pan antes que nadie coma torta, o si la demanda de carne por parte de algunos será satisfecha antes de que se dé leche a todos los niños. Pero estas disposiciones *tienen* que proveer una dieta mínima para que la población se sostenga, y *no pueden* utilizar más mano de obra que toda la que puede conseguirse en la población que consume esos alimentos. Por ejemplo, para sostener los 45 millones de habitantes de Inglaterra se debe suministrar alimentos para todos ellos, aunque para eso (sea importándolos o produciéndolos en Inglaterra misma) haya que sacrificar una cantidad de energía proveniente del carbón, que es diez veces la que se obtiene con los alimentos. A su vez, la proporción de la población que debe obtener alimentos británicos —sea produciendo directamente esos alimentos en las granjas británicas, mediante la provisión directa de la energía necesaria para trocirla por alimentos o produciéndolos con ayuda de dispositivos como los invernaderos, que aumentan su coste energético— limita la cantidad de residentes de Inglaterra que pueden producir otras formas de energía y, a su vez, limita también los productos obtenibles mediante el empleo de esas personas. Si la población aumenta los problemas se agravan en la misma medida.

La otra serie, o sea el ritmo de acumulación de convertidores no humanos, representa los medios por los cuales la energía de otras fuentes puede tornarse disponible para reemplazar a hombres que consumen alimentos o para suministrar a éstos los productos que no pueden obtener mediante el esfuerzo humano solamente. Aquí el factor limitante es la rapidez con que pueden producirse los convertidores no humanos. Como se ha visto, el bajo coste de la producción de energía excedente del carbón, petróleo, gas y el salto de agua hace que el hombre sea un convertidor relativamente costoso que consume un combustible también caro. El cálculo de los costes de oportunidad favorecerá entonces el constante aumento de la utilización de las máquinas, siempre que reemplacen eficazmente a los hombres. Aquí la opción consiste en consumir energía para fabricar convertidores que aumenten la capacidad para aprovechar energía excedente barata o en consumir energía para incrementar la producción de alimentos, de manera que se pueda retirar a los hombres de la agricultura. A menudo este último camino simplemente inutiliza a un sector de la mano de obra, cuyas demandas de alimentos requieren el desvío de combustible barato para producir alimentos relativamente costosos. Si se logra limitar la población, el mayor número de convertidores podrá destinarse a incrementar la oferta de energía excedente y de convertidores de alta energía adicionales a un ritmo que dará como resultado una creciente producción *per cápita* de los artículos producidos a máquina. En consecuencia, los costes para reproducir convertidores de alta energía descienden y su mayor utilización hace que la disparidad entre sus costes y los de la mano de obra se acentúe todavía más. Así, limitando el crecimiento demográfico y la migración, y acelerando el ritmo de acumulación de convertidores la sociedad obtiene los medios para acrecentar su bienestar material. De ahí que, si la serie que representa el ritmo de acumulación de convertidores se acelera más que el crecimiento de la población, la sociedad tenderá a desplazarse hacia la alta energía. Si sucede lo contrario, cabe esperar un cambio hacia la baja energía.

Al determinar si se deben emplear convertidores para aumentar la oferta de alimentos o de otros artículos, los que controlan la energía excedente pueden calcular los resultados de ambos caminos. Las inversiones en maquinaria agrícola compiten con las inversiones en maquinaria industrial. Si los convertidores tendieran a ofrecer el mismo rendimiento en ambos campos, esta carrera conduciría a una creciente mecanización en la agricultura y en la industria al mismo tiempo. Sin embargo, si la agricultura presenta cualquier característica inherente que limite necesariamente la efectividad con que se pueden emplear en ella los convertidores de alta energía, debe esperarse un ritmo diferencial de inversiones entre ambos campos hasta un grado regido por consideraciones puramente económicas. Por lo tanto, debemos determinar si las inversiones de energía necesarias para asegurar una reducción dada en los costes agrícolas tenderán en los hechos a ser iguales o mayores que las inversiones similares en la industria. La significación de la diferencia variará según los costes energéticos representen una fracción mayor o menor de todos los costes que habrán de tomarse en consideración.

11 Jaffe, Abraham J. y Stewart, Charles D. (1951). *Manpower Resources and Utilization* (Recursos y Utilización de Mano de Obra). Nueva York: John Wiley & Sons, Inc. Esta exposición muestra cómo cambian el número y el tipo de trabajadores variando las condiciones sociales.

En muchas operaciones fabriles la mayor productividad proviene directamente del aumento de la energía utilizada. En muchas operaciones agrarias, sin embargo, no sucede lo mismo. La energía convertida por el vegetal está en función de las características de esa especie, de las sustancias nutritivas y del agua obtenida del suelo y de la cantidad de sol que reciba. Ninguno de estos factores guarda relación directa con la velocidad con que el cultivo se coloca o se retira del suelo, puesto que estas actividades conciernen primariamente al empleo de convertidores de alta energía. La roturación mecánica sólo influye en la medida limitada en que algunas semillas lleguen a la tierra antes y otras sean recogidas después que si el trabajo se realizase a mano. Como el coste de la mayor rapidez aumenta en función de la velocidad al cuadrado, el aumento de la velocidad de las operaciones agrícolas mediante el empleo de maquinarias elevará finalmente el coste de esa energía hasta un punto igual a la energía que depende de métodos manuales para obtener los mismos resultados. Pero mucho antes de llegar a ese punto es probable que intervengan las exigencias de que se dé otro destino a la energía por haber aparecido un inconveniente serio en el empleo de maquinaria industrial. Pocas máquinas agrícolas pueden utilizarse por tiempo parangonable a la cantidad de horas anuales que suelen funcionar comúnmente las máquinas fabriles. El tractor se está utilizando más y más en los campos, pero está en competencia con equipos de autopropulsión y también con la corriente eléctrica, cuyo carácter es más flexible en las operaciones estacionarias. El uso, por término medio, de los tractores de los Estados Unidos todavía es de 600 horas al año, comparado con las 2.000 horas comunes para la máquina industrial. El arado raras veces puede emplearse más de 20 a 30 días anuales, y la sembradora menos que eso. La enfardadora de pasto raras veces trabaja más de 50 horas al año, y la segadora y elevadora no más que eso. Hasta una trilla dora difícilmente se utilizaría más de 300 horas al año, y la cosechadora de algodón no más de unas 200.

La economía capitalista, para obtener todos los equipos que necesita el agricultor debe rivalizar con la industria por el empleo de las máquinas herramientas y la energía requerida para construir sus máquinas. Si en vez de comprarlas contrata la realización de esas tareas por otros, paga un alquiler que refleja este hecho, o mientras espera las máquinas (que no están disponibles para todos los que las necesitan al mismo tiempo) pierde en cosechas la misma cantidad que perdería comprando o pagando un alquiler suficiente para evitar esas pérdidas. Por otra parte, en una sociedad "socialista" alguien tiene que decidir el empleo de máquinas herramientas y energía para producir maquinaria agrícola o de otra índole, y, si es racional, tendrá que calcular la ventaja o desventaja de invertir energía en máquinas agrícolas, cuya utilidad es sumamente limitada, frente a máquinas cuya utilidad es mucho más amplia.

Por lo tanto, los abastecedores de alimentos que buscan la cooperación de los industriales están en desventaja, excepto en los períodos en que existe escasez de alimentos entre las poblaciones industriales. Sólo entonces tendrán perspectivas de incrementar la producción mecanizada. En otros momentos el precio de los alimentos no suele ser tan alto como para ofrecer márgenes de ganancias iguales a las que obtienen los comerciantes que satisfacen las demandas de productos no alimenticios. No sólo el coste de los alimentos es necesariamente mayor que una cantidad equivalente de combustible, sino que también el coste diferencial de los convertidores aumenta. En los primeros pasos hacia la industrialización, o en zonas que dependen por entero de la venta de productos de baja energía para conseguir convertidores de alta energía, puede que sea posible criar a un niño hasta el momento en que se le puede dar empleo a un coste inferior al que significa la obtención de su equivalente mecánico. En la sociedad de alta energía, la máquina que suministra energía equivalente a la de un hombre adulto por lo general se puede obtener por un importe menor que los honorarios de la partera que ha hecho dar a luz un niño. Si la energía dedicada a llevar a un hombre hasta la madurez fuese puesta directamente en operación a través de la mina de carbón, produciría convertidores de capacidad enormemente mayor que un hombre para realizar las tareas en que las máquinas pueden sustituir a los hombres. Esto conspiraría contra la expansión ilimitada de las inversiones agrícolas, aunque no fuese cierto, como es el caso, de que los costes subsiguientes de operación y mantenimiento de las máquinas sólo representan una pizca de los costes necesarios para mantener a los hombres.

DISTRIBUCIÓN DE LOS EXCEDENTES DE ENERGÍA

Por lo que antecede no debe caber duda de que en la actualidad interviene un número de factores que induce a las poblaciones industriales en general a reclamar energía excedente para sí mismas, rivalizando con las pobla-

ciones agrarias. Esto es cierto para la población en general, pero puede que no lo sea para los que desean invertir excedentes en un mercado distante, donde los costes monetarios son inferiores a los de las zonas industriales. Haya sido o no este coste diferencial el que decidió a los capitalistas ingleses a invertir en el exterior, como lo sostendría la interpretación de clase de la historia, Inglaterra exportó realmente una gran porción de los artículos que su sistema industrial estaba en condiciones de producir. La gran mayoría de los residentes en Inglaterra que estaban en posición de dirigir el caudal de energía creían en las virtudes del comercio. Si bien es cierto que el traficante se veía forzado a hacer alguna concesión a los terratenientes y al estado, y a dispersar en otros sentidos parte de su excedente en el país, visto a la luz de las normas modernas, tenía absoluta libertad para dispersar la mayoría de ese excedente en el exterior, si así lo deseaba. Con la creencia fundamental de que “a largo plazo” recuperaría todo lo que había invertido y todavía más, trocaba mercancías por instalaciones, muchas de las cuales después resultó que nunca llegó a retener. A veces la energía invertida en las mercancías que iban a Inglaterra, en compensación por la gastada para producir lo que se exportaba desde ella, era ínfima.

Hoy, en Inglaterra y otros países, el comerciante ocupa una posición menos estratégica que en otros tiempos. Muchos de los que integran el sistema económico y político que utilizan muchos convertidores de alta energía, van reclamando derechos sobre lo producido, hayan sido o no directamente responsables como tales por el aumento de productividad. Si el aparato mercantil los deja “sin privilegios” tienden a dirigirse a instituciones que reconozcan sus pretensiones. Los médicos y otros profesionales calculan sus honorarios según los ingresos de sus clientes, de manera que todo aumento en las pretensiones de los trabajadores o comerciantes se traduce en mayores pretensiones de los profesionales. Del mismo modo, los oficinistas del gobierno y del comercio, los maestros, los carteros y los repartidores pueden organizarse para defender su posición frente al trabajador o propietario industrial, pese a que siguen desempeñando exactamente las mismas operaciones físicas que antes. Tampoco los agricultores se muestran dispuestos a permitir que se reduzca su participación en el producto nacional.

Debido a esto los propietarios de industrias y los comerciantes ya no tienen la libertad de que gozaban los traficantes e industriales de Gran Bretaña en el siglo XIX. Los gobiernos nacionales toman para sí una porción sumamente considerable del excedente, sea por razones militares, para obras públicas o para destinarlo con fines de beneficencia. Después de los impuestos, antes de que el propietario de los convertidores pueda echar mano a los excedentes producidos con ellos, tiene que lidiar con los trabajadores sindicalizados y con los administradores y otros que distribuyen el producto. Por otra parte, limitan sus actividades los esfuerzos nacionalistas de otras regiones por preservar sus propios mercados, sus recursos naturales o su manera de vivir. Sólo dentro de esos límites está en libertad de hacer una inversión en el exterior, y de invertir allí en empresas agrícolas o de otra índole. Debido, como hemos visto, a razones inherentes a la naturaleza misma de la agricultura, la productividad física tenderá a ser mayor en la industria y es improbable que la inversión en la agricultura resulte tentadora.

Debemos comprender que casi siempre, y para la mayoría de los productos, la opción de comerciar o no comerciar, de invertir o no invertir, es principalmente de carácter unilateral. Esto significa que los que están en las regiones de alta energía pueden elegir entre utilizar los productos de las zonas de baja energía o producir esos productos o sus derivados en el propio país. Los pueblos basados en una tecnología de alta energía y que están en condiciones de elegir entre la producción de artículos para su intercambio con zonas de baja energía, o aprovechar su propia energía excedente para producir, a costa de más energía, pero de menos tiempo, los artículos que podrían conseguir mediante el intercambio con la sociedad de baja energía, probablemente tomarán la decisión en términos de sus propios valores. Las consecuencias perjudiciales para aquellos a quienes pueden no haber visto jamás y en quienes a menudo no tienen ningún interés, no los disuadirán de seguir una política que eleve al máximo sus propios valores. Así, en los casos en que en una sociedad de alta energía se puede producir un sustituto del producto de la sociedad de baja energía, es probable que la primera opte por producirlo aunque el coste de energía sea mayor que la que se canjearía por ese artículo.

CONSIDERACIONES POLÍTICAS

Muchos factores influyen en pro de esta decisión. Uno de los más significativos es la oportunidad de dar empleo a los que, en la sociedad industrial, han sido desplazados por los cambios tecnológicos y, particularmente, de remover del campo a la población que ya no se necesita en las zonas agrícolas de la sociedad de alta energía.

Este esfuerzo hacia la ocupación plena constituye un importante aspecto del continuo cambio tecnológico de la sociedad de alta energía.¹² Otro factor importante es el creciente coste de asegurar y mantener en la sociedad de baja energía condiciones favorables al desarrollo del comercio. Hemos expuesto las razones por las cuales las sociedades de baja energía tienden a resistir los cambios. La resistencia local, organizada en movimientos nacionalistas y equipada con armas bastante baratas pero leales, blandidas por un número superabundante de trabajadores, hace que el comercio exterior resulte costoso hoy en muchas de las antiguas regiones coloniales, comparado con la época en que se podía contar con una fuerza expedicionaria desembarcada de un crucero para mantener a raya extensas zonas. El coste de la conservación de imperios surgidos merced al velero puede hacer que el comercio deje de ser lucrativo en la actualidad. Esos costes se podrían suprimir en gran parte reduciendo la dependencia en regiones de baja energía. Esto es factible otorgando subsidios para investigaciones químicas y metalúrgicas para desarrollar nuevas industrias y para fomentar los métodos de fertilización sintética y otros medios llamados a aumentar la producción agrícola. A las poblaciones industriales les resulta cada vez más fácil y menos costoso invertir energía en investigaciones que les permitan satisfacer sus necesidades dentro de las zonas que dominan políticamente, que depender de productos naturales de regiones situadas fuera de ese control. En la actualidad las universidades de Estados Unidos y Alemania, por ejemplo, se especializan en preparar científicos capaces de determinar los hechos que posibiliten esta sustitución, en vez de instruir hombres en los conocimientos necesarios para el diplomático o el administrador colonial. Las inversiones van a parar en las anilinas, el caucho y las fibras sintéticas. Se hacen estudios científicos sobre aleaciones o procesos para centrar o aumentar el rendimiento de minerales. El manipuleo barato de materiales y los equipos excavadores permiten aprovechar minerales de baja concentración en forma económicamente ventajosa; como también invertir energía dentro de las fronteras de un determinado sistema político y económico. Estas prácticas están reemplazando a ese sistema de exploración y conquista o de dominio político de tierras extranjeras que antiguamente se consideraba imprescindible para la prosperidad.

RESTRICCIONES DE LA DIFUSIÓN DE LA AGRICULTURA INDUSTRIAL

La experiencia británica con la “maduración” de las colonias y el surgimiento del nacionalismo en sus zonas “atrasadas” pone en evidencia que el aumento de la energía disponible debido a las inversiones extranjeras tiene a menudo el efecto de fomentar con creciente vigor el sentimiento nacionalista surgido como reacción ante los desajustes ocasionados por la introducción de nuevas técnicas (o de los productos de nuevas técnicas), que trastornan las relaciones aceptadas. En tales casos la autarquía resultante descarta la posibilidad de obtener ninguna recompensa por las inversiones en el exterior y suprime el incentivo para toda inversión ulterior. Esto lleva a los estados industriales a acumular artículos específicos destinados al trueque, antes que a fomentar el comercio libre y las inversiones en el extranjero. Ciertamente, la experiencia del Japón en China, Manchuria y Corea —como también la británica allí y en la India e Irán— demuestra el hecho de que la reacción que sobreviene cuando se entabla comercio y se hacen inversiones puede ser mucho más costosa de lo que se anticipa cuando se contempló inicialmente ese comercio. Esos costes, aunque no estaban comprendidos en los que el comerciante o inversor había calculado son, sin embargo, reales y debe soportarlos el sistema en que ese comerciante o inversor actúa. A raíz de esto, otros grupos del sistema que comparten los costes pueden optar entre seguir sufragándolos o tomar cualquier otra alternativa que se presente.

Quienes prevén la rápida expansión de los convertidores industriales en el mundo entero pasan por alto muchos ejemplos aleccionadores. Uno de los más sobresalientes es la experiencia de los británicos en Irlanda, donde, a pesar de un tremendo esfuerzo respaldado por un poderío abrumador, los británicos fueron obligados finalmente a desistir de la idea de que se podía lograr que las grandes estancias irlandesas rindiesen mediante su cultivo grandes excedentes agrícolas para Gran Bretaña. En los Estados Unidos ni siquiera una guerra civil, que costó cuatrocientas mil vidas, cuarenta mil millones de dólares e incontables privaciones, no logró crear inmediatamente una nueva

12 Keynes, John Maynard (1936). *The General Theory of Employment, Interest, and Money* (La Teoría General del Empleo, el Interés y el Dinero). Nueva York: Harcourt, Brace and Company, Inc. Como el trabajo de Keynes ha sido comentado tan ampliamente, es casi superfluo citarlo aquí. Sin embargo, la lucha entre los keynesianos y antikeynesianos no se ha resuelto todavía. Lo hemos traído a colación aquí principalmente para exponer cómo un cambio en el objetivo social, desde la formulación de la teoría de que la exaltación del lucro da la medida adecuada de bienestar social, hasta la teoría que prácticamente coloca al “empleo” en esa situación, está relacionado con el uso de la energía.

base energética para el Sur. Hasta hace muy poco, al lado de la concentración de los convertidores industriales más grandes del mundo, los sureños conservaron una cultura que, en términos de energía, poco difería básicamente de la del Egipto en la época de los faraones. La negativa del campesino francés, al que se entregó una porción unificada de tierra después de la Primera Guerra Mundial, a mantenerla intacta para que se pudiese emplear en ella maquinaria en forma efectiva, constituye otro caso similar. La teoría occidental ha ignorado por demasiado tiempo las inferencias de este tipo de reacción frente a los cambios operados por el comercio.

Hemos prestado muy poca consideración a la forma en que el comercio descalabró la cultura oriental. En China, por ejemplo, la introducción del algodón y la seda desde los países industriales tuvo el efecto de reducir la productividad de los campesinos que hasta entonces utilizaban ovejas para convertir el pasto de los cementerios y gusanos de seda para convertir las hojas de morera, que crecían a lo largo de los canales, en fibras que, frecuentemente, no se destinaban para vestirlos a ellos, sino que también creaban excedentes con los cuales pagaban impuestos y adquirían en las ciudades los artículos que les hacían falta. El algodón, la lana y el rayón baratos de occidente destruyeron sus mercados. Desaparecida esta fuente de ingresos, muchos campesinos dejaron de estar en condiciones de retener sus tierras. Según plantean las cosas Fei y Chiang,¹³ “parece que el principal motivo de la concentración de la propiedad de la tierra en manos de los moradores de las ciudades ha sido principalmente la decadencia de la industria rural”. En consecuencia, gran parte de la “libertad” que obtuvo el mercader con la intervención occidental tuvo el efecto de acarrear penurias para el campesino. Los esfuerzos del Kuomintang por imponer en China los métodos japoneses para la cría del gusano de seda y el hilado y arrollado de la seda con ayuda de motores eléctricos de velocidad constante en estaciones centrales fracasaron porque esos métodos también tuvieron el efecto de reducir la oportunidad de que desempeñasen actividades productivas los campesinos que tenían que vivir de esas actividades.

En todo momento se debe tener presente que la agricultura mecanizada *reduce* el número de personas que pueden vivir localmente de la tierra, de manera que, si se llega a adoptar la mecanización, debe existir un factor que siempre intervenga en la zona productora de alimentos para que la población local se reduzca. Provenga esa reducción del hambre, de la migración, del infanticidio o de la regulación de la natalidad, sólo en parte queda librado a la opción local, puesto que a veces lo determinan de manera absoluta forasteros con poder suficiente como para hacer cumplir sus demandas. En efecto, las zonas industriales pueden disponer que haya hambre en las regiones rurales al impedir el movimiento migratorio desde esas regiones y al retirar de ellas al mismo tiempo los alimentos excedentes. Pueden invocar simultáneamente valores conducentes a una mayor supervivencia (condenar, por ejemplo, el infanticidio y la regulación de la natalidad) y adueñarse de los medios que posibilitan esa supervivencia. Por lo tanto, no debe sorprender que en tales circunstancias haya confusión, cinismo y desorganización social.

Esta desorganización ha sido intensificada grandemente por la inestabilidad social y económica de los países industriales. Las guerras repetidas han tenido el efecto de producir reiteradamente una situación en la cual por momentos el precio de los comestibles es muy alto. En esos períodos la agricultura mecanizada tiende a propagarse ampliamente. Entonces, cuando cesan las hostilidades, las zonas que durante la guerra importaban alimentos deben elegir entre seguir importándolos o comprar los productos de la tecnología de alta energía. Cuando los alimentos y los esfuerzos humanos entran en competencia con los combustibles y sus convertidores por obtener ocupación, los costes reales de la agricultura mecanizada empiezan a ponerse de manifiesto. En muchos casos se hace obvio que los costes de la agricultura mecanizada son demasiado elevados y se vuelven insostenibles frente a la competencia de la máquina industrial o de los cultivos de azada y su mano de obra “barata”. Entonces, a menos que se establezca algún factor cultural para proteger a los productores de alimentos, sobreviene el desastre. Apenas aparece un excedente de alimentos, que se debe medir al menos por algunos de sus usuarios potenciales en términos de la energía que su convertidor, el hombre, rendirá en competencia con otros convertidores, los alimentos ya no alcanzarán un precio que refleje su función excepcional. La relativa ineficiencia de la agricultura para producir energía excedente rebaja el precio de los alimentos hasta un nivel que provee a su productor apenas más de lo necesario para su subsistencia personal, y aun así gran parte de los productos alimenticios dejan de tener salida en el mercado. Mientras tanto, los productores de alimentos dejan de estar en condiciones de absorber los artículos que otras industrias debían suministrarles.

¹³ Fei y Chiang: *Op. cit.*, p. 6.

PROBLEMAS AGRÍCOLAS DE LA SOCIEDAD DE ALTA ENERGÍA

Como señalaremos más adelante, el empleo generalizado de la tecnología de alta energía ha tenido el efecto de disminuir enormemente la gama de ajustes que se efectúa mediante la aplicación del mecanismo de precios. Esto ha sido particularmente desastroso para la agricultura. Es imposible aumentar o disminuir rápidamente los factores que afectan la oferta o la demanda de alimentos, aunque en las sociedades industriales de mercado libre los precios de los alimentos fluctúan mucho más que los de cualquier otro producto. En la agricultura tomada en conjunto, a diferencia de un grupo de agricultores diversificados de una región privilegiada, los cambios de oferta no se pueden realizar con rapidez y, en consecuencia, los precios fluctúan de acuerdo con la demanda. La demanda, a su vez, varía según condiciones sobre las cuales los agricultores no pueden ejercer ninguna influencia. Esto se complica por el hecho de que un vuelco en la demanda desde la carne de vaca o de ave, por ejemplo, hacia los cereales, da como resultado el aumento de la oferta de cereales en relación con la demanda existente para éstos. Por lo tanto, la desocupación industrial se traduce en efectos inmediatos representados por una menor demanda y una mayor oferta de ciertos alimentos. Además, como muchos trabajadores industriales pertenecen a familias rurales y vuelven a la granja cuando carecen de empleo, la desocupación industrial también acrecienta la oferta de mano de obra agrícola en momentos en que sólo encontraría ocupación aumentando la oferta de alimentos o disminuyendo el empleo de la maquinaria agrícola. Esto también acentúa la inestabilidad de la demanda de los productos industriales. No debe maravillarse, por lo tanto, que en el mundo entero las poblaciones agrícolas se hayan rebelado contra las operaciones del sistema de precios. Schultz¹⁴ señala que “la oferta excesiva de recursos en la agricultura consiste principalmente en mano de obra” y, por otra parte, que “el movimiento de los recursos de mano de obra hacia y desde la agricultura no ha marchado paralelamente con las variaciones de precios”. El motivo de esta paradoja es que una fuerza económica ajena ha superado los efectos de los cambios en los precios relativos. La disponibilidad o la no disponibilidad de empleos (en la industria) ha sido la fuerza predominante.

El tamaño mínimo de la granja capaz de emplear con efectividad grandes cantidades de energía mecánica va aumentando constantemente. Además, para conservar la fertilidad de una buena parte de la tierra los cultivos se deben hacer en forma rotativa. Esto no plantea ningún inconveniente en particular cuando las herramientas son sencillas y el propulsor primario es barato, pero cuando se utilizan máquinas especiales, como la enfardadora, la cosechadora de algodón y la trilladora, significa que se deben emplear tres juegos completos de máquinas y que la superficie anualmente en uso para cada uno de esos juegos tiene que ser suficientemente extensa para justificar su empleo. Un estudio¹⁵ ha demostrado que en Kentucky, para emplear la rastra de disco con una intensidad que compensara con los precios de 1946 los costes de la máquina y del cultivo, se necesitaban, por lo menos, 80 hectáreas. Las segadoras a tractor requerían 40 hectáreas. Las enfardadoras necesitaban una cantidad de 150 toneladas; la trilladora, 40 hectáreas, y la cosechadora de maíz, 30. Por lo tanto, para utilizar eficazmente la segadora y enfardadora para heno, la trilladora para el trigo y la recolectora para el maíz en un programa de rotación de tres años, se requieren, por lo menos, 120 hectáreas de tierra, aun existiendo una relación favorable entre los precios de los alimentos y los de la maquinaria agrícola. En las granjas más pequeñas que ésta el agricultor paga al fabricante de los inputs parte de la productividad derivada de su tierra y de su trabajo. Como hemos indicado ya, en 1950 las granjas de Estados Unidos tenían una superficie, por término medio, mayor de 86 hectáreas, y ese año había más de 780.000 granjas mayores de 104 hectáreas en explotación.

Los efectos combinados de los precios cambiantes, de la ocupación industrial variable, de la mayor superficie de la unidad rural y de la mayor inversión de capital son numerosos y han revolucionado la vida y las comunidades rurales tradicionales. El consumo de combustible y de electricidad, y el empleo de maquinaria rural se han duplicado casi, mientras que la proporción de ingresos que se destinan a bienes adquiridos y a compensar la deprecia-

14 Schultz, Theodore W. (1949): *Production and Welfare of Agriculture*. Nueva York. The Macmillan Company, pp. 87 y 94. Schultz urge a substituir o complementar los precios como medio para regular la producción agrícola. Hace énfasis en los efectos que las operaciones del mercado pueden ejercer en la realización de la meta social de “preservar la agricultura como medio de vida”. La relativa efectividad con que los agricultores, en comparación con sus competidores, pueden encarar los acontecimientos que rigen su destino según la mediación del mercado merece cuidadosa atención y debería dársele consideración más amplia de la que parece haberse prestado.

15 “Farm Horsepower”, *Fortune*, vol. 38, Nº 4, p. 198, octubre de 1948.

ción ha aumentado en más o menos la quinta parte desde 1930.¹⁶ Tradicionalmente los ingresos rurales estaban representados principalmente por pagos por servicios prestados en la granja, o sea que los ingresos quedaban principalmente a disposición de su poseedor. Hoy el agricultor hace las veces de cobrador para muchos otros hombres situados en distintos sectores de la economía y sobre los cuales sólo ejerce el mismo dominio que cualquier otro comprador de ese mercado y en los mismos términos. La extrema variación de los ingresos rurales, en contraste con la estabilización de precios mediante recursos institucionales y con la situación más estable de los productores industriales, coloca gran parte del riesgo sobre los hombros del agricultor. Éste tiene que pagar a los abastecedores de los bienes y servicios que emplea lo mismo que éstos pueden conseguir de otros compradores, sin ninguna relación con lo que él mismo puede obtener de su propio producto. El resultado ha sido una creciente demanda de alguna forma de seguro frente a estos riesgos. Las operaciones del mercado libre, que brindan al agricultor ganancias mucho mayores en período de escasez de alimentos, se convierten en una carga imposible de sobrellevar cuando el número de los que tienen acceso a los alimentos se limita mientras la productividad de los trabajadores industriales aumenta. En muchas partes de occidente la reacción a esto se ha materializado en la demanda de protección frente a la agricultura industrializada del exterior y a la “explotación” por parte de los centros urbanos dentro del país. Las políticas tradicionalmente “liberales” sólo favorecen al agricultor grande que posee tierras adecuadas en lugares donde pueda modificar rápidamente las prácticas de producción para hacer frente a los cambios que experimenta la demanda. Para hacer esto debe estar en condiciones de contratar mano de obra migratoria barata, de la cual sólo es responsable una pequeña parte del año, y ser en muchos otros sentidos muy distinto de los productores de alimentos en general.

La agricultura industrializada también plantea otras consecuencias inevitables que están reñidas con la política del pasado y que tornan menos eficientes a las instituciones antiguas. El aumento de la superficie mínima de la granja significa una reducción del número de propietarios rurales y un considerable aumento del valor de las posesiones. Ya no es tan fácil que un hombre adquiera la superficie necesaria para una producción eficiente y resulta casi imposible que ahorre lo suficiente para ofrecer otras granjas a sus hijos. El agricultor que ya posee grandes extensiones de tierra puede estar en mejores condiciones de pagar más por tierras adicionales en las cuales utilizar los equipos que ahora emplea en parte, que aquél otro cuya tierra es tan pequeña que torna prohibitiva la aplicación de tales equipos. La fusión de grandes granjas, a su vez, posibilita el creciente uso de equipos más especializados todavía, cuyas utilidades pueden destinarse a incrementar todavía más la unidad productora. El capital va a las granjas cuyo tamaño alcanza para sacarle provecho.¹⁷ El resultado de esto es una situación en la cual las granjas de “tamaño familiar”, en el sentido de que pueden ser atendidas por una familia por término medio, son enormemente mayores que las granjas de tamaño familiar en el sentido de que las familias habrán de ser capaces de acumular lo suficiente para adquirirlas, o para atenderlas una vez adquiridas, frente a la competencia de los grandes agricultores. Además, en muchos países el sistema tradicional de la herencia requiere el reparto de la tierra entre los hijos al morir los padres. Por eso la fusión de las tierras en unidades más grandes sólo se puede efectuar después de la muerte del propietario mediante la venta de la granja y la distribución de lo recaudado entre los hijos, o merced a algún tipo de arreglo que separe la función del propietario de la función administrativa.

REPERCUSIONES DEMOGRÁFICAS Y ECOLÓGICAS

El aumento del tamaño de la granja ha representado una gran disminución de la población rural en las zonas agrícolas. En los Estados Unidos el advenimiento del ferrocarril, que podía transportar por poco precio el producto de las granjas grandes a los centros urbanos distantes, sumado a las prácticas que ya hemos comentado, condujo a la residencia en la granja, modalidad de vida rural completamente distinta a la de otros países más antiguos como China, donde, en las regiones productoras de alimentos, las villas distan entre sí más o menos lo mismo que las granjas de Iowa y Kansas. Aquí la residencia en la granja hizo sumamente difícil obtener localmente los artículos y servicios que suministraban las villas de Europa y Asia. Para llenar ese claro fueron surgiendo la casa que atendía pedidos por correspondencia y la plaza mercantil central. La disminución de la demanda local

16 Bachman, Kenneth L.: “Changes in Scale in Commercial Farming and Their Implications”, *Journal of Farm Economics*, vol. 34, Nº 2, págs. 157-172, mayo de 1952.

17 Schultz: *Op. cit.*, p. 138.

de esos servicios redujo la demanda de otros servicios por debajo del punto necesario para que pudiesen sostenerse. Por ejemplo, el servicio de pedidos por correo redujo la demanda local de servicios eclesiásticos, escuelas, alojamientos, protección contra incendios, teatros, médicos y hospitales, como también de tiendas, en la medida en que los fabricantes de máquinas y los agentes de los fabricantes de herramientas fueron reemplazados por la casa que entregaba por correo. Lo mismo reza, por supuesto, para muchos otros ramos, como elementos de calefacción y plomería, ferretería, materiales de construcción, etcétera.

Por lo tanto, la reducción de la población local tuvo el efecto de reducir la demanda efectiva de servicios locales mucho más allá que la diferencia en el número de personas necesario para trabajar en las granjas. El resultado fue una gran reducción de la vitalidad de la comunidad de la villa en las regiones agrarias y el traslado de funciones a centros más grandes y más distantes. Stewart ha presentado pruebas estadísticas según las cuales el movimiento operado en los Estados Unidos desde las granjas hacia las zonas urbanas, si sigue describiendo la curva actual, terminará con una población rural de cero. A esta situación se está llegando en algunas zonas donde anteriormente vivían agricultores que sólo producían lo necesario para su propia subsistencia. En ciertos condados de Wisconsin que estaban poblándose en creciente medida con agricultores que vivían en parcelas dispersas de tierra fértil, los costes de mantenimiento de las escuelas, carreteras, instalaciones públicas, obra social y servicios sanitarios para esa población, y que gravitaban en el presupuesto de todos los votantes del estado, llegaron a cifras extraordinarias. Para resolver esta situación, en 1929 el electorado decidió la expulsión completa de los agricultores de esas zonas y prohibió seguir trabajando las tierras allí.

En algunas partes del semiárido oeste de Estados Unidos, donde la agricultura sólo es provechosa mediante el empleo en gran escala de convertidores de alta energía, el número de residentes permanentes ha declinado mucho y, por lo tanto, el coste global del mantenimiento de las familias se ha vuelto sumamente elevado. No convenía trabajar la tierra si había que proveer servicios adecuados a las familias, fuese por cuenta directa del propietario o mediante el pago por éste de salarios adecuados o de mayores impuestos. Por ejemplo, en los lugares donde para obtener ganancias se deben trabajar 2.000 hectáreas de tierra en una sola unidad, y en las cuales las máquinas (para sembrar y cosechar) sólo son útiles de 20 a 30 días al año, el sostenimiento de familias durante todo el año para que suministren la mano de obra necesaria resulta muy antieconómico. Si en esas unidades tan grandes quedan familias, el reunir suficientes alumnos en una escuela, o pacientes en un hospital dotado de los equipos y profesionales avezados que suministren los servicios que se esperan, hace que los costes por cada unidad de servicio asciendan a niveles prohibitivos, excepto si se pudiesen obtener grandes rendimientos de la tierra. Como resultado de esta alternativa económica, se importan temporalmente hombres y máquinas para la siembra, que después regresan para la cosecha. En los años en que la cosecha es tan pequeña que su recolección resultaría demasiado costosa, se deja pastar suficiente ganado como para que consuma lo poco que se ha cultivado. En los intervalos sólo se requiere un cuidador que repare las cercas e impida la presencia de intrusos que causen daños. A menudo en estos casos, como en las zonas laneras de Nevada, este trabajo se encomienda a solterones o a matrimonios sin hijos dispuestos a vivir en aislamiento casi completo por largos períodos. Lo mismo sucede en Australia y Nueva Zelandia, donde la refrigeración, los barcos y el ferrocarril ha dado lugar a una situación en que la cría de ganado para un mercado distante produce más ganancias que trabajar la tierra para la subsistencia. También allí la comunidad de la villa ha perdido muchas de sus funciones y una parte muy grande de la población es urbana.

No anticipamos que con el grueso de las granjas suceda lo mismo, pues, como hemos indicado, los crecientes costes de la agricultura mecanizada tienden a detener en algún punto la evolución del proceso, excepto en las circunstancias especiales que hemos señalado más arriba. Pero es sumamente probable que los límites finales hasta los cuales se puede llegar no hayan sido alcanzados todavía.

La disminución del número de personas dedicadas a la agricultura modifica en gran medida el carácter de las relaciones políticas entre los agricultores y otros productores. El ascendente del terrateniente británico, como hemos visto, fue destruido por la abrogación de las leyes del maíz. El poderío del bloque agrario en el Senado norteamericano podría desaparecer de manera tan repentina como el predominio de los antiguos tories en el Parlamento británico. En tales circunstancias la población rural quedará a merced de la población urbana.

Los resultados que ocasiona el limitar el acceso a la tierra laborable a un número de personas que produzca la ganancia máxima para el propietario de la granja, se ponen de manifiesto con mayor evidencia en la esfera de

las relaciones internacionales. Aquí los que sólo poseen una cantidad limitada de tierra arable pueden ejercer una presión menor aun para que esa tierra se utilice para alimentar a sus hijos, de lo que pueden presionar en la política municipal o el mercado local.

Podría hacerse, por ejemplo, que las llanuras argentinas diesen subsistencia a millones de personas emigradas de Europa central o mediterránea, o bien de Asia, pero es mucho más probable que esas llanuras sigan suministrando principalmente carne para Europa occidental. Las planicies para ovinos de Australia, que podrían sostener a una población mayor de agricultores y pastores, tenderán a seguir suministrando lana y cordero, al menos mientras los Estados Unidos y Gran Bretaña dominen los mares y tengan interés en esos productos. El probable futuro de Dinamarca será el de seguir proveyendo carne, leche y queso para las poblaciones de trabajadores industriales de otras partes de Europa occidental, en vez de aumentar su propia población al extremo de que se torne menester consumir alimentos en forma de productos vegetales. El ochenta por ciento de la superficie agrícola de los Estados Unidos se destina a manutención para el ganado. Sólo la novena parte de las calorías que produciría esta manutención queda disponible para consumo humano. Pero con el creciente número de trabajadores industriales que solicitan carne, leche, aves y productos de lechería, es improbable que el medio oeste norteamericano vuelva a la modalidad antigua de exportar grandes cantidades de cereales, cerdo y grasa. Al contrario, es mucho más probable que los productores de trigo canadienses y argentinos cedan a la demanda de productos de alto coste y de grandes beneficios, para abastecer las mesas de los trabajadores industriales en vez de seguir entregando productos alimenticios a las zonas de baja energía o de fraccionar las tierras para que puedan utilizarlas más agricultores para su subsistencia local.

ALGUNAS INFERENCIAS POLÍTICAS

El estado moderno ha venido aumentando de magnitud. Para que un estado pueda hacer cumplir realmente sus edictos tiene que contar con poder suficiente. En la actualidad muchos estados son en realidad menos poderosos, tanto en influencia como en capacidad para dirigir fuerzas, que algunas organizaciones que actúan dentro de sus fronteras. El crecimiento de grandes centros de poderío industrial absorbe el poder de los estados vecinos que utilizan técnicas de baja energía. La necesidad de un mercado de consumo en masa y de otros elementos que determinan la escala de operaciones requiere un campo de acción muy extenso. Por otra parte, la posibilidad de crear una cultura común capaz de sostener y de mantener un estado muy grande es limitada. No parece que la dimensión de la unidad necesaria para la protección militar o la eficiencia industrial coincida con esos límites. Por el momento no es evidente que haga falta una detallada organización social mundial para el funcionamiento eficiente de la tecnología moderna. Tampoco, dados los límites culturales, geográficos y psicológicos que han contribuido históricamente a configurar el mundo tal cual es en estos momentos, esa organización parece posible. La dimensión de la unidad social efectiva parece tener sus limitaciones: más allá de cierto punto es imposible que la organización posea coherencia suficiente para que las sucesivas generaciones aprendan a dirigirla. Por lo tanto, da la impresión de que unidades grandes como la U.R.S.S., la Comunidad Británica de Naciones y quizás los Estados Unidos, han llegado al punto en que todas las ventajas tecnológicas susceptibles de conseguirse mediante el aumento de magnitud serían contrarrestadas por los mayores costes que representa el mantenimiento del necesario control social, político y jurídico. Suponiendo que tales organizaciones son suficientemente grandes como para llevar a cabo su defensa militar, toda ampliación de las mismas tendería más a debilitarlas que a fortalecerlas. En unidades como éstas parece evidente que los mayores excedentes de energía per cápita se pueden conseguir mediante la limitación de los productores de alimentos y de la población a un mínimo establecido por la agricultura mecanizada, y mediante el incremento al máximo de la producción obtenible con ayuda de la energía de otras fuentes. Para las regiones en que la relación entre la población y las tierras es tan grande que exige la continua producción de alimentos, aunque ello signifique una "regresión" hacia el cultivo con azada, parecen existir pocas perspectivas de que reciban ayuda de quienes poseen convertidores en abundancia y carbón, petróleo, saltos de agua, gas y uranio, salvo que la gran masa de los pueblos industriales del mundo acepten alguna moral y código religioso que conduzcan al propio sacrificio en bien de los demás.