



PARTE III. EL SISTEMA ECONÓMICO

La **economía** es el sistema total de recursos y energía de una cultura. Muy frecuentemente, la economía de una región o país se piensa como su moneda. En realidad, la economía de un área, es la manera en la cual sus recursos y energías se administran. Las economías modernas son bastante complejas, tienen una variedad muy grande de energía y recursos para explorar. Las culturas primitivas, por otro lado, tenían una economía muy simple, estudiándolas podemos lograr una mejor comprensión de las relaciones de la energía y recursos de la economía moderna.

En la Parte III exploraremos la economía de las sociedades pre-industrial y moderna, y las energías que las conducen. Luego examinamos fuentes de energía alternativa para el futuro, y discutiremos como puede ser el estilo de vida y la economía del futuro.

CAPÍTULO 21.

CULTURAS TRIBALES PRIMITIVAS

OBJETIVOS:

1. Relacionar los sistemas culturales de los indios Norteamericanos con su medio ambiente;
2. Comparar las relaciones entre indios primitivos y la naturaleza, y las relaciones de las civilizaciones modernas con la naturaleza;
3. Describir el papel de los humanos en los sistemas regenerativos de la naturaleza;
4. Discutir conflictos entre culturas por reservas de energía;
5. Diagramar las conexiones de energía de indios primitivos y la naturaleza.

21.1 Economía de caza y recolección.

La economía de las culturas primitivas dependía de la **caza** y de la **recolección** de fruta. En estas economías existía una pequeña necesidad de dinero para comida, ropa e instrumentos, que eran obtenidos directamente del medio ambiente.

Durante la era Pleistocénica (entre 1 y 9 millones de años atrás) el clima era mucho más frío y América del Norte era el hábitat para muchos grandes animales tales como mamuts, mastodontes y camellos. Los nativos primitivos eran cazadores y recolectores. Cazaban animales, consumían la carne y utilizaban partes, como hueso y cuero, para confección de instrumentos y ropas.

Recolectaban vegetales como raíces, frutas y nueces de los alrededores para adicionarlos a su dieta. La economía de estas culturas era basada exclusivamente en flujos de energía renovable concentrados en materias animales y de plantas salvajes.

El diagrama en la Figura 21.1 muestra la relación de esos indígenas primitivos con su medio ambiente. La economía se basaba en la energía solar, cultivando plantas y sustentando la cadena alimenticia en animales de los cuales los indios dependían. Su economía era una economía de energía solar, y no podía mantener una gran población. Los indios primitivos ocupaban la cumbre de esta cadena alimenticia. Como se vio en la red alimenticia de la floresta (Capítulo 3) y la transformación de energía en los trópicos (Capítulo 4), el papel del consumidor final, que se apoya en cadenas alimenticias basadas en la energía solar, es limitada por la productividad del medio.

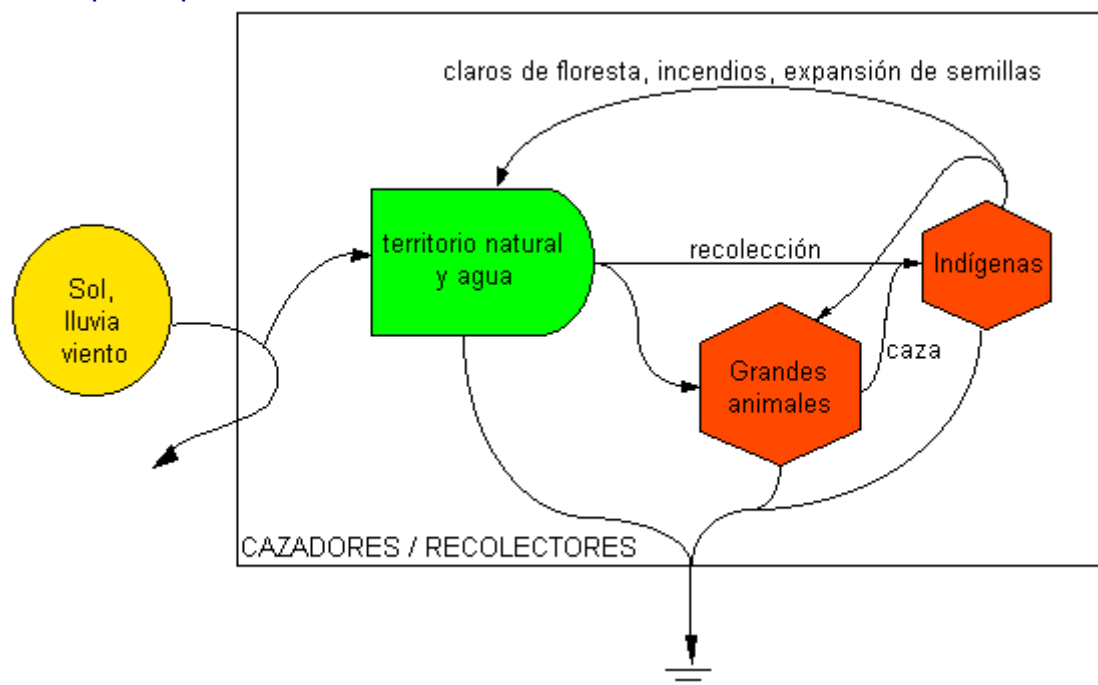


Figura 21.1 Relaciones de los indígenas primitivos y su medio ambiente

En áreas donde el medio era productivo, las culturas indígenas probablemente se instalaban en pequeños asentamientos, esparcidos ampliamente en todo el territorio. Muchas culturas indígenas tenían territorios que eran bien vigilados para asegurar que habría suficiente caza y otros géneros alimenticios para abastecer a la población. Donde el ambiente no era tan productivo, las culturas indígenas eran nómadas y se movían de lugar a otro en busca de caza y otros alimentos.

21.2 Economía agrícola primitiva.

El manejo de las semillas y otros géneros alimenticios condujo al establecimiento de asentamientos humanos mas permanentes. Poblaciones indígenas crecieron con la capacidad de cultivar zafras y aumentar la productividad del medio. El diagrama en la Figura 21.2 ilustra la nueva conexión entre los indios y su ambiente, que se desarrolló luego que la agricultura ganó importancia.

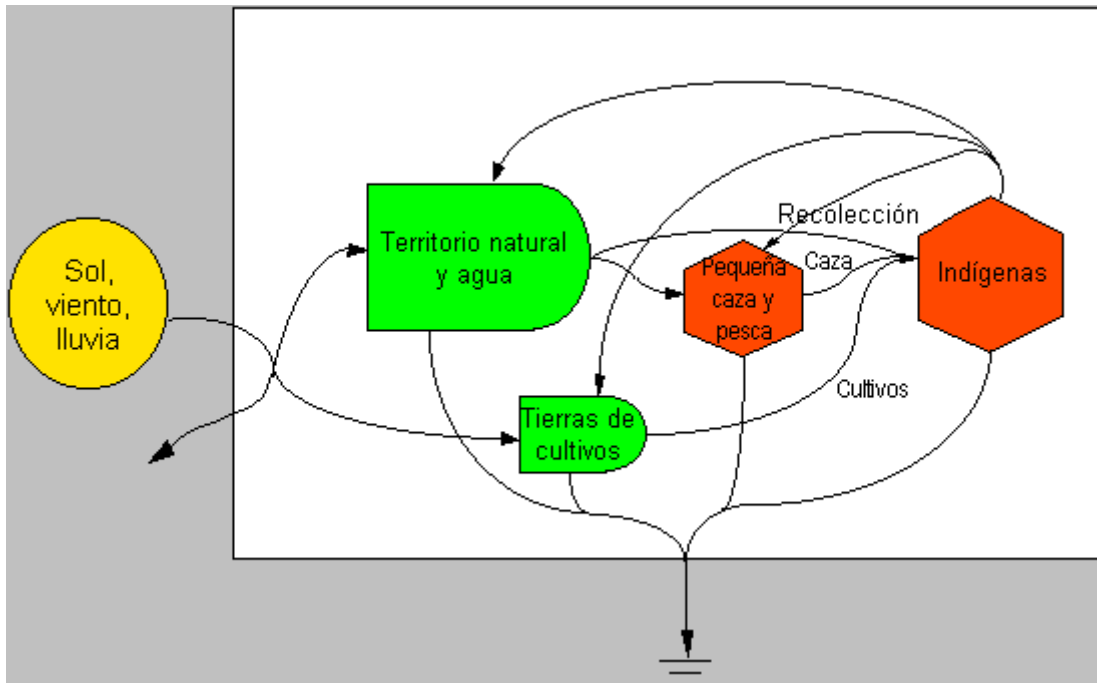


Figura 21.2 Nuevas relaciones entre indígenas y su medio ambiente, luego del desarrollo de la agricultura

En ese entonces, los indios no recogían solamente alimentos salvajes como raíces, nueces y caza, también cultivaban alimentos. Como resultado del crecimiento poblacional de los indígenas que comenzaron a permanecer en una

sola área, los animales de caza fueron completamente exterminados. Esta es una teoría que explicaría la extinción de muchos animales de Europa y de América. Luego del desarrollo de la agricultura (entre 6000 y 2000 a.C.) las culturas indígenas ganaron mayor complejidad. Su economía se basaba aún en procesos que utilizaban energía solar, pero estaban capacitados para aumentar el flujo de energía de su economía, a través de la manipulación de su medio ambiente inmediato. En vez de recolectar cereales y raíces, los cultivaban, aumentando la producción. Existen fuertes evidencias razonables de que varias culturas indígenas en toda América del Norte comenzaron a negociar con otras; muy frecuentemente, negociaban alimentos que tenían en abundancia, instrumentos e información. Algunas culturas incluso tenían monedas simples, como cascos raros y piedras, que se usaban en el comercio.

21.3 Contactos europeos con culturas indígenas.

En el tiempo de la colonización europea de América del Norte en 1500, las culturas indígenas nativas americanas habían desarrollado sistemas sociales relativamente complejos, adaptados a su medio ambiente. Varios eran granjeros consumados, mientras que otros vivían de la abundancia de su medio, sin necesidad de cultivar zafras. Con el aumento de la influencia de culturas europeas, las culturas nativas de indios americanos fueron substituidas y un nuevo sistema cultural dominó el medio. Esta nueva cultura, introducida desde el exterior, tenía una gran *energía* y fue capaz de explotar con mayor rapidez el medio ambiente que las culturas indígenas.

El diagrama de la Figura 21.3 muestra las relaciones entre esas dos culturas en conflicto. Mientras las culturas indígenas se basaban principalmente en el flujo de energía solar, las culturas invasoras se basaban en las energías e informaciones importadas del "viejo mundo", también del flujo de energía solar y los depósitos de energía en la vida salvaje, madera y suelos. Los nuevos moradores no tenían gran preocupación en mantener los recursos, porque se trasladaban a otros lugares cuando los recursos se agotaban, este proceso solo alcanza un punto de exhaustión ahora.

Las culturas más intensivamente energéticas, es decir, las que usaban más *energía*, desplazaban aquellas de menos energía. Hubo muchos conflictos directos por los recursos del medio. Los indios norteamericanos veían a los nuevos moradores acabando con los animales de caza que fueron una vez abundantes, cortando florestas para construir casas y desmatando la tierra para el cultivo.

Con tecnologías nuevas, como machados y arados, traídas del viejo mundo, la nueva cultura podía manipular el medio ambiente para un grado más avanzado que el modelo de cultura indígena. Con armas, la nueva cultura podía controlar a los indios. Las enfermedades provenientes de Europa, desempeñaron un importante papel en la exterminación casi total de los indios norteamericanos. En un periodo de tiempo relativamente corto, la mayoría de los nativos americanos fueron retirados del medio. Se necesitó solamente 100 años para que los colonos europeos se difundieran de costa a costa, estableciendo asentamientos humanos y explotando los recursos.

La energía solar, base económica de los indígenas americanos, fue substituida por una economía que explotaba las riquezas, exportando mucho para el viejo continente a cambio de instrumentos e informaciones. La exportación e importación de mercaderías, información y tecnología, y la inmigración de personas, mostrado en la Figura 23.1, son los factores que hicieron de la nueva economía, una economía más energética, apta para substituir la economía indígena.

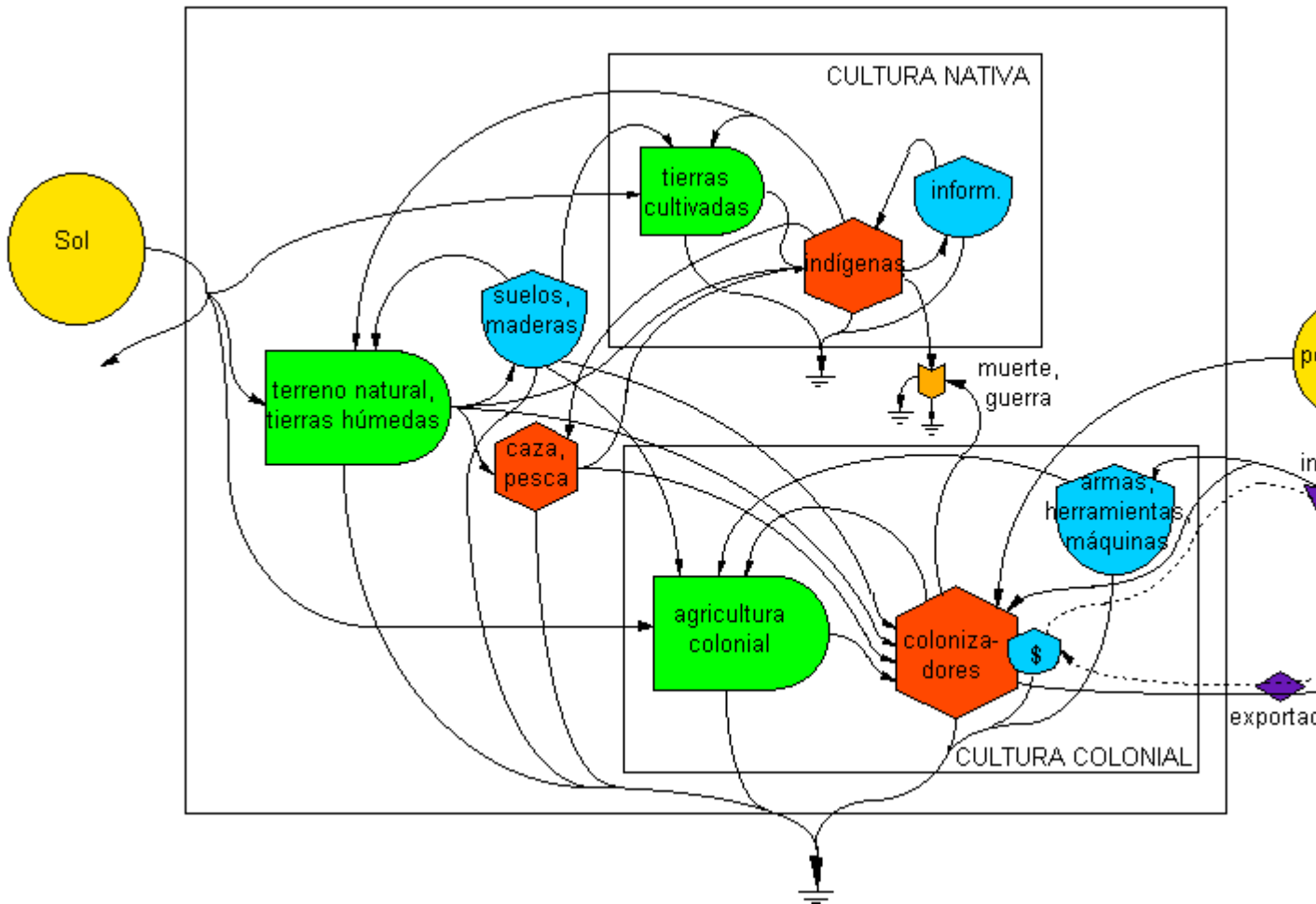


Figura 21.3 Relaciones entre dos culturas en conflicto por los mismos recursos. Este diagrama ilustra el inicio de la economía moderna, donde el dinero (líneas entrecortadas) desempeña un importante papel, y el comercio con otras naciones es una fuente importante de energía. Estudiaremos la economía moderna en el Capítulo 24.

21.4 Aprendiendo del pasado.

En el Capítulo 4 se introdujo el principio de retroalimentación realizado por el consumidor de mas alta calidad, para mantener el modelo de productividad básico en el sistema. Se dieron ejemplos de granjeros fertilizando sus plantaciones y pájaros dispersando semillas, de manera similar, el modelo del indígena nativo de humanidad y naturaleza, puede haber envuelto acciones humanas con bases culturales, que resultaron en estabilidad para el consumidor humano. El consumidor en retribución puede haber efectuado un trabajo especial para el

medio ambiente - trabajo que requiere inteligencia, habilidad para viajes y resistencia por largos periodos de tiempo. El desarrollo de diversidad a través del desmonte, quemas periódicas, dispersión de semillas y prácticas agrícolas de rotación son un ejemplo del papel de las tribus en la organización del medio. Los principios envueltos en las relaciones modernas entre humanidad y naturaleza son básicamente similares. Hombres y mujeres deben retribuir servicios al medio con el fin de mantener productividad, diversidad, estabilidad y modelos de sobrevivencia a largo plazo. De varias maneras podemos aprender de culturas pasadas y su relación con el medio, y desarrollar un estado de equilibrio entre humanidad y naturaleza.

Preguntas y actividades para el Capítulo 21.

1. Defina las siguientes expresiones:
 - a. caza y recolección
 - b. exterminio
 - c. domesticación
 - d. viejo mundo

2. Discuta 3 grandes diferencias entre la cultura indígena primitiva americana y la cultura moderna.
3. Cuáles fueron algunas de las consecuencias que se derivaron del aprendizaje del cultivo de la tierra por los pueblos nativos de Norteamérica?
4. Cómo, las colonias europeas, retiraron a las tribus nativas de la competencia por la energía y los recursos?
5. Indique 3 mecanismos de retroalimentación utilizados por civilizaciones primitivas para organizar el medio.
6. Discuta la importancia de importación e inmigración europea hacia las colonias. Cómo esas entradas modificaron América del Norte?



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 22.

ENERGÍA Y ECONOMÍA

OBJETIVOS:

1. Explicar la relación entre flujo de energía y flujo de dinero;
2. Explicar como el dinero paga por el trabajo humano y no por los recursos naturales;
3. Identificar tres sectores y explicar las actividades de cada uno;
4. Dar un ejemplo de exterioridad;
5. Distinguir entre energía de alta calidad y baja calidad;
6. Describir el efecto de la inflación en el poder de compra;
7. Contraste el flujo de dinero por los caminos de energía a través de la economía y gobierno.

El sistema económico de una región o de un país se caracteriza por los flujos de energía, materiales y servicios que se pagan con dinero. Se dice que el dinero acompaña el curso de estos flujos, y puede ser considerado como un dispositivo de contabilidad de la economía.

No es dinero si no la energía y los materiales los que hacen el trabajo de la economía. El dinero apenas provee una forma conveniente de facilitar los flujos de energía y ayuda a distribuir la energía a través de la economía. En este Capítulo se estudian las relaciones entre energía y dinero, y el sistema económico se describe como un sistema de energía donde flujos de dinero pueden permitir monitorear los flujos principales de energía que dirigen la economía.

22.1 eMergia solar y calidad de energía.

Cuando consideramos la habilidad de diferentes formas de energía para contribuir con la economía, debemos tomar en cuenta la **calidad de energía** de cada forma. Una manera de hacerlo es substituir cada fuente de energía por una cantidad de energía solar necesaria para realizar el mismo trabajo, o sea, referido como la eMergia de esa fuente de energía. Como muestra la Figura 22.1, esto equivale a 40000 joules de acción directa o indirecta de la luz solar a través de plantas y

actividad geológica, para producir un joule de carbón. Un joule de carbón puede usarse para producir 1/4 joule de electricidad. Esas proporciones pueden utilizarse para convertir carbón y electricidad en equivalentes solares: El equivalente solar de 1 joule de carbón es 40000 eMjoules solares sej.; el equivalente solar de 1 joule de electricidad es 160000 eMjoules solares. Un modo fácil de explicar la secuencia es colocar las energías de baja calidad en la izquierda y las de alta calidad a la derecha, como se hizo en otros diagramas.

Un sistema que es eficiente, usa energía de alta calidad para propósitos donde el efecto es grande, siempre que la energía requerida para desarrollar energía de alta calidad sea grande. Energía de alta calidad se usa generalmente donde puede servir como un **amplificador** de energía de baja calidad. Por ejemplo, la electricidad se usa en granjas para controlar y facilitar el trabajo humano y no como una fuente de luz para producir fotosíntesis (reemplazando al sol).

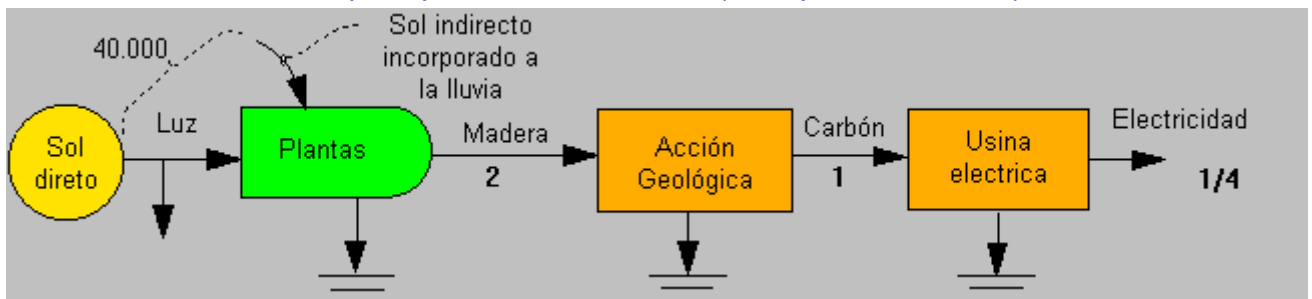


Figura 22.1 Cadena de calidad de energía, usada para calcular eMjoules solares para generar 1 joule de carbón y 1/4 joules de electricidad.

22.2 Presupuesto de eMergia en los Estados Unidos.

La Figura 22.2 muestra un diagrama del presupuesto de eMergia de los EUA en el año de 1980. Los números representan eMergia solar, calculada a partir de la medición de los flujos de energía multiplicados por sus Transformidades. Vea la sección 4.7 y la Tabla 27.1.

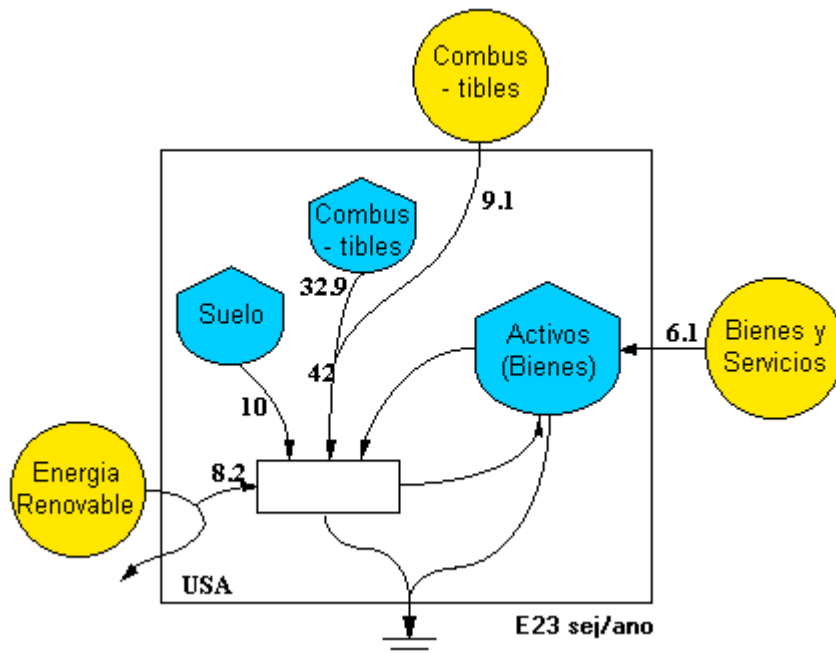


Figura 22.2 Fuentes de energía de los EUA en 1980. Vea la Tabla 23.1.

Los combustibles incluyen minerales.

Las fuentes renovables incluyen eMergia solar equivalente en las mareas y lluvias (la lluvia incluye sol directo y vientos).

El valor de eMjoules solares del viento, sol, lluvia y mareas para todo país es de 8.2 E23 eMjoules solares (sej). por año. Esto está marcado en el flujo de la fuente denominada Renovable. La eMergia solar de combustibles y del suelo consumida por año es 52,0 E23 sej, y está marcada en los flujos de las fuentes denominadas Combustible y Suelo. La eMergia solar en las importaciones de la economía de los EUA fue 6,1 E23 sej.

La eMergia consumida por E.U.A. en 1980 se obtienen de sumar de la eMergia solar de todas las fuentes en uso y corresponde a 66,3 E23 sej por año.

Es importante incluir las energías renovables así como las no renovables, de combustibles y suelo, cuando describimos el total de energía de un país. Esas energías renovables son muy importantes para el total de la economía, sin ellas no existiría comida, fibras, o vida salvaje para apreciar. Frecuentemente, cuando se analiza el perfil de energía de un país, la prensa y otras organizaciones incluyen solamente la energía que se consume; esto es una seria omisión, pues claramente deja afuera mucha de la energía que se maneja en el país.

La cantidad de eMergia de fuentes renovables y de eMergia del suelo que es consumida al año es igual a 18.2 E23 sej. Esto es cerca de 27% del consumo de eMergia anual de los EUA.

22.3 Relación entre energía y dinero.

Cuando el flujo de dinero y energía se muestran en un mismo diagrama, como en la Figura 22.3 (y en la Figura 1.8), la relación es fácil de verse: la energía y el dinero fluyen en direcciones opuestas. En el "sistema económico" simple, diagramado en la Figura 22.3 los productos (carne y cosechas) de la granja fluyen hacia las ciudades y en retribución el granjero obtiene algún dinero, que fluye en dirección opuesta, regresando a la granja. El granjero usa el dinero obtenido de la venta, para comprar el combustible, maquinaria y fertilizantes necesarios de la ciudad. Nuevamente, el dinero fluye opuestamente al flujo de la mercadería de la ciudad hacia la granja.

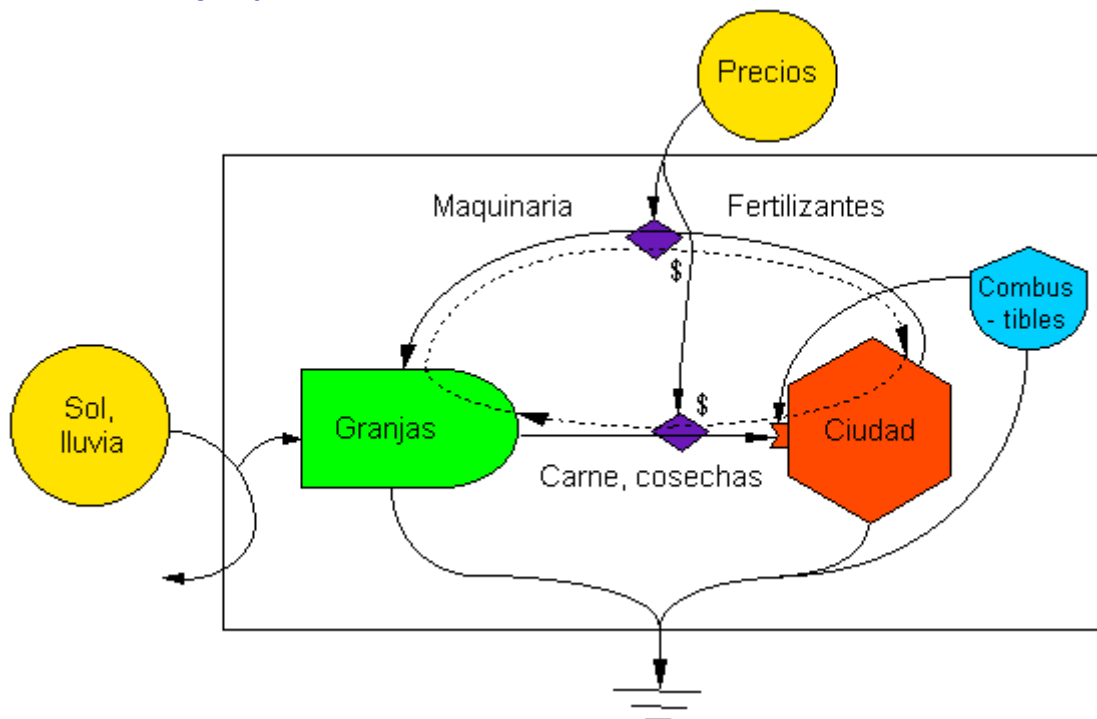


Figura 22.3 Energía y dinero fluyen en direcciones opuestas.

El flujo de energía y dinero en la Figura 22.3 forman un ciclo. Esto es algunas veces referido como un ciclo de cambio. La energía, en forma de productos agrícolas y carne, se vende, y energía en la forma de combustible, maquinaria y

fertilizantes, se compra; el dinero fluye alrededor en un ciclo contrario. En este caso, el dinero es el medio de cambio.

El **precio** es la relación entre el flujo de bienes y dinero y se define como el monto de dinero para comprar una unidad de bienes o servicios.

En economías muy simples, donde no existe dinero, los bienes se intercambian por bienes, y ningún dinero cambia de manos; esto se llama **permuta**. En este tipo de economía, la energía se intercambia directamente por energía. Imagine un granjero intentando cambiar productos agropecuarios por un tractor o combustible, sería algo bastante difícil. Esta es una de las principales razones por el cual el dinero existe: hace este tipo de intercambios posibles. Frecuentemente las personas pierden la noción del hecho de que son los recursos naturales los que hacen que la economía se mueva. Y así, erróneamente buscan dinero, en lugar de la energía que con él compran.

Otra relación interesante entre la energía y el dinero es que el dinero siempre paga por el trabajo y servicios humanos, y no por el trabajo de la naturaleza. Por ejemplo, cuando se compra gasolina, el dinero que se gasta va al dueño de la gasolinera. Cuando él compra mas gasolina, paga al distribuidor, que paga a la refinería, que paga la compañía de petróleo extractora del petróleo bruto.

En la Figura 22.3 el dinero circula entre granjas y la ciudad. Que dinero puede comprar la cantidad de sol, lluvia y combustible utilizado?

La Figura 22.4 muestra que dinero y energía fluyen en direcciones opuestas.

Como quiera que sea, el dinero utilizado para comprar combustible de la refinería paga servicios humanos y no el combustible del suelo.

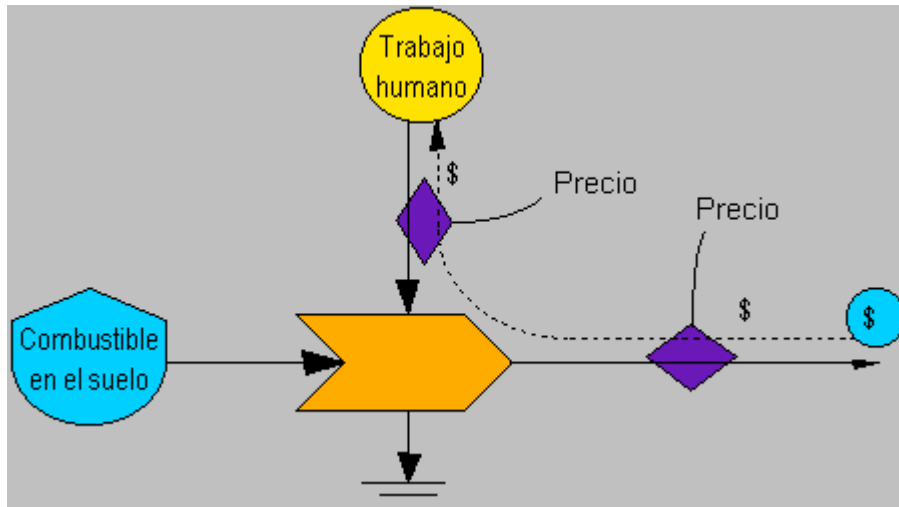


Figura 22.4 Dinero pagado por el trabajo de llevar combustible a los usuarios.

En transacciones económicas, el dinero se intercambia por energía, algunas veces esta no es fácil de ver cuando se hace la compra. Por ejemplo, dinero se intercambia por servicios como los de un médico, la energía de una pequeña acción esta siendo cambiada en la transacción. No obstante, existe mucha energía empleada en todas las tecnologías con las que el médico cuenta para proveer un servicio a sus pacientes. La eMergia mide las energías que contribuyeron al servicio.

22.4 Relación norteamericana de eMergia-dolar

Algunas veces es fácil medir la eMergia que se acarrea en una transacción, como cuando se compra gasolina en una gasolinera. En otros casos, la eMergia adquirida no es tan fácilmente calculada, como cuando se trata de servicios, en estos casos es necesario estimar la eMergia en la compra usando la relación eMergia-dolar. Esta relación es una estimativa de la energía requerida para circular un dólar en la economía. La Figura 22.5 muestra que 66.3 E23 sej. fueron usados en el soporte de la economía de los EUA en 1980, y 2.6 trillones (2.6 E12) de dólares circularon. La **relación eMergia-dolar** para los EUA en 1980, es la relación de estos dos flujos y es equivalente la 2.6 E12 sej. por dólar.

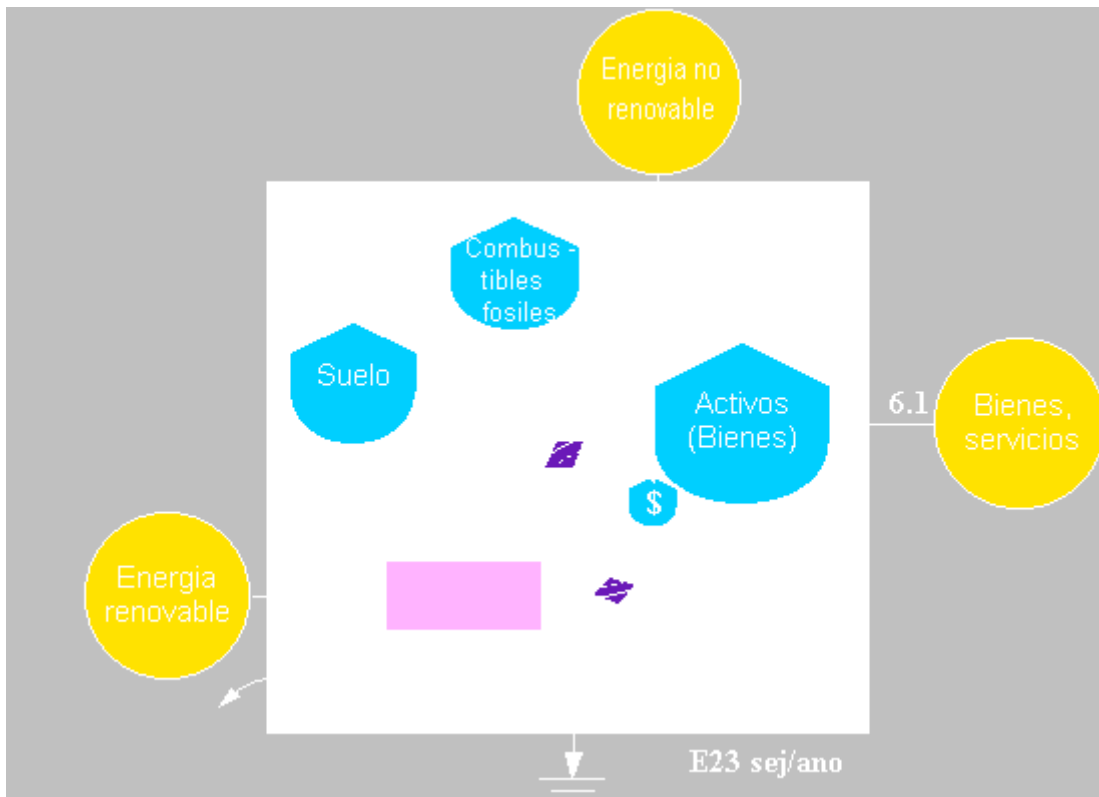


Figura 22.5 eMergia total y flujo de dólar (PIB) en la economía de los EUA en 1980.

Usando la relación eMergia-dólar, es posible estimar el monto de eMergia que se gasta en el soporte de la actividad económica humana. Por ejemplo, en 1980 un persona produjo y gastó U\$ 15000; multiplicando por $2.6 \text{ E}16 \text{ sej./\$}$ la eMergia total utilizada ese año en sustentar esa persona fue $3.9 \text{ E}16 \text{ sej}$. Su presupuesto personal de energía, ese año, probablemente era solo de $4 \text{ E}9 \text{ joules}$ ($25000 \text{ Calorías} \times 365 \text{ días} \times 4186 \text{ J/Cal}$). La diferencia entre $3.9 \text{ E}16$ y $4 \text{ E}9$ joules representa toda la energía usada en su sustento, por maquinas de granja, usinas de fuerza, industria, y también energía natural del sol, lluvia, viento y aún de elevaciones geológicas.

El flujo de dólares se denomina **Producto Interno Bruto (PIB)** y es usado por muchos como una medida de productividad total de la economía. La circulación de dólares, PIB en la Figura 22.5, es el dinero gastado por los consumidores en la compra de bienes y servicios en la economía. De cualquier manera, como la inflación cambia el valor del dólar de un momento a otro, una mejor medida de la

actividad económica total podría ser la eMergia solar total utilizada en el soporte de la economía.

22.5 eMergia e inflación.

La idea de la relación eMergia-dólar también nos permite explicar la inflación. Funciona de esta manera: el poder de compra del dólar es el monto de bienes y servicios que se puede comprar con un dólar. La relación eMergia-dólar expresa este poder adquisitivo. En 1980 un dólar compró 2.6 E12 sej. de bienes y servicios. Ahora imagine que sucedería en la Figura 22.5, si la eMergia que fluye hacia la economía disminuyera; existiría menos energía fluyendo para el mismo número de dólares: la relación eMergia-dólar cambiaría. Un dólar tendría menos eMergia y, por tanto, compraría menos. La pérdida del poder adquisitivo se denomina **inflación**.

Obviamente también es posible alterar la relación eMergia-dólar cambiando el número de dólares en circulación. Algunas veces se imprime más dinero; personas y gobierno tienden a pedir préstamos de dinero, lo cual incrementa el número de dólares en circulación sin aumentar la cantidad de energía que fluye, pero aumenta la tasa de inflación futura. En 1980 los EUA (y el mundo) experimentó ambos, una reducción en la cantidad de combustibles utilizados y un aumento del flujo de dinero - y un aumento de la inflación. Entonces el Banco de Reserva Federal disminuyó la cantidad de dinero disponible aumentando la tasa de interés sobre sus préstamos. Esto redujo la inflación.

El deterioro del valor del dólar a causa de la inflación se muestra en la Figura 22.6. Este gráfico muestra el poder adquisitivo en términos de eMergia.

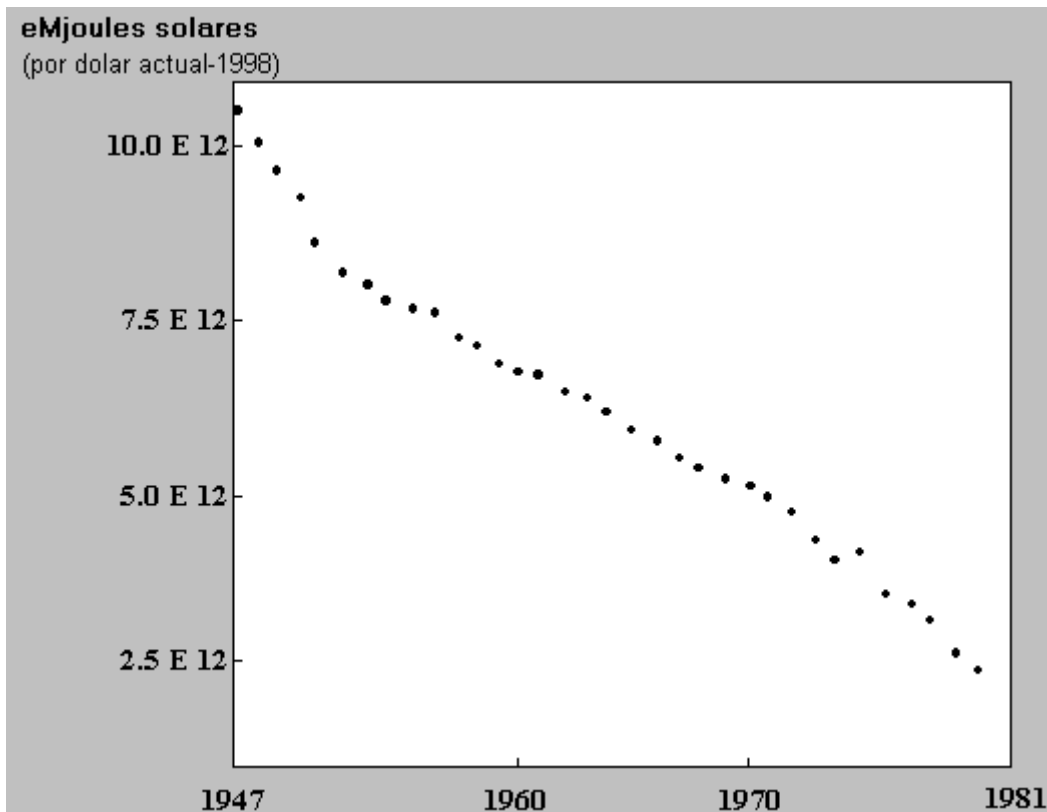


Figura 22.6 Relación de flujo de eMergia (sej./año) por flujo de dólares (PIB). Incluye la eMergia de lluvia y eMergia de combustibles, hidroeléctricas y usinas nucleares.

22.6 Sectores de la economía global.

En la Figura 22.3 se muestra una economía simple con dos **sectores**. El primer sector fue la granja y el segundo sector la ciudad. Esta es una forma de simplificar bastante la economía: amontonar todas las actividades agrícolas en el sector granja, mientras que todo el sector industrial, comercial, doméstico y gobierno están amontonados en el sector ciudad. No obstante, el diagrama está incompleto porque no incluye el trabajo que el medio ambiente que hace en soportar la actividad económica humana. En otras palabras no incluye el sector de medio ambiente.

El diagrama en la Figura 22.7 muestra los sectores de la agricultura y ciudad, y otro llamado tierras naturales que incluye florestas, pantanos, praderas, y otros bienes naturales. Estos sistemas naturales son el sector ambiental de la economía, que provee muchos "servicios gratis" a la actividad humana. La

circulación de dinero aún permanece en el sector agrícola y urbano, mientras que nada de dinero circula de otros sectores al medio ambiente. Sin embargo, existe una retroalimentación de la ciudad para el ambiente, que representa el reciclaje de los nutrientes de las aguas servidas y otros desperdicios, y otros esfuerzos para controlar el ecosistema natural.

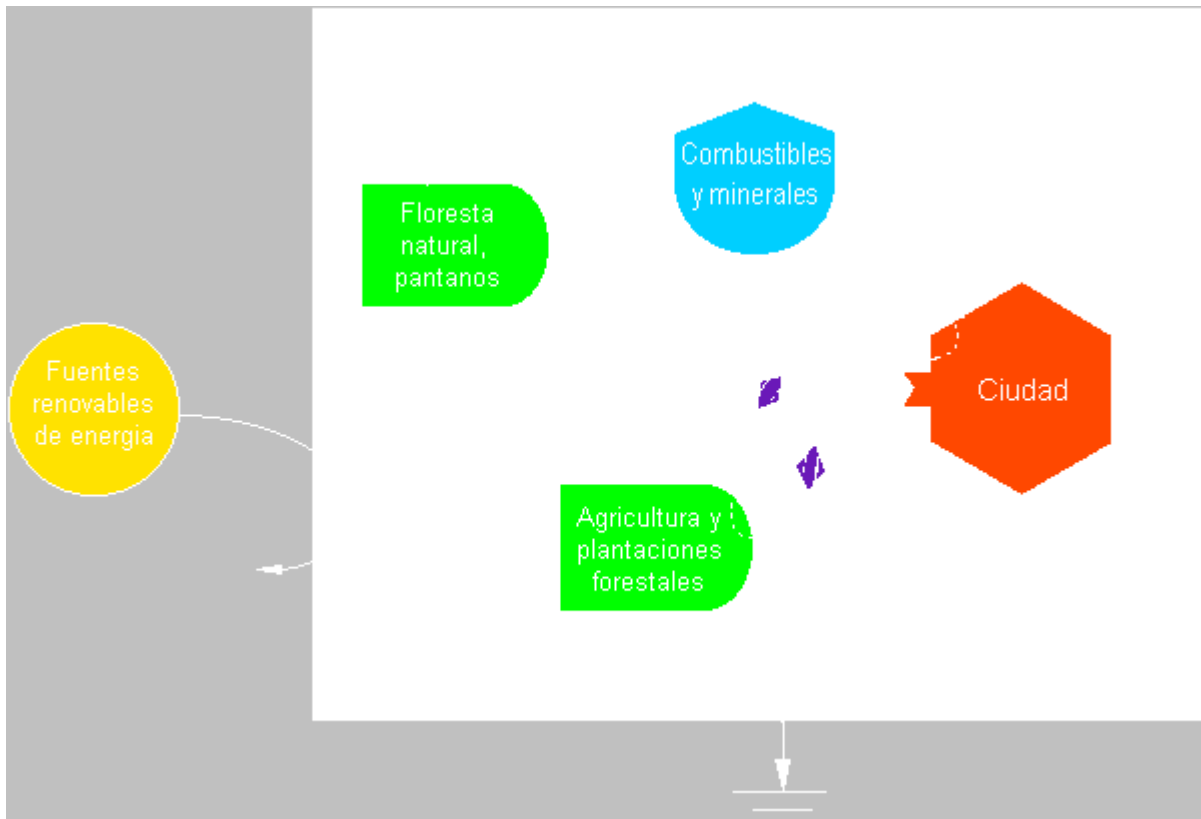


Figura 22.7 La economía como tres sectores, uno operando sin pago en dinero. Los flujos de energía y dinero a través de esta economía simple, son fáciles de entender. Muy frecuentemente es deseable obtener mas detalles acerca de la economía, y muchos mas sectores surgen de los tres sectores básicos del diagrama. De esta forma, la economía recibe el nombre de "red de interacciones".

22.7 Red de la economía.

La economía forma una red que converge energía al sector de consumidores humanos, como una red de un ecosistema que converge a los altos consumidores. En la Figura 22.8 la economía fue dividida en seis sectores, con energía fluyendo hacia los sectores de alta calidad, que son el gobierno y el doméstico. La energía natural renovable fluye en el sector de producción, el cual incluye pesca,

agricultura, florestas, turismo y recreación. Los combustibles internos como petróleo, carbón y gas, y materiales naturales como fosfatos, arenas, grava, cal y fierro, están incluidos en un símbolo de almacenaje (porque son no renovables). Estos se usan en el sector industrial para producir artículos como máquinas, ropas y aparatos domésticos. Muchas mercaderías se importan directamente del sector comercial. Las utilidades producen energía eléctrica del carbón, petróleo, gas y combustible nuclear. El petróleo y la gasolina son adquiridas por el sector doméstico para calefacción y uso en transporte automovilístico. La producción de todos los sectores se distribuye a través del sector comercial hacia el sector doméstico. El gobierno controla los otros sectores a través de leyes y reglamentaciones y ofrece servicios como seguridad, salud, educación, bien estar y subsidios.

La cantidad de dinero que fluye a lo largo de cada camino de energía dentro de la economía, excepto en dirección al gobierno, es determinado por el precio. El precio es determinado por la oferta y la demanda. Por ejemplo, cuando hay escasez de naranja comparada con la demanda, el precio sube: mas dinero va a los productores de naranja.

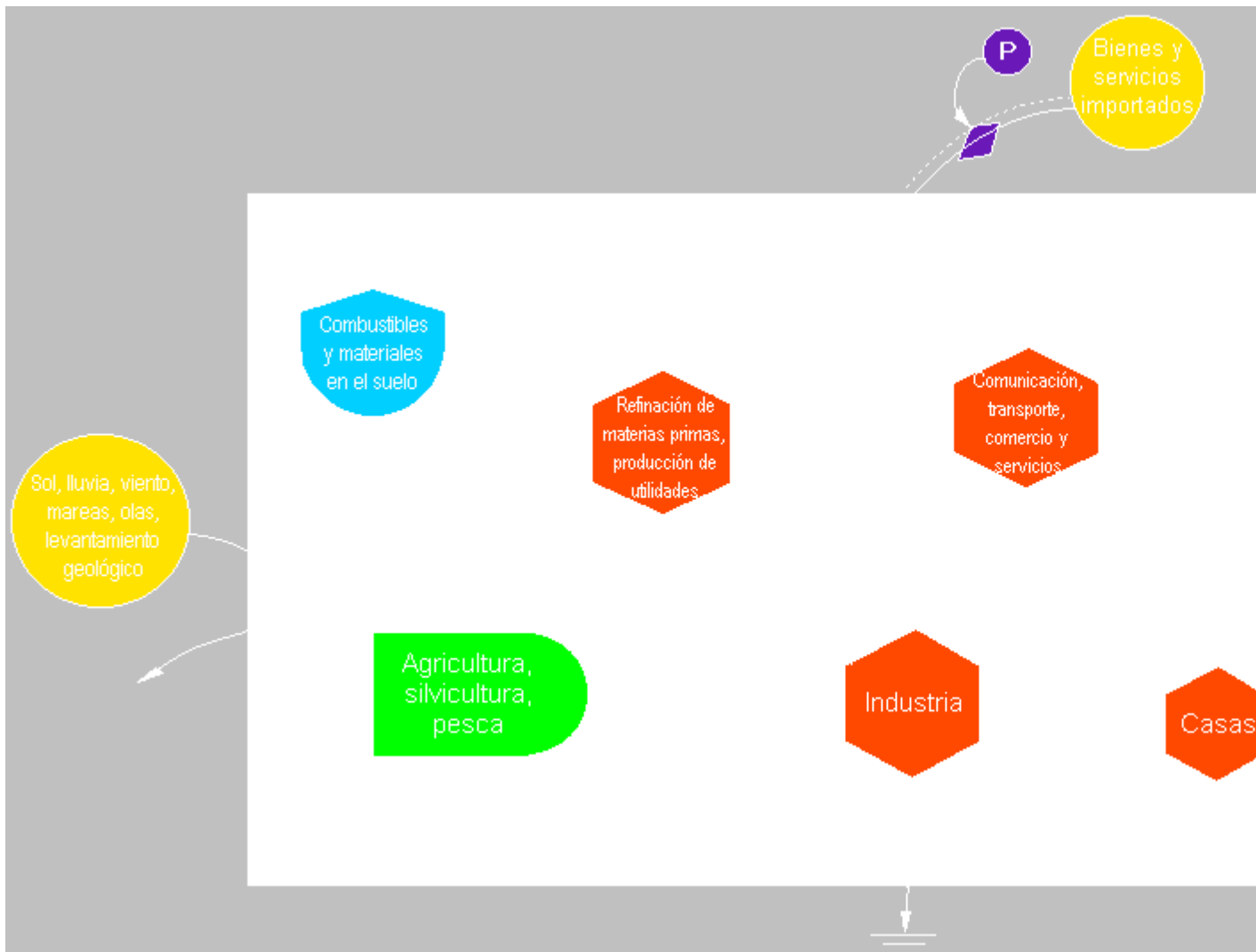


Figura 22.8 Red económica norteamericana.

Las líneas sólidas son los flujos de energía.

Las líneas punteadas son los flujos de dinero.

El flujo de dinero por el sector del gobierno es mas complicado. Flujos desde el gobierno se determinan principalmente por mecanismos políticos y no por los precios. De la mayor parte de los sectores se recaudan impuestos dentro de depósitos de dinero, y luego se distribuyen como servicios. El flujo de dinero no sigue los productos y servicios pues la cantidad de dinero gubernamental para cada sector puede no se relaciona directamente con la cantidad de servicios del gobierno en ese sector. Cuando las personas (a través de sus políticos) quieren estimular alguna parte de la economía, el gobierno suministra asistencia. Como

ejemplo, los subsidios dados al agricultor se muestran en el diagrama como una línea llena, fluyendo del gobierno hacia el sector agrícola.

22.8 Tabla de entrada-salida.

La circulación de dinero (líneas punteadas) en la Figura 22.8 se puede representar de otra manera, mostrada en la Figura 22.9. Esta es una tabla de **entrada-salida** para la economía de los E.U.A. Cada caja corresponde al flujo de dólares de un camino en el diagrama de red. La suma de las columnas es el dinero que el sector paga por **bienes consumidos** en ese sector. La suma de las filas en sentido horizontal es el dinero pagado a cada sector por los **bienes producidos** en ese sector.

	Exportación	Agricultura, silvicultura, pesca	Mat.prima, utilidades, refinerías	Industria	Comunicac. transporte, comercio	hogares	gobierno	Total
Importación	0	1	3	17	3	9	4	37
Agricultura, silvicultura, pesca	3	17	0	31	3	6	0	60
Materia prima, servicios, refinerías	2	1	15	15	5	10	2	50
Industria	23	13	10	331	124	157	74	732
Comunicación, transporte, comercio	9	12	7	90	127	304	20	569
Hogares	0	11	10	224	242	138	82	707
Gobierno	0	5	5	24	65	83	49	231
Total	37	60	50	732	569	707	231	2386

Figura 22.9 Tabla simplificada de entradas y salidas de la economía americana en 1967.

Los números están en billones de dólares por año que fluyen entre los sectores, como se muestra en el diagrama de la Figura 22.8.

Los números fueron ajustados para hacer un estado estacionario (no crece, ni declina).

El Producto Nacional Bruto fue de 750 billones de dólares por año (suma de los flujos a través del sector doméstico y gobierno menos los flujos dentro del gobierno y entre las casas).

Desde el punto de vista del consumidor humano, los dólares, que entran como rendimientos y salen como pagos directos o indirectos a la vida personal, son los flujos mas importantes. Como una medida de la actividad económica que converge en los humanos, el flujo a través del último sector (residencias y gobierno) de la Figura 22.9 es llamada **Producto Interno Bruto**. En la Figura 22.9 es la suma de los flujos a través de las columnas hacia las casas y el gobierno. Esos consumidores se denominan **demanda final**.

La importación y exportación están incluidos en la tabla, y se muestran como flujos transversales al limite del sistema en la Figura 22.8.

Una tabla de entrada-salida también puede usarse para representar otros flujos entre sectores, tal como materiales. Por ejemplo, una tabla de entrada-salida para un ecosistema puede tener datos sobre un flujo de carbono en el alimento, desde un sector de la economía natural a otro.

Como la tabla de entrada-salida representa fácilmente el flujo de dinero entre sectores, el diagrama de red en la Figura 22.8 representa mejor el flujo total de energía. El diagrama muestra los flujos de entrada desde el exterior que dirigen el sistema, y que eventualmente se tornan degradables y se dispersan en el sistema. Las posiciones en el diagrama, de izquierda a derecha, indican calidad energética.

Preguntas y actividades del Capítulo 22.

1. Defina:
 - a. calidad energética
 - b. eMergia
 - c. amplificador
 - d. intercambio
 - e. precio

- f. PIB
 - g. sector
 - h. inflación
2. Porque el flujo de energía y el flujo de dinero van en direcciones opuestas en un diagrama energía-economía ?
 3. Liste varios tipos de bienes que el dinero puede comprar.
 4. Liste tres tipos de cosas dadas a una red económica, que no puedan pagarse con dinero.
 5. Describa los tres sectores que aparecen en la Figura 22.9.
 6. Calcule una razón entre la eMergia y dólar para 1983. 72.6 E23 solar en joules fueron utilizadas para degradar en calor en un año y 3.3 trillones de dólares circularon. El que es la relación eMergia-dolar?
 7. Calcule una proporción eMergia-dólar para 1983. Se utilizaron y degradaron en forma de calor 72.6 E23 joules de energía solar en un año, y circularon 3.3 trillones de dólares. Que es la proporción eMergia-dólar?
 8. De un ejemplo de energía de alta calidad.
 9. Ordene en orden de calidad energética: luz del sol, calor disipado, electricidad, madera y trabajo humano.
 10. Si la tasa de inflación permanece la misma, cuanto dinero precisería para comprar un carro de 10.000 dólares en tres años? Use la tasa de inflación para este año (o use 4%) y asuma que será constante por tres años. Si la tasa de inflación aumenta 1% al año, cuanto costaría el carro en tres años?
 11. Cuando su familia paga impuestos al gobierno, que esperan ellos de retribución?
 12. Describa el efecto de la inflación en:
 - a. destrucción de bienes.
 - b. destrucción de las actividades soporte de la vida del ambiente.
 - c. guerra.
 - d. cantidades crecientes de préstamos.
 - e. reducción del contra flujo de energía.
 - f. polución de la agua y aire.
 13. Usando la tabla entrada-salida calcule:
 - a. Quanto del rendimiento de la agricultura - pecuaria - pesca y sector forestal va a la exportación? (ubique agricultura, florestas y pesca en la parte superior izquierda; ir hacia la derecha hasta llegar a la columna "exportación". La respuesta es 3 billones de dólares). Cual el porcentaje de esto sobre el rendimiento total?
 - b. Cual el % de renta industrial que viene de ventas para el gobierno?
 - c. Existe un balance en el comercio? (compare importación y exportación).



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 23.

**BASES PARA EL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA DE LOS ESTADOS
UNIDOS**

OBJETIVOS:

1. Diagramar un sistema económico;
2. Dar un ejemplo de sistema macro-económicos y otro de sistema micro - económico;
3. Explicar cuanto valor es adicionado a un producto cuando es procesado;
4. Definir valor de mercado y valor macro-económico;
5. Describir el método para determinar el valor macro-económico de recursos naturales;
6. Identificar las principales energías renovables y no renovables que dirigen la economía.

23.1 Base de recursos para la economía.

La economía de un estado o de una nación depende de su soporte ambiental, que consiste en varios recursos "de acceso libre" como el sol, viento, lluvia, marea, migración de animales, etc. y de recursos existentes dentro de sus fronteras, como depósitos de minerales, madera, peces, suelos, y, también, de las importaciones. En este Capítulo esos recursos son evaluados usando el concepto de eMergia y se estima su contribución a la economía de los Estados Unidos.

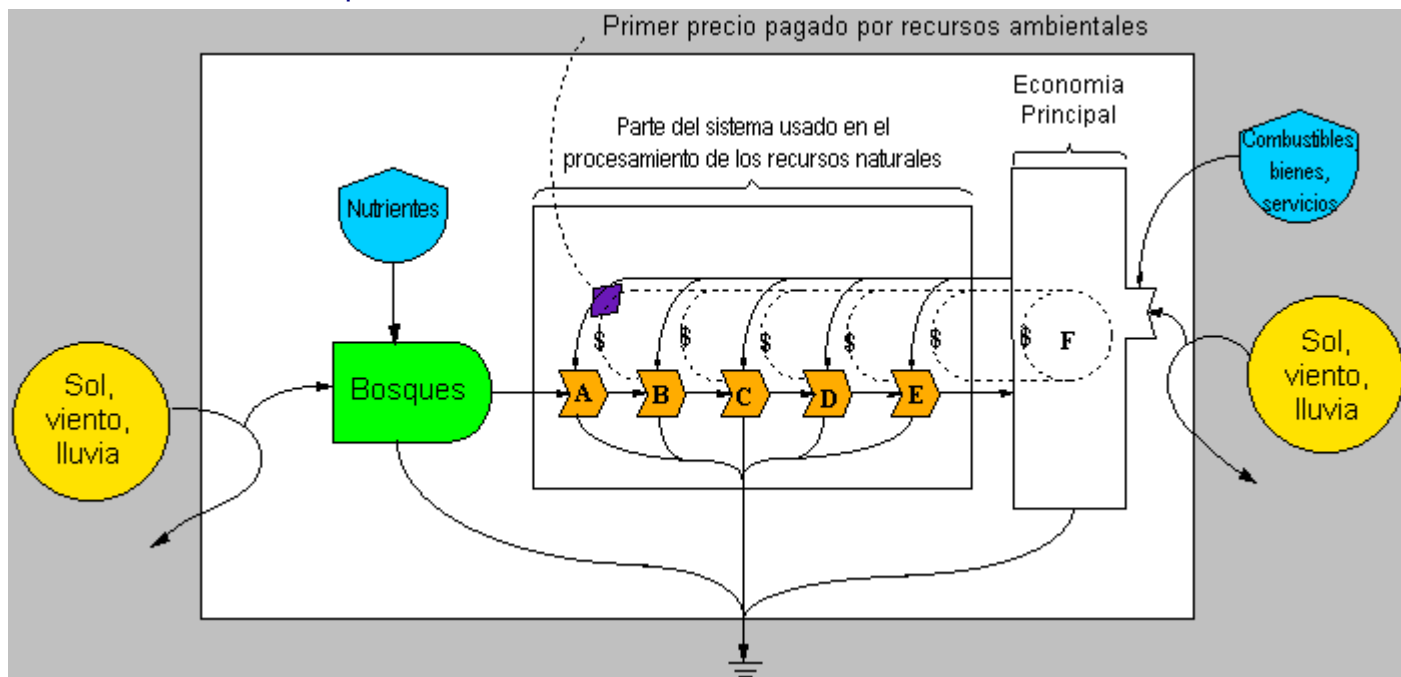
23.2 Sistema de uso económico.

Todo el sistema económico de un estado o nación se denomina **sistema macro-económico**, como se muestra en la Figura 22.8. Cuando una categoría de actividad económica se estudia por separado, esta se denomina **sistema micro - económico**. Como ejemplo, en la Figura 23.1, se muestra un sistema micro - económico para el procesamiento y uso de la madera de un bosque.

La parte de la economía que está directamente relacionada al procesamiento de la madera proveniente de un bosque es separada del resto de la economía para mostrar con cuanto contribuye. En este ejemplo, la madera del bosque crece, se

corta y se transforma en el producto final. Con la ayuda del sol y nutrientes, la madera forestal se introduce a la economía y se procesa paso a paso, mudando de mano, hasta que finalmente se vende al consumidor final.

El dinero paga apenas servicios humanos (líneas punteadas). Por ejemplo: los árboles son inicialmente cosechados por un leñador, él los vende a un aserradero y usa el dinero obtenido para comprar combustibles, máquinas y otros servicios. El aserradero, a su vez, vende la madera tratada a un depósito de madera, y usa el dinero para comprar combustible, mercaderías, servicios y así sucesivamente. A cada paso a lo largo del camino recorrido por el producto final, se hacen mas servicios elevando así su precio. El precio que se paga en cada transacción mide la contribución humana, no el trabajo del medio ambiente. El dinero pagado por un nuevo servicio en cada paso es el **valor adicionado**.



- A - leñador D - manufactura de muebles
- B - aserradero E- tienda de muebles
- C - maderera F - personas en la economía

Figura 23.1 Proceso de productos del medio ambiente destinados a una economía Observe que la energía de todo el proceso incluye (en la izquierda) las energías renovables como sol, viento y lluvia, la energía almacenada en los nutrientes, y que los recursos renovables y no renovables (en la derecha) son los que manejan

la economía principal. El trabajo de la naturaleza para el crecimiento de la madera es dirigido por los recursos renovables y no renovables, y esas energías contribuyen al sistema económico del cual la madera hace parte.

23.3 Valor de mercado y valores macro-económico.

La Figura 23.1 muestra diferentes tipos de valores (\$). El valor usado más comúnmente es el valor de mercado, definido como el valor que las personas están dispuestas a pagar voluntariamente. La economía suele comenzar cuando el leñador vende madera y recibe el pago. El dinero pagado es el valor de mercado de la madera bruta, poco procesada. Se suele pensar que el valor de mercado pagado a la primera persona, o sea al leñador, es el valor del producto. Este es con seguridad *un* valor, pero el valor mayor es todo dinero que circula en la economía como resultado de la introducción de la madera en el sistema económico. Conforme la madera es procesada para la venta al por mayor, para vendedores y fabricantes de muebles hay un aumento en el precio de mercado. La contribución del sistema ambiental en la producción de madera se cuantifica mediante la eMergia solar de los insumos ambientales; el trabajo de la naturaleza puede ser considerado como la suma de la energía transferida por los rayos solares y otros insumos energéticos a través de los años de crecimiento de los árboles. La eMergia solar de la madera puede ser comparada con la eMergia solar usada por toda la economía para descubrir cual es la contribución de la madera en la economía total. Por ejemplo, en algunos países la madera corresponde a 10% del total de eMergia solar usada en el país.

En este texto el **valor macro-económico** de la madera es definido como todo el dinero circulante en la economía debido al uso de la madera, este valor se puede estimar multiplicando el PIB (Producto Interno Bruto) por la fracción de eMergia nacional que corresponde a la madera.

El *valor macro-económico* de la madera es más alto que su valor de mercado. En otras palabras, la madera mantiene más la economía de lo que podría juzgarse por su valor de mercado.

Cuando un recurso como la madera es abundante, la gente está dispuesta a pagar menos. Como los precios son bajos, cualquiera tiene acceso a ella y por lo tanto

es bastante usada. Cuanto mas barata es, mas contribuye con la economía y el padrón de vida. Su valor macro-económico es alto. Al contrario, los precios de mercado son altos cuando un recurso es escaso y su valor macro-económico es menor.

23.4 Análisis energético de la base de recursos ambientales de los Estados Unidos.

Toda región, estado o país tiene diferentes perfiles de recursos, los cuales contribuyen a la cultura y ocupación de su población. En general, las perfiles de recursos de cada región le dan un carácter único a su economía . Como fue discutido en el Capítulo 22, los recursos renovables de una región contribuyen con una considerable cantidad al presupuesto total de energía, y tienen un importante efecto en la economía. La combinación de la economía de la naturaleza y la economía humana debe incluir todas las fuentes de energía, sean estas renovables, de importación, o de reservas internas.

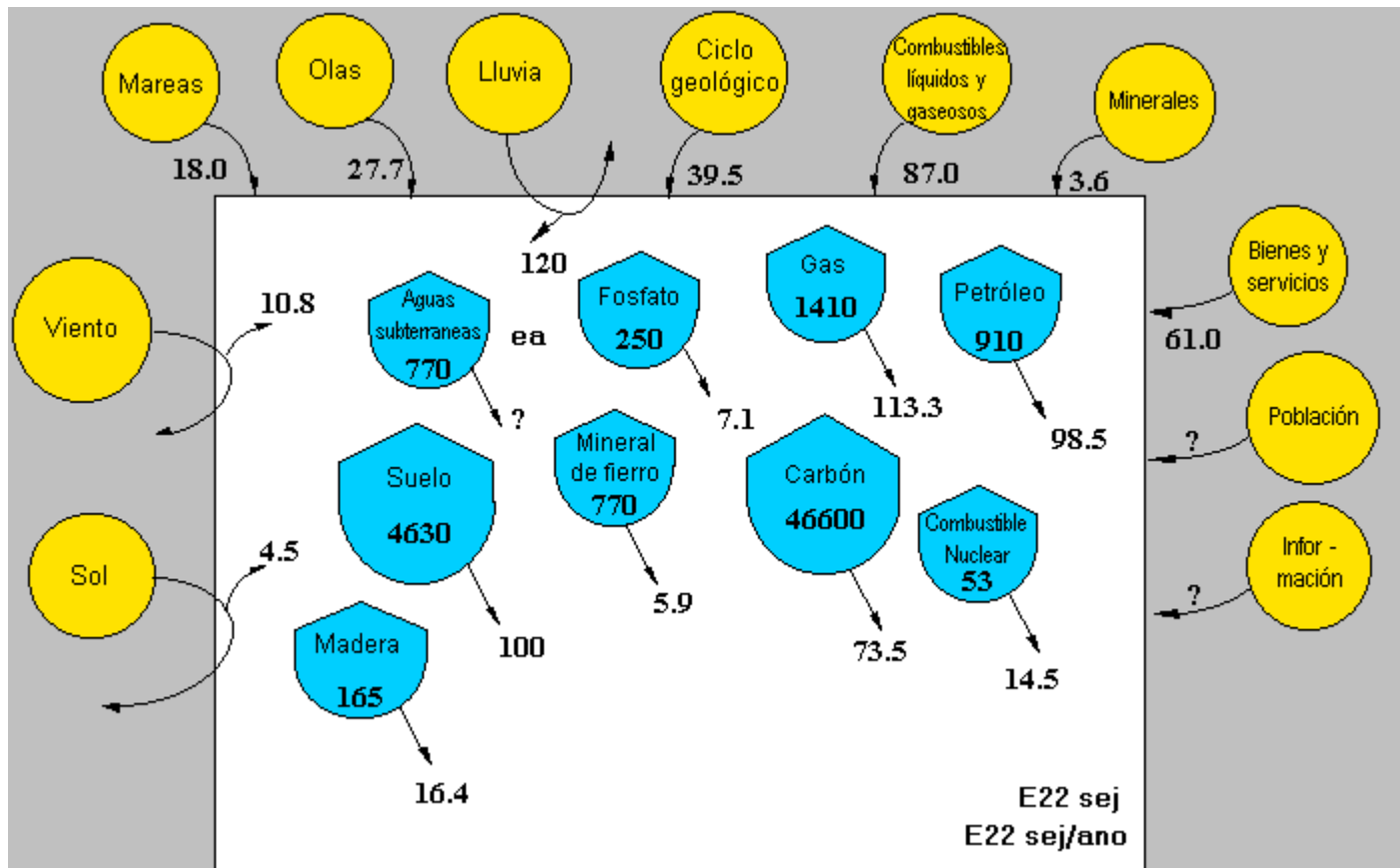


Figura 23.2 Fuentes norteamericanas de energía en 1980.

El cálculo de la eMergia solar de todas las fuentes de energía, que constituyen a base energética de una economía, es llamado **análisis eMergético** de las bases de recursos de una región. Un *análisis eMergético* para los Estados Unidos se da en la Figura 23.2 y en las Tablas 23.1 y 23.2. Todas las fuentes de energía y reservas fueron evaluadas en eMjoules solares. Los valores numéricos en la Figura 23.2 fueron calculados en las Tablas 23.1 y 23.2.

Tabla 23.1 El uso de energía por los E.U.A. en 1980

Fuente	Flujo de energía en EUA (1980) E18 J/año	Transformidad (#) sej/J	eMergia solar en EUA (*) E22 sej/año	Valor macro-económico, 1980 (†) E9 \$ /año
Recursos renovables " de acceso libre"				
Luz solar directa	44 800.0	1	4.5	17.3
Luz solar indirecta				
Vientos	163.0	663	10.8	41.5
Olas	10.9	25 400	27.7	106.5
Lluvias				
Energía potencial	63.3	8 900	56.2	216.2
Pureza química	41.7	15 400	64.4	247.7
Marea absorbida	7.6	23 600	18.0	69.2
Ciclo geológico	13.6	29 200	39.5	151.9
Uso de reservas almacenadas				

Madera	4.7		34 900	16.4	63.1
Carbón	18.0		39 800	73.5	282.7
Petróleo	18.7		53 000	98.5	378.8
Gas natural	23.6		48 000	113.3	435.8
Fosfato	5.0 E6	T	1.4 E16 sej/T	7.1	27.3
Mineral de hierro	69.6 E12	g	8.5 E 8 sej/g	5.9	22.7
Bauxita	1.5 E12	g	8.5 E 8 sej/g	0.1	0.4
Energía nuclear	9.1 E17		15.9 E4	14.5	55.8
Suelos	5.9 E14	g	6.25 E4 sej/g	100.0	384.6
Recursos adquiridos de otros países					
Combustibles líquidos	15.5		53,000	82.0	315.4
Gas natural	1.1		48.000	5.0	19.2
Minerales	4.2E12	g	8.5E8 sej/g	3.6	13.8
Bienes y servicios				61.0	234.6

(#) eMjoules solares estimados para generar un joule de energía de este tipo. sej/T significa eMjoules solares por tonelada. (*) eMergía solar de las fuentes de energía norteamericanas. Desde que esos recursos son producidos como subproductos de otros, eles no deben ser adicionados como si hiciesen parte de contribuciones separadas. (†) Valor macro-económico en 1980, obtenido dividiendo la eMergía solar (en la columna 3) entre la relación eMergía /\$ de los Estados Unidos [2.6E12 sej/\$].

Anotaciones en Apéndice B.

Tabla 23.2 Recursos almacenados para el desenvolvimiento de los Estados Unidos en 1980.

Recursos almacenados	Energía almacenada E20 J	Transformidad (#) sej/J	eMergia solar almacenada E22 sej	Valor macro-económico (*), 1980 E9 \$
Madera	0.47	34 900	165	634.6
Carbón	117.00	39 800	46 600	179 230.8
Agua de subsuelo	1.90	41 000	770	2 961.5
Gas natural	2.95	48 000	1 410	5 432.1
Petróleo	1.71	53 000	910	3 500.0
Fosfato	1.8 E8 T	1.4 E16 sej/T	250	961.5
Superficie del suelo	7.35	63 000	4 630	17 807.7
Uranio	2.95	1.9 E3	53	203.8
Extrac. minera (He)	?			

(#) eMjoules solares estimados para generar un joule de energía de ese tipo. (*) Valor macro-económico en 1980 (relativo al valor del dólar en ese año), obtenido dividiendo la eMergia solar en la columna 3 por la relación eMergia/\$ de los E.U.A.

Anotaciones en el Apéndice B.

En la segunda columna de la Tabla 23.1 se da el flujo de energía para cada fuente. Los datos fueron obtenidos por medio de cálculos estadísticos abstractos. Las fuentes y los cálculos se encuentran en el Apéndice B.

La columna 3 lista valores numéricos para la Transformidad de varias fuentes energéticas. Las transformidades fueron calculadas del análisis de un diagrama energético de la red de flujos de energía en la biosfera.

En la cuarta columna de la Tabla 23.1 esta la eMergia solar en cada flujo, que es el producto de la energía en la columna 1 y la Transformidad en la columna 2. La

eMergia solar de cada fuente está escrita en el diagrama de recursos de la Figura 23.2.

Finalmente, en la quinta y última columna, el valor macro-económico de cada recurso para la economía está estimado en dólares. El cálculo se hizo dividiendo los valores eMergéticos (columna 3) por la relación eMergia/dólar de la Sección 22.4. Los valores en la última columna son una estimación de la cuota de la economía total atribuida a cada recurso

Los valores numéricos de la Tabla 23.2 fueron calculados de la misma forma que aquellos en la Tabla 23.1.

23.5 Bases ambientales para la economía de los Estados Unidos.

Como muestra la Figura 23.2 y la Tabla 23.1, los mas importantes flujos de eMergia son las lluvias, combustibles líquidos y gases, y bienes y servicios. La mayor contribución de una reserva interna son los vastos depósitos de carbón y el segundo viene de los suelos. El uso mas frecuente de las reservas internas es el uso del gas natural.

Algunas perspectivas de la relativa contribución de cada fuente de eMergia son posibles una vez que se realice un análisis de eMergia para la nación. Por ejemplo, observe la contribución relativamente pequeña que hacen la luz solar directa y vientos en el presupuesto eMergético total cuando se compara con el uso de combustibles. Es difícil imaginar que podríamos, algún día, substituir los combustibles que en gran parte mueven la economía norteamericana. Y como veremos en el Capitulo 27, muchas fuentes como estas, y otras, podrían no ser suficientemente grandes para mantener los niveles actuales de consumo de nuestra sociedad.

El alto valor de los depósitos de la superficie terrestre, justifica la creciente atención que se ha dado a las pérdidas de calidad del suelo causadas por una mala práctica de agricultura. Hay mas eMergia depositada en la superficie del suelo que en otras reservas combinadas, excepto el carbón.

Preguntas y actividades para el Capítulo 23.

1. Defina los siguientes términos.
 - a. Sistema micro-económico

- b. Sistema macro-económico
 - c. Valor de mercado
 - d. Análisis de eMergia
 - e. Valor macro-económico
 - f. Valor adquirido
2. Usando el diagrama de la Figura 23.1, muestre que tipos de reservas se usan para el desarrollo de los siguientes productos finales (e liste cada etapa del procesamiento).
 - a. libro de registro
 - b. Caja de cereal
 - c. revista

- Escoja uno de los productos de la pregunta 2 y describa cuanto valor se atribuye a cada etapa del procesamiento para elaborarlo.
- Explique en cuatro pasos como calcular el valor macro-económico de una reserva de carbón, y el carbón usado anualmente en los Estados Unidos. Ahora haga los cálculos actuales (usando las Tablas 23.1 y 23.2).
- Haga los cálculos preliminares del flujo de eMergia solar en la población de la Figura 23.2. La inmigración legal en 1980 fue de 531 000 personas. Si cada una de estas personas llevaba un promedio de eMergia/persona de 0.4 E16 joules de energía (Tabla 29.1), Cual es el flujo de eMergia en la inmigración? Qué relación es esta, del total de eMergia usada en los E.U.A. en 1980?. (Para el total sume los flujos externos e internos)



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiete](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Ultima revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 24.

**SISTEMA ECONÓMICO DE UN ESTADO O PROVINCIA DENTRO DE UN PAÍS
(Ejemplo: Estado de Florida en Estados Unidos)**

OBJETIVOS:

1. Listar los componentes envueltos en un diagrama energético (simple) de un Estado dentro de un país.
2. Describir las interrelaciones entre la imagen de un Estado, su medio ambiente y su habilidad para atraer personas e inversiones.
3. Describir los varios sectores de la economía de un país.
4. Describir las relaciones entre la economía de un país y el uso de energía

En los Capítulos anteriores se analizó la base ambiental para la economía de los Estados Unidos. Las economías locales mas pequeñas (Estados o regiones menores aún como los Condados) también son dirigidas en parte por los recursos del medio ambiente. En algunos casos, son energías almacenadas en forma de agua del subsuelo o bosques, en otros casos son flujos de energía como ríos, mareas y olas. En este Capítulo se examina la economía de un Estado, incluyendo el papel de los recursos naturales en atraer inversiones externas.

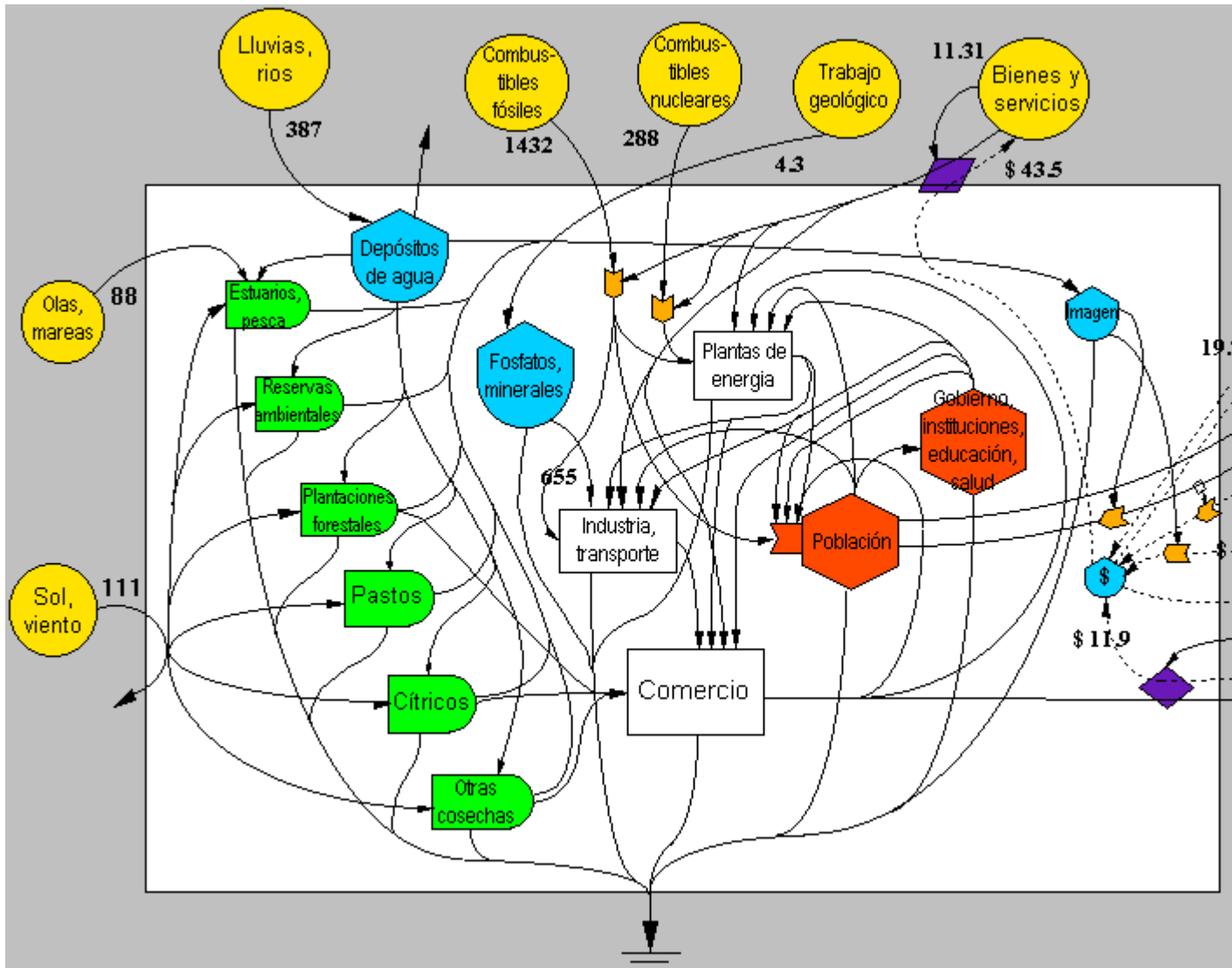
Muchos Estados dependen mucho de energía y bienes importados porque no pueden obtenerlos por si mismos. Otros Estados tienen algunos bienes o recursos en exceso, y los exportan a Estados donde esos recursos existen en poca cantidad. De esta manera, las economías de los Estados están conectadas unas con otras, y constituyen la economía de los Estados Unidos.

24.1 Diagrama de un Estado.

Diagramar la energía de un Estado ayuda a combinar la información en componentes, procesos, causas y efectos. Incluyendo en diagrama todos los trazos que se conocen acerca del sistema, y mostrando los caminos de interacción entre trazos, es posible obtener una mejor comprensión de sistemas complejos como la de los Estados. Observar el sistema de una sola vez, con todos sus

componentes y procesos, es útil para entender el sistema global y como cada componente encaja formando el todo.

Un diagrama panorámico de un Estado Norteamericano típico (Florida) puede verse en la Figura 24.1. Para diseñar el diagrama, primero se determina y diseña la fuente principal de energía externa y los recursos almacenados. A continuación se adicionan los componentes principales, procesos, y sub-sistemas. Las fuentes de energía y los componentes internos se ordenan por mayor calidad de energía, de izquierda a derecha. Luego de diseñar los componentes se trazan los caminos del flujo de energía conectando los componentes y mostrando las interacciones. El diagrama panorámico contiene, de izquierda a derecha, áreas verdes y granjas rurales, sectores industriales y de comercio, residencias de los consumidores, gobierno y centros de información. Las áreas verdes y las granjas rurales reciben los flujos de energía del sol, viento, lluvia y procesos geológicos. Estos sistemas son las áreas de fotosíntesis de las plantas, donde el crecimiento de la vegetación se suma al almacenamiento en florestas y medios salvajes o se cosecha y se consume. Las áreas costeras reciben las olas y mareas como generadoras de servicios valiosos para el medio ambiente y para el sistema económico.



<>

Figura 24.1 Diagrama general de un Estado.

Los componentes del sistema a la derecha son los sectores consumidores, localizados principalmente en las ciudades. Estos sectores se ven afectados por la migración de personas, influencias gubernamentales y la disponibilidad de combustibles fósiles. En áreas donde existe una inmigración progresiva, la creciente población genera nuevos centros urbanos de comercio e industria. La energía y recursos que se exportan se intercambian con dinero, que fluye dentro del "depósito de dinero" en la economía local. Este dinero, se utiliza para adquirir bienes, servicios y combustibles de fuentes externas. Se pagan impuestos federales y se reciben transferencias de pagos federales.

24.2 Atracción e imagen.

Las mayoría de las personas tienen en mente un cuadro de como es un Estado. Este cuadro mental constituye la **imagen** del Estado, con el cual las personas se ven atraídas para visitarlo o inmigrar. La Figura 24.1 muestra un "depósito" de imagen que está conformado por todos los componentes independientes del sistema Estado. Los sistemas rural y de medio ambiente, como bosques, costas, montañas y granjas, así como los sistemas urbano y gubernamental completan la *imagen*.

En la Figura 24.1, el depósito de imagen actúa para incrementar el flujo de turistas e inmigrantes. Cuanto mejor imagen tiene una región o Estado, mas atraídas se sienten las personas. Gran parte de la zona meridional de los Estados Unidos, algunas veces llamada "cinturón del sol", tiene una buena imagen, y atrae mas y mas personas. Los Estados costeros no solamente tienen florestas y áreas rurales, también tienen recursos naturales como estuarios y playas que le proporcionan una mejor imagen, comparado con Estados del interior. Otros Estados que tienen climas cálidos, sin polen ni humedad, atraen por esos motivos a personas que sufren asma o tienen problemas de salud.

En resumen, la imagen ayuda a atraer inversiones en dinero de fuentes externas. Los Estados con buena imagen atraen industrias que quieren expandirse o situarse en Estados con mejor imagen. Los inversionistas individuales están siempre buscando buenas inversiones, y Estados con buenas imágenes usualmente son buenas inversiones, siempre y cuando estén en proceso de crecimiento.

A medida que se atrae personas, la industria y el comercio se suman a la economía local, en muchos casos la imagen comienza a decaer. La aglomeración de personas, el crecimiento de espacios abiertos y la pérdida de valores ambientales, como agua limpia y aire puro, causan el deterioro de la imagen. Otras áreas con mejores imágenes alejarán las inversiones de aquellas cuya imagen esté en deterioro.

24.3 El patrón básico de un Estado.

Cuando se estudia la complejidad de todo el diagrama de la Figura 24.1, es fácil confundirse sobre lo que es realmente importante. Una forma de ver el sistema de un Estado se muestra en el diagrama agregado de la Figura 24.2. Aquí, los artículos producidos en el Estado se exportan a cambio de dinero, este es utilizado para adquirir combustibles, bienes, y servicios del exterior.

El papel que los recursos naturales juegan en la economía de un Estado, se muestra en la Figura 24.2 La forma en que la imagen y las exportaciones se generan primero de las fuentes del medio ambiente fue significativa. El dinero de la venta de las exportaciones y las inversiones monetarias, atraídas por su buena imagen, fueron usadas para adquirir importaciones de combustible, bienes y servicios necesarios. Los impuestos y la transferencia de pagos fluyen *de y desde* el gobierno. La **transferencia de pagos** es dinero que proviene del gobierno federal para gastos militares, cheques de seguridad social, productos educativos, etc. Observando el diagrama, es evidente que el cuidado con el uso del medio ambiente es importante para asegurar que la economía permanezca fuerte y competitiva.

Una economía fuerte se hace posible a través de una buena imagen que atraiga inversiones externas, y la exportación de bienes y servicios basados en los recursos del medio ambiente del Estado.

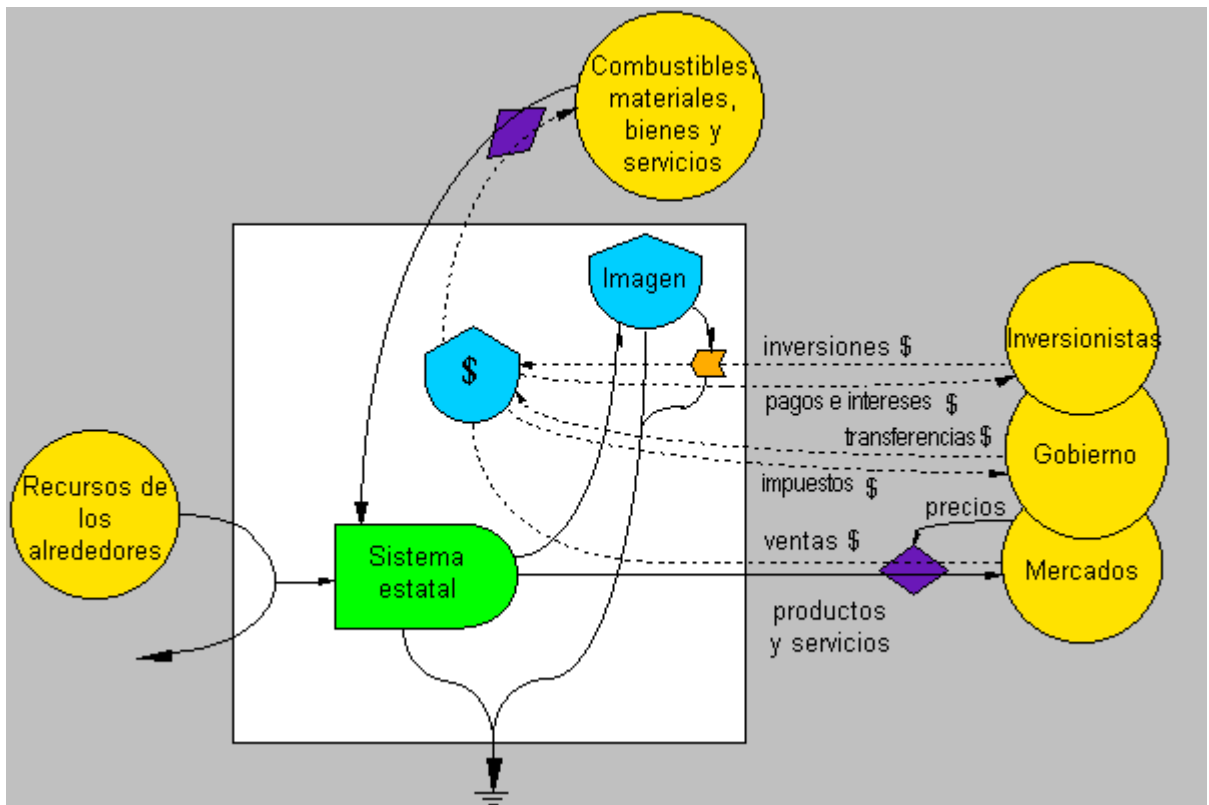


Figura 24.2 El patrón básico de la economía de un Estado.

24.4 Uso de combustibles y la economía de un Estado.

Ya que mucha de la eMergía de los Estados modernos proviene de los combustibles, la vitalidad de la economía, que es la habilidad de resistir y permanecer competitiva, depende de la energía consumida para fines útiles. Esto se demuestra en el gráfico de la Figura 24.3, donde fue graficado el **Producto Bruto de un Estado (PBE)**, en este caso Florida, versus el consumo de combustibles. Comenzando con el año 1960, cada punto del gráfico representa un año diferente.

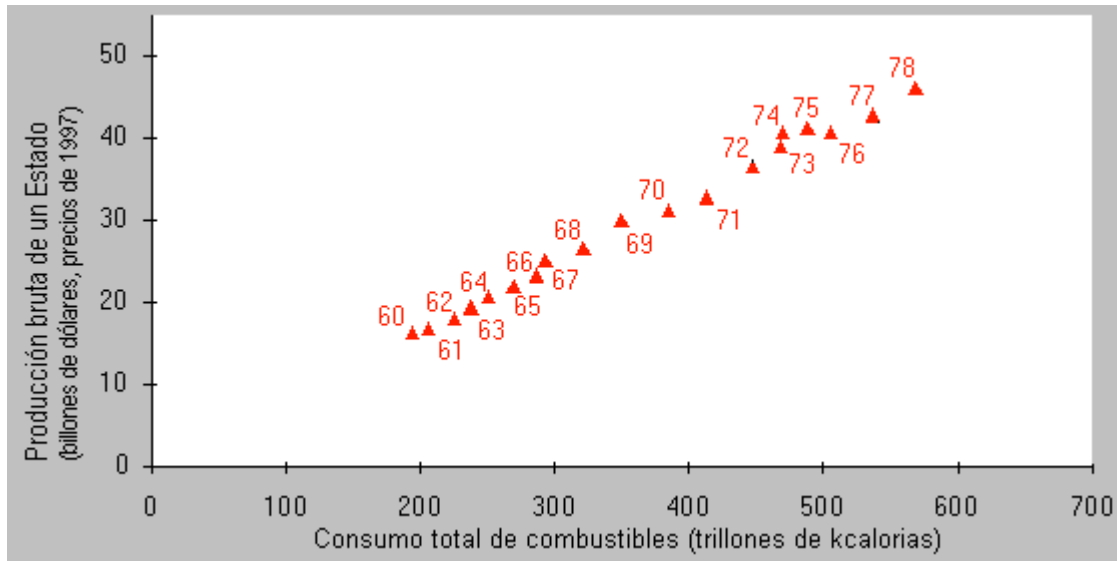


Figura 24.3 Correlación entre la economía y el consumo de combustibles, Estado de Florida (Zucchetto, 1984).

El gráfico muestra claramente que entre los años 1960 y 1978, hubo una relación directa entre el PBE y el consumo de energía. Cada año se perfeccionó la economía del Estado, produciendo más que el año precedente. Cada año de incremento de producción requirió un aumento similar en el consumo de energía.

24.5 Comercio exterior.

Como la mayoría de los Estados no producen todo lo necesario para sus procesos productivos y de consumo, deben importar combustibles, bienes y servicios de otros Estados. Los Estados productores de gas y petróleo, como Texas, Louisiana y Alaska, exportaron durante años petróleo que tenían en gran cantidad para abastecer las necesidades de otros Estados. Los Estados que tienen buenos suelos y clima, exportaron productos agrícolas a aquellos que no eran tan afortunados. La madera de los bosques del sur y noroeste era importada por otros Estados para fabricar papel y la construcción de casas y otras edificaciones.

Como se vio en la Figura 24.2, en orden de compra de productos importados, un Estado tiene que vender exportaciones, o de alguna manera atraer inversiones en dólares. Comúnmente se dice que la **balanza de pagos** se mantuvo constante.

Esto es, que el flujo de dólares que sale a pagar las importaciones está balanceada por el flujo de dólares provenientes de la venta de exportaciones, inversiones u otras fuentes.

Algunos Estados, especialmente los costeros, realizan comercio extensivo con otros países. Los Estados costeros meridionales importan mucho petróleo y otras materias primas de Centro y Sud América, y a cambio venden productos terminados, como maquinarias y equipos electrónicos.

24.6 Minería y extracción mineral.

A través de millones de años, los procesos geológicos acumularon algunos metales y otros materiales como carbón, petróleo y gas natural. Cuando existen concentraciones suficientemente altas, se procede a su extracción.

Donde estos depósitos están cerca de la superficie se realiza una **excavación a cielo abierto**, removiendo la capa superior del suelo y excavando para extraer los depósitos. El medio ambiente es desestructurado por el proceso de minería, generalmente se crea una polémica con posiciones conflictivas sobre cuanta extracción minera debe realizarse y como reorganizar el nuevo medio ambiente luego de este proceso. Algunos materiales que son extraídos mediante minería de veta superficial son: hierro, cobre, rocas de fosfato, bauxita y muchos metales menos comunes.

En Estados donde los recursos minerales están concentrados, se extrae mucho mas de lo que puede ser usado por el Estado y la mayor parte se exporta a otras regiones. Algunos Estados están cuestionando la degradación ambiental que se sufre localmente a raíz de la minería, cuando los recursos se embarcan a otros lugares, beneficiando otras economías. Se propusieron impuestos adicionales y se colocaron en los recursos exportados para ayudar a pagar por las pérdidas ambientales y la restauración del medio.

24.7 Agricultura y silvicultura.

En los Estados meridionales y del noroeste de Estado Unidos la silvicultura es el sector principal de la economía. Muchos campos vírgenes de bosques fueron cortados desde hace un siglo, y actualmente un segundo crecimiento, y administración, de bosques de pinos de rápido crecimiento son la principal fuente de madera. Los grandes bosques del este de los Estados Unidos, fueron cortados en los primeros días del nacimiento de esta nación, algunos nunca fueron reforestados y se convirtieron en tierras para agricultura.

Cuando se corta y no se replanta, un valioso recurso se agota. En algunos casos, bosques de madera de ley de alta calidad fueron cortados y reemplazados por pinos de rápido crecimiento de madera mas débil. Toma mucho tiempo el crecimiento de árboles de madera de ley como la encina, el roble y el nogal, de este modo en los bosques administrados en su lugar se planta pinos, que incrementa el rendimiento por acre.

La producción agrícola varía de un Estado a otro. Cada región del país, debido a su combinación particular de clima, **topografía** (perfil geográfico: montañas y valles) y suelos, es apropiado para diferentes cosechas. Los Estados de las Grandes Planicies norteamericanas son la "canasta del pan" porque en ellos la producción de granos es extensiva. Al sur de los Estados Unidos las principales agro-indústrias son de algodón, arroz, soja, cítricos y ganado. En Florida y la zona meridional de California crecen frutas y hortalizas, que en el invierno pueden alcanzar precios bastante altos.

24.8 Industrias.

Hasta hace poco tiempo, la mayor parte de las **industrias** en los Estados Unidos se concentraban en el noroeste. La industria automotriz estaba concentrada al rededor de Los Grandes Lagos en Michigan, cerca de los abastecimientos de acero y con acceso a vías de transporte. A medida que el área comenzó a sobrepoblarse, la contribución del medio ambiente disminuyó y se requirieron mas servicios humanos para obtener comida, agua y recreación. El manejo de desperdicios se hizo cada vez mas caro. Los impuestos aumentaron. El crecimiento económico de esa región comenzó a declinar a medida que sus atractivos para la industria disminuyeron. Es posible que eso haya sucedido a causa de la creciente densidad de la población y la sobre-explotación de los recursos naturales.

Recientemente, a medida que se iniciaron nuevas industrias, se buscaron otras localizaciones. Muchas de estas nuevas industrias, como la industria de computadoras, se localizaron en áreas con climas amenos y con otras ventajas naturales para sus trabajadores.

24.9 Crecimiento económico.

La economía de los Estados Unidos ha crecido lentamente en los últimos años (algunos años crece, otros años no crece en lo absoluto, e incluso algunos años decrece); existen Estados que tienen índices de crecimiento altos a expensas de otros Estados. Algunas zonas del "cinturón del sol" han crecido con índices superiores a 10%, en cuanto otras áreas han disminuido su actividad económica. Como se mostró en la Figura 24.3, el crecimiento de la economía está directamente relacionada al crecimiento de las fuentes de energía. Si hay un incremento en la disponibilidad de energía en el futuro, podrá existir un potencial para crecer más; pero probablemente, a medida que los recursos disminuyan, el crecimiento global se nivelará y el desarrollo de regiones será balanceada por regiones que tienen actividades económicas en decadencia. Aquellas regiones y Estados que tienen una buena base ambiental pueden mantenerse atractivos durante bastante tiempo y pueden crecer más luego que el crecimiento de otros se haya detenido.

Muchas personas sostienen la visión utópica ("sociedad de la información") de que la economía puede operar con continuo crecimiento, sustituyendo los recursos a medida que son usados por la información y los servicios humanos. El factor restrictivo es que se requieren muchos recursos para mantener los sistemas de información y educación (y estos no sustituyen las materias primas).

Otras personas creen que nuevos tipos de recursos (energía y materiales) serán descubiertos para substituir aquellos ya consumidos. Hasta la fecha, no existen en vista nuevos tipos de recursos que se hayan comprobado sean tan ricos cuanto los combustibles consumidos actualmente. Vea los Capítulos 26 y 27.

Preguntas y actividades del Capítulo 24.

1. Defina los siguiente términos:

- a. Producto Bruto de un Estado
- b. imagen
- c. minería de veta superficial
- d. topografía

2. Liste diez fuentes externas -en orden decreciente de calidad de energía- que se manejen en su región.

3. Qué efectos puede tener una buena imagen, en el número de inversionistas interesados en un Estado?
4. Cual es la fuente de producción, ventas servicios e imagen en su región?
5. Cual es la relación entre la economía de un Estado y su consumo de energía?



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiente](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 25.

IMPACTO DE LA ECONOMÍA EN EL MEDIO AMBIENTE

OBJETIVOS:

1. Explicar y diagramar como la economía se integra al medio ambiente;
2. Distinguir entre el uso de subproductos y residuos;
3. Construir un diagrama del ciclo del azufre y los efectos de la combustión;
4. Explicar problemas con dióxido de carbono, ozono, lluvia ácida y basura química tóxica;
5. Sugerir caminos para mejorar el tratamiento actual de las basuras sólidas.

Como se demuestra en la Figura 25.1, la economía no solamente recibe energía y materias primas del medio ambiente, como fue dicho en el Capítulo 23, también influencia en el medio ambiente generando residuos y cambiando de comportamiento. Por ejemplo, los seres humanos amplían las fronteras, usan química en la agricultura y cambian el medio con carreteras, vías de tren, líneas de electricidad y redes de comunicación. En otras palabras, la economía y medio ambiente están relacionadas íntimamente. Muchos problemas con el impacto ambiental pueden ser resueltos reconociendo los ciclos geológico-ambientales naturales, el medio de obtener provechosamente materiales y devolver materiales a ellos sin acumular desperdicios.

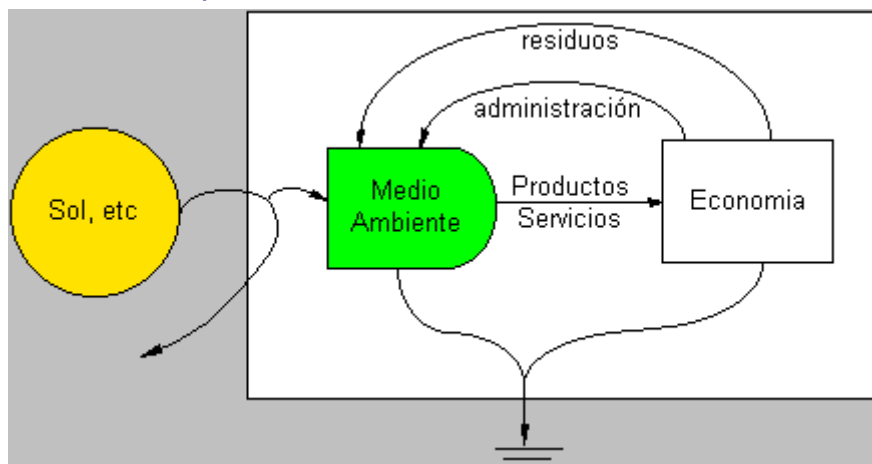


Figura 25.1 Diagrama del medio ambiente y economía.

25.1 Subproductos o residuos?

Un buen sistema, sea un ecosistema o la economía, usa todos sus **subproductos** para mejorar su eficiencia. Siempre que existe un *subproducto* en un ecosistema, algún organismo puede utilizarlo. Entre la gran diversidad de organismos que son parte de las especies de la Tierra, existen algunos que pueden usar y beneficiarse de prácticamente cualquier producto. Por ejemplo, existe una gran cantidad de ecosistemas especiales, formados en fuentes termales y drenajes de agua caliente de usinas nucleares.

De forma similar, una economía que no usa los subproductos para propósito útiles, es menos eficiente pues deja de aprovechar los beneficios económicos que podrían derivarse de la venta de los subproductos beneficiados. Por ejemplo, el poner la basura en depósitos y aterros sanitarios, es una práctica pobre.

Reciclado vidrio, plástico, madera, metales, etc. dentro de la economía, se puede disminuir costos de reposición de estos artículos y los costos de procesamiento y almacenamiento.

Los *subproductos* que no son fácilmente reutilizables, deben devolverse al ciclo ambiental de forma que se beneficie a la biosfera. Un ejemplo de eso es el tratamiento y reciclaje de aguas servidas; el agua se conserva, se estimula el crecimiento de árboles y vida salvaje, y se reduce el costo de tratamiento.

Los residuos no utilizados son **contaminación**, mientras que los *subproductos* que son reutilizados o reciclados son beneficios.

25.2 Ciclo del azufre.

El azufre es un elemento necesario para la vida en pequeñas cantidades. Como sulfato, es una de las sales más abundantes del mar. El azufre raramente es un factor limitante para las plantas, excepto en suelos muy pobres o en pantanos distantes del océano. Las plantas usan azufre para hacer sustancia orgánica que pasa a la cadena alimenticia, es liberado como desechos y, luego de descompuesto, retorna al agua como sulfato. Esta parte del ciclo, en la Figura 25.2, es similar al ciclo del fósforo en la Figura 2.3 y al ciclo del nitrógeno en la Figura 2.4.

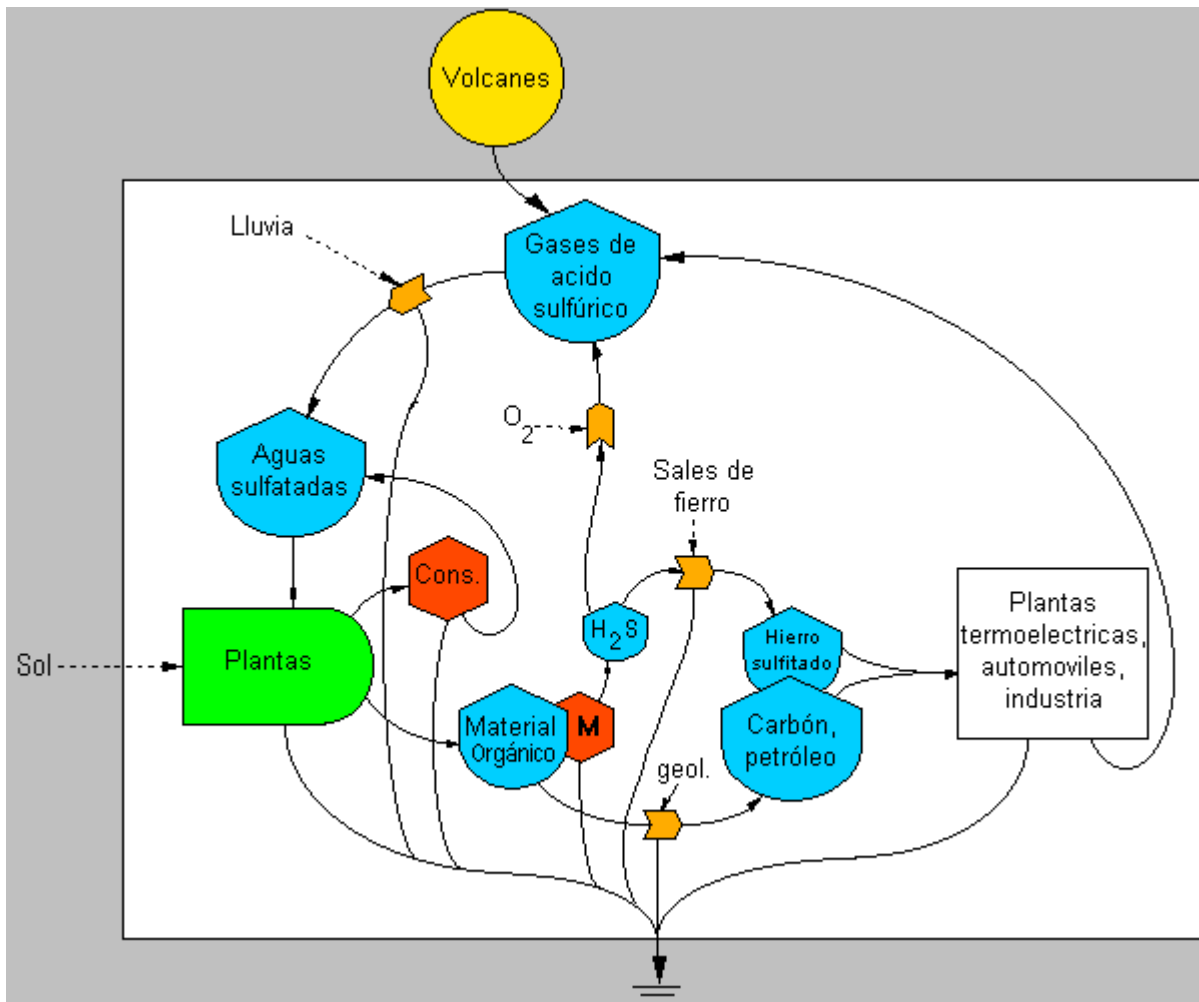


Figura 25.2 Ciclo mundial del azufre. Los caminos del azufre son las líneas gruesas.

Las líneas finas representan la energía disipada en las fuentes de calor.

H_2S , sulfato de hidrógeno. M, microorganismos.

Algo de la materia orgánica de la producción vegetal, con el azufre, entra en la turba y en sedimentos acuáticos, y eventualmente se convierte en carbón y petróleo. Cuando el agua se filtra en depósitos orgánicos, el sulfato contenido en el agua es transformado en ácido sulfhídrico por microorganismos que usan el oxígeno del sulfato. Algunas reacciones con sales de hierro forman partículas de sulfatos de hierro (mineral amarillo llamado de "el oro de los tontos"), es así como el carbón y petróleo son enriquecidos con azufre.

25.3 Lluvia ácida.

Cuando se quema carbón y petróleo, los sulfatos minerales se combinan con oxígeno para formar gases de azufre (SO_2 y SO_3). Cuando estos gases se mezclan con lluvia, forman ácidos de azufre; en otras palabras, la lluvia se vuelve ácida. Algunos ácidos de nitrógeno contribuyen mediante un proceso similar. Cuando lluvias ácidas caen en lagos montañosos, el ácido disuelve el aluminio, que después obstruye las branquias de los peces. La *lluvia ácida* también retira nutrientes del suelo. Muchos árboles mueren por la lluvia ácida. Los países por donde pasan vientos de áreas industriales del mundo, están siendo perjudicados por la lluvia ácida.

Si la lluvia ácida cae sobre piedras calcáreas (carbonato de calcio) o suelos con partículas de sales calcáreas, el ácido se neutraliza. Estas áreas son menos afectadas que aquellas que no tienen piedras calcáreas.

25.4 Smog.

La combinación de humo y neblina se denomina **smog**. Este es un problema serio especialmente en áreas que tienen **inversión** atmosférica (una capa de aire caliente sobre una capa de aire frío sobre la superficie), causando que el humo de áreas industriales se localice sobre la ciudad. La *inversión* evita que el aire de la superficie ascienda y se mezcle con el aire caliente. El smog causa problemas respiratorios y perjudica el crecimiento de plantas y árboles. Londres, Madrid, Los Ángeles y México son ejemplos de ciudades altamente contaminadas, donde ya se han presentado graves problemas causados por los altos niveles de smog.

25.5 Acumulación de dióxido de carbono y el efecto invernadero.

Las industrias modernas, lanzan dióxido de carbono (CO_2) tan rápidamente que los árboles del mundo, y otras plantas, no consiguen fotosintetizarlo. Además, las áreas verdes se hacen cada vez menores, los seres humanos están usando estas extensiones como tierras para agricultura y para la instalación de industrias y residencias.

El porcentaje de CO_2 en el aire creció más de 20% en el último siglo; esta capa extra de CO_2 en la atmósfera, actúa como el vidrio en un invernadero. El efecto que este aumento de temperatura tiene sobre la atmósfera terrestre y el clima, es

sujeto de muchos estudios científicos y es motivo de controversias. No está claro aún si el nivel del mar está cayendo o subiendo.

Una teoría dice que el aumento de la temperatura, causada por el incremento en la atmósfera, va a aumentar la temperatura al rededor de la Tierra, derritiendo los polos y causando el aumento del nivel del mar.

Otra teoría dice que este calor extra eleva la temperatura de los mares tropicales, causando mayor evaporación del agua, mas nubes, lluvia y nieve lejos de los trópicos. En los polos, precipita en forma de nieve. La nieve extra y el hielo reflejan mayor cantidad de luz, haciendo que estas áreas se hagan mas frías, formando mas nieve y hielo. Cuando hay mas nieve y hielo durante el invierno de lo que puede derretirse durante el verano, aumentan los campos de nieve permanente y los glaciares, como en Groenlandia y en la Antártida. Reteniendo el agua, en forma de hielo, a la placa continental, desciende el nivel del mar al rededor del mundo. Con los polos mas fríos y los mares del trópico mas calientes, el contraste de temperatura es grande. Aún cuando el sistema climático es una máquina de calor que funciona con el contraste de temperatura entre los polos y los trópicos, la gran diferencia de temperaturas ocasiona vientos y tempestades fuertes.

El uso anual de combustible en el mundo hoy está creciendo ligeramente. En breve, debido a una escasez de combustibles, el consumo en el mundo comenzará a decrecer. Con menos combustibles disponibles, se cree que mas áreas en la Tierra vuelvan a ser verdes y el dióxido de carbono contenido en la atmósfera empiece a disminuir.

25.6 Ozono.

La capa de ozono (O₃) en la parte superior de la atmósfera absorbe la mayor parte de la **luz ultravioleta** (UV) que proviene del sol. Exceso de luz ultravioleta puede causar daños, como quemaduras y cáncer de piel en los seres humanos. Una polémica se levanta sobre cuanta destrucción están causando algunos elementos químicos, como clorofluorocarbono y freón, a la capa de ozono.

El ozono también se forma en el smog, cuando el sol actúa sobre los productos químicos industriales colocados en la atmósfera. Altas concentraciones de ozono en la superficie terrestre causan lesiones en los árboles y problemas respiratorios

en los seres humanos. La concentración excesiva de industrias, en áreas donde los vientos son suaves y sucede inversión térmica, detiene el proceso normal de purificación del aire en la biosfera.

25.7 Eutroficación del agua por exceso de nutrientes.

El enriquecimiento excesivo del agua es causado por drenaje de fertilizantes agrícolas, aguas pluviales de ciudades, detergentes, desechos de minas y drenaje de desechos humanos. Cuando estos residuos aumentan la concentración de nutrientes (fosfatos, nitratos, y potasas principalmente) de ríos y lagos, pueden causar eutroficación excesiva. Los nutrientes estimulan el crecimiento de algas y plantas, que interfieren con la utilización del agua para beber o recreación; estas entradas, generalmente irregulares, causan ondas de crecimiento, seguidas por periodos de consumo excesivo que pueden utilizar todo el oxígeno y exterminar a los peces.

25.8 Residuos químicos tóxicos.

El principal problema en la actualidad, donde quiera que haya industrias, es el **residuo químico tóxico**. El almacenamiento en depósitos es apenas temporario, y la infiltración comienza a envenenar abastecimientos de agua. Algunos componentes que la naturaleza no puede **destoxificar** jamás podrán ser utilizados. Otros que la naturaleza puede manejar, deben ser devueltos a los ecosistemas que sean capaces de destoxificarlos, en pequeñas concentraciones y en situaciones especiales, alejados de las personas.

Reciclar es la solución para la mayor parte de los contaminantes. El agua servida debería ser vertida en tierras húmedas, pero en volúmenes que estén dentro de las posibilidades de la naturaleza. Los árboles y gramíneas de tierras húmedas, pueden usar los nutrientes para aumentar su crecimiento y pueden absorber metales pesados en su biomasa. El exceso de agua, luego de ser purificado por las plantas, puede filtrarse a través del suelo a corrientes de agua subterráneas. Hasta los ácidos, en las aguas residuales de minería, pueden ser reutilizados por tierras pantanosas, que son naturalmente ácidas.

25.9 Residuos sólidos.

Los **residuos sólidos** incluyen basura doméstica, chatarra de automóviles y maquinaria. El tratamiento de la basura de las ciudades es muy cara. El método usual de aterro sanitario tiene dos serios inconvenientes: ocupa espacio valioso, y los residuos tóxicos normalmente se infiltran, envenenando las aguas subterráneas. Estudios recientes sugieren que reciclar no es únicamente mas barato, también puede ser una contribución positiva a la economía. El proceso consiste primero en separar vidrio y metales reutilizables, luego fragmentar el papel y el plástico para que sean usados como "paja" para proteger las raíces y plantas pequeñas al reforestar.

25.10 Canalización y dragaje.

Los canales de **dragaje** para navegación y control del nivel de las aguas, ha redireccionado y perturbado muchos ríos y estuarios. Mientras que un valor económico aumenta por el desenvolvimiento del transporte de agua, la mayor parte del dragaje causa, sin necesidad, la perdida de otros valores importantes para la economía. Por ejemplo: drenar y construir diques en tierras húmedas elimina los muchos servicios que estas nos prestan, tales como purificar el agua, recibir sedimentos que enriquecen el suelo y sus ricas florestas.

En muchas áreas, como en Holanda y tierras próximas al Nilo y al Mississipi, la construcción constante de diques es necesaria para lidiar con la energía de la naturaleza. A medida que los combustibles fósiles se hagan más difíciles de obtener, y mas caros, parte de ese trabajo va a detenerse, y las tierras y aguas volverán a su estado natural. Planear instalaciones humanas, tanto como estar en armonía con la naturaleza y su uso, es mejor que gastar recursos escasos para luchar contra una fuente potencial de beneficios.

25.11 Tierras forestales se convirtieron en pastizales y ciudades.

Las personas, a medida que avanzó la civilización, fueron derribando florestas, haciéndolas primero haciendas ó granjas y en seguidas ciudades. A pesar de que se está reforestando en alguna medida, deliberadamente y por procesos naturales, la mayor parte del mundo está aún perdiendo sus florestas. En Europa, el corte y la reforestación están casi empatados; en pocas áreas, como el este de

los Estados Unidos y el oeste de la Unión Soviética, existe un crecimiento neto de florestas.

25.12 Rotación del suelo.

El impacto de la agricultura moderna sobre los suelos ha sido agotarlos, acabar con sus nutrientes y su estructura. La rotación de cultivos puede ayudar; por ejemplo, cuando plantaciones de maíz, que consumen los nitratos del suelo, se alternan con plantaciones de soja, que devuelven los nitratos al suelo. Después de muchos años de uso, el suelo necesita 'descansar' para reconstruir su estructura y contenido, permitiendo que la vegetación de la área crezca nuevamente. El suelo se regenera más rápidamente con crecimiento de sus árboles y plantas nativas. Algunas veces, cuando las semillas de plantas nativas no pueden crecer por medios naturales, pueden ser introducidas o substituirse por plantas exóticas.

25.13 Menos impacto en el futuro.

Como la búsqueda por combustibles y minerales tiende a desarrollarse lejos de la costa y a gran profundidad en el suelo, mucho capital es utilizado para la obtención y procesamiento. Cuando la extracción y beneficiamiento sean tan caros que los combustibles y minerales no tengan una energía líquida positiva (Capítulo 27), no compensará extraerlos, a no ser para propósitos muy especiales. Esta llegando el tiempo en que los combustibles fósiles no estarán disponibles para producir fertilizantes, pesticidas, metales pesados y maquinaria de base. A medida que esto se aproxima, la economía tendrá menos impacto sobre el medio ambiente, y este comenzará a volver a su estado de baja energía.

Preguntas y actividades para el Capítulo 25.

1. Definir los siguientes términos:

- a. subproducto
- b. destoxificar
- c. lluvia ácida
- d. smog
- e. efecto invernadero
- f. inversión
- g. ozono
- h. luz ultravioleta
- i. residuos sólidos

j. dragaje

2. Discutir la sugerencia de que residuos tóxicos podrían ser colocados en volcanes activos. Considerar el principio de que reciclar es también un balance de costos.
3. De qué manera la rotación de cultivos puede ser la solución para el problema del drenaje de fertilizantes y pesticidas?
4. Que tipo de reciclaje hace usted en su vida diaria? Liste otros tipos de reciclaje que podría realizar. Inténtelos.
5. Ayude a desarrollar un proyecto de reciclaje en su establecimiento. Probablemente el mejor medio es persuadir un club de servicios a realizarlos como actividad.
6. Compare los efectos de las dos teorías de efecto invernadero. Cómo la subida y descenso de los niveles del mar afectan su área?



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiete](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Ultima revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 26.

COMBUSTIBLES Y ELECTRICIDAD

OBJETIVOS:

1. Hacer un esbozo de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles;
2. Dar un ejemplo para mostrar que, a medida que la energía se cambia de un tipo a otro, algo de la energía se degrada y pierde su habilidad para realizar trabajo;
3. Explicar eMergía neta y relación de eMergía neta para fuentes de carbón y petróleo;
4. Describir el efecto del costo de transporte en la eMergía neta de fuentes.

Las fuentes de energía que soportan la economía de los Estados Unidos fueron presentadas en la Figura 22.2. Se discutió cuantas fuentes de energía se manejan en la economía y se mostró que los recursos naturales gratuitos contribuyen con aproximadamente 27% de la economía. En este Capítulo, se explica el uso de combustibles convencionales como petróleo, gas natural y carbón, y su conversión en electricidad. Y para responder las muchas preguntas acerca de **cuanto** puede soportar al resto de la economía una fuente de energía en particular, se introduce el concepto de eMergía neta.

26.1 Uso de combustibles y electricidad.

Cuando se piensa en energía, muchas personas piensan en combustibles y electricidad. Estas son formas ricas en energía, que han sido explotadas en este siglo y forman la base de nuestra compleja civilización. Los combustibles convencionales incluyen: petróleo, gas natural, carbón y energía nuclear. Se suma, la energía de ríos que fue aprovechada para generar energía hidroeléctrica. El diagrama de la Figura 26.1 muestra las fuentes de energía y su patrón de uso en los Estados Unidos. El ancho de cada camino es una indicación del tamaño de cada flujo de energía. Así, el flujo de petróleo es el más grueso y el flujo de electricidad importada es el mas delgado.

Una gran cantidad de petróleo y una pequeña cantidad de gas natural fueron consumidas en transporte. El próximo gran uso de combustibles es la generación de electricidad. Una vez que se genera electricidad, se consume con una pequeña cantidad de otros combustibles en los sectores residencial, comercial y de industria. En el presente, cerca de $\frac{1}{3}$ del combustible norteamericano es utilizado para generar energía eléctrica, y los $\frac{2}{3}$ restantes para uso directo.

26.2 Generación de electricidad.

Como la electricidad es fácil de utilizar y transportar, los combustibles se convierten en energía eléctrica. Piense por un momento en la flexibilidad de la energía eléctrica; puede usarse fácilmente para generar luz de muy alta calidad, para hacer funcionar una maquinaria o un computador, y para transferir información.

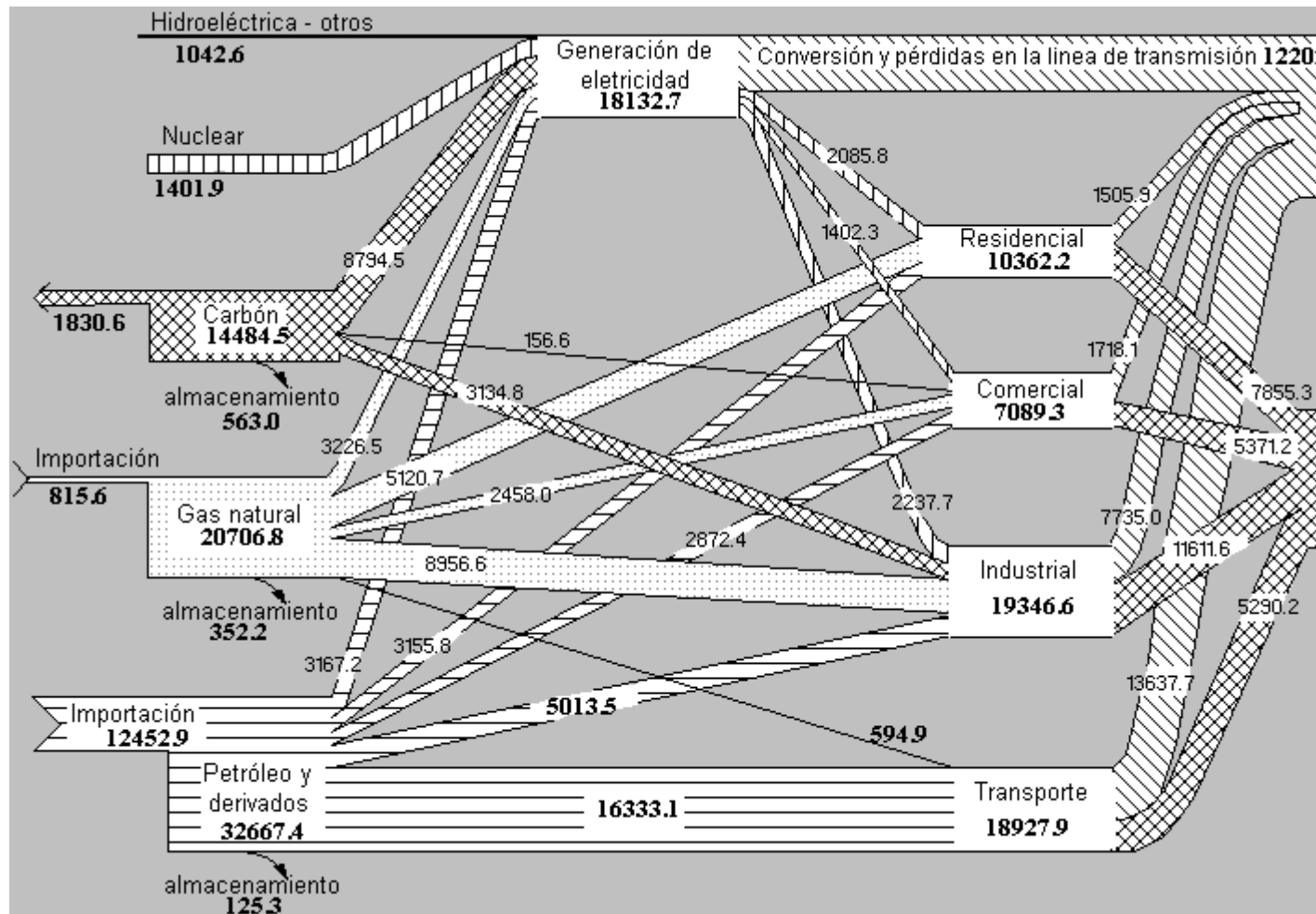


Figura 26.1 Uso de combustibles y electricidad en los Estados Unidos.

Gráfico de flujo modificado por Kidman y Barret (1977).

Los números están en BTU y corresponden al sistema energético de 1975.

El término "energía perdida" se refiere a la energía utilizada para aumentar la calidad de energía; esta no se pierde pero sale como calor necesario para este proceso.

La electricidad se genera en plantas de energía, similares a la diagramada en la Figura 26.2. Cuando los combustibles como carbón o petróleo se convierten en electricidad, cuatro joules de la energía de esos combustibles se usan para formar cada joule de la electricidad que está siendo producida. Tres joules generan calor a alta temperatura y el cuarto es utilizado indirectamente para proveer los bienes, servicios y equipamiento necesario para generar electricidad.

La planta de energía requiere algo de refrigerante ambiental y retroalimentación de bienes, servicios y equipamiento de la economía principal. En el diagrama, 4 eMjoules de carbón (sej) convergen para generar un joule eléctrico. La Transformidad es 4 sej por joule de electricidad (ó 160 000 eMjoules solares (sej) por joule de electricidad).

En la Figura 26.1 la energía calórica se representa como si no fuera usada por ningún sector de la economía, pero fluye fuera del sistema a la derecha. Algunas veces esta energía calórica se describe como energía perdida; esto no es correcto, la energía debe ser usada y dispersada para convertir un tipo de energía en otro. Recuerde la segunda Ley de la Termodinámica analizada en el Capítulo 2.

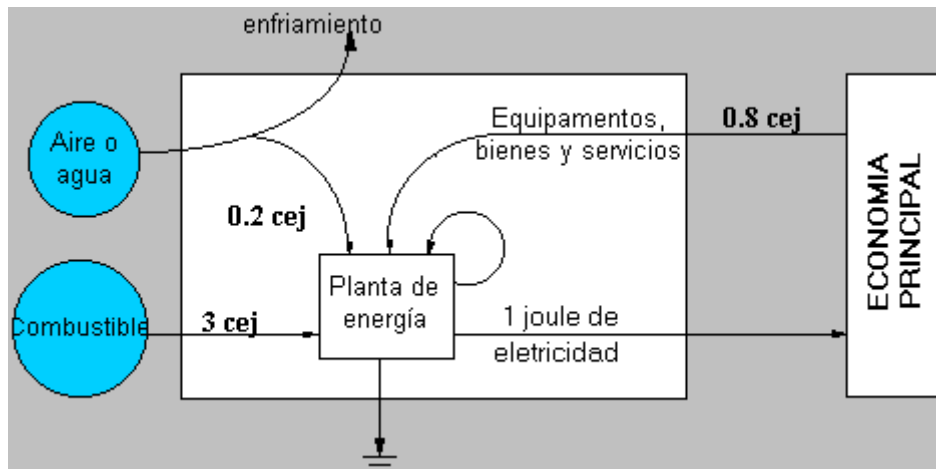


Figura 26.2 Diagrama de energía de los principales aspectos de una planta de energía,

que convierte combustible fósil en electricidad. La planta necesita algo de refrigeración ambiental

y retroalimentación de bienes, servicios y equipamientos de la economía principal.

Como se muestra en los números del diagrama, 4 eMjoules de carbón generan 1 joule eléctrico.

La Transformidad es 4 eMjoules de carbón por joule de electricidad ó 160 000 eMjoules solares por joule (Figura 22.1).

Algunos usos que se le da a la energía eléctrica son de lujo, principalmente para proporcionar comodidad y confort. Usar electricidad donde es posible usar directamente combustibles puede considerarse una pérdida de energía. Por ejemplo, el uso de energía eléctrica para calentamiento de residencias implica una pérdida de 3.4 de la energía consumida para generarla; el uso de leña o biogas puede ser más interesante. De cualquier manera, si se utiliza la energía eléctrica para hacer calentamiento local directo, reduciendo el área, el calentamiento eléctrico puntual puede ser ventajoso. Ejemplos son: cocina y frazadas eléctricas. Cuando los combustibles eran muy baratos, el precio de la energía eléctrica era bajo. Muchas casas fueron construidas como casas "totalmente eléctricas", todo era hecho con electricidad: se mantuvo la comodidad del recinto por medio de acondicionadores de aire y calentadores eléctricos, la comida se cocinaba y el

agua se calentaba usando electricidad. Ahora, a medida que aumenta el precio de los combustibles, mas y mas casas están usando otros combustibles, como gas natural, para calentamiento y en la cocina. A final de cuentas, la demanda de electricidad por el sector residencial puede entrar en declinio a medida que las personas cambien, donde sea posible, a uso directo de combustibles. La energía de alta calidad debe ser usada únicamente para fines importantes.

26.3 eMergía neta.

La **eMergía neta** de cualquier fuente de energía, es la cantidad que resta luego de sustraer la eMergía que fue utilizada para obtención y beneficiamiento. En la Figura 26.3, se expone la *eMergía neta* de pozos de petróleo localizados en el Golfo de México. El producto se muestra fluyendo hacia la derecha, mientras que la eMergía utilizada por la economía principal para obtener y procesar el petróleo se muestra fluyendo hacia la izquierda. Cuando el flujo hacia la derecha es mayor al usado desde la economía principal, se trata de eMergía neta. El flujo que retorna de la economía principal se denomina **retroalimentación**.

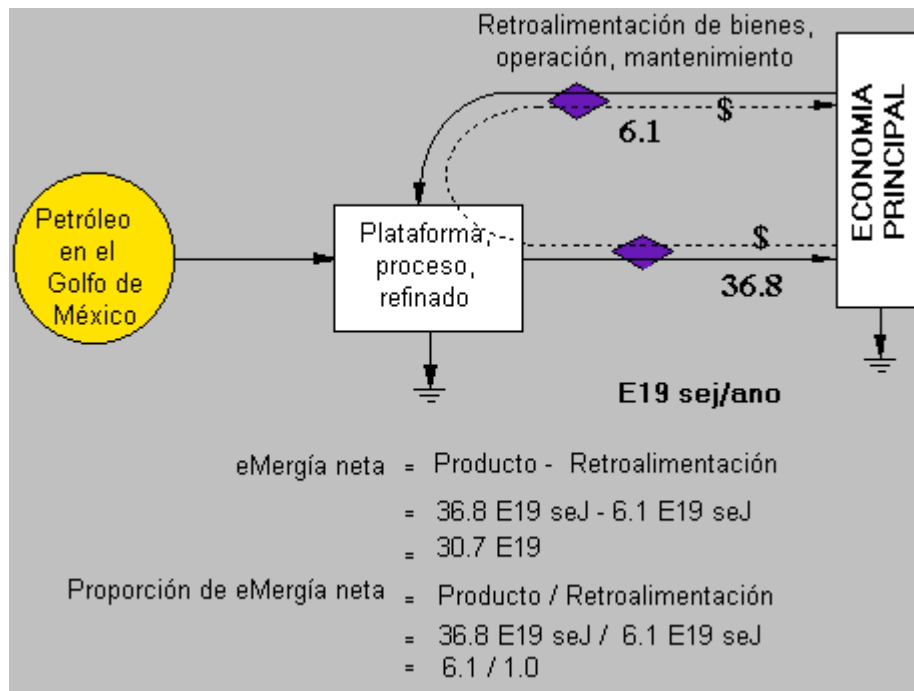


Figura 26.3 Diagrama de eMergía neta de un grupo de pozos en el Golfo de México en 100 pies de agua (Odum et al., 1976).

Al calcular la eMergía neta, el producto y la retroalimentación deben expresarse en términos de eMergía (consultar la sección 4.7 y la Tabla 23.1 para ver como un tipo de energía se expresa en otro tipo utilizando Transformidad). Para calcular la eMergía neta, primero se evalúa el actual flujo de energía; luego, cada uno se multiplica por la Transformidad solar para obtener su valor en eMjoules solares (sej).

Si, como en el ejemplo de la Figura 26.3, la retroalimentación está compuesta principalmente por bienes y servicios, para los cuales existe un costo monetario, el costo en dólares se multiplica por la relación eMergía-dólar (Sección 22.4) para obtener el valor en unidades de eMjoules solares.

26.4 Relación de eMergía neta.

Para evaluar la contribución de una fuente de energía a la economía, no es suficiente calcular la eMergía neta. El efecto que esa fuente de energía tiene de estimular la economía, es relativa a cuan "rica" es esta fuente. Esto puede estimarse calculando cuanto producto se obtiene de una fuente en función de la retroalimentación; en otras palabras, calculando la proporción de rendimiento para la retroalimentación. Esta proporción es la **relación de eMergía neta**.

La economía norteamericana fue muy estimulada en 1950 y 1960, en ese entonces se obtenían 40 eMjoules por cada eMjoule gastado en el esfuerzo de encontrar y procesar la energía. Conforme la energía se va volviendo más difícil de encontrar, la *relación de eMergía neta* disminuye mientras que mas y mas energía se utiliza para encontrarla, transportarla y procesarla.

La *relación de eMergía neta* del petróleo del Golfo de México se calculó en la Figura 26.3 y corresponde a 6/1. Este valor es considerablemente menor a antiguos valores, pero es típico de las fuentes de energía de los años 80.

Comparando las proporciones de eMergía neta podemos ver mejor cuales fuentes de energía probablemente competirán con otras y estimularán la economía. Si una fuente de energía tiene rendimientos mucho menores por esfuerzo realizado, que otras con quien puede competir, cuesta más en términos de energía y en términos de dinero. No competirá con éxito mientras la rica fuente de energía, y que posee una relación de eMergía neta mayor, sea consumida.

26.5 El efecto del transporte en la eMergía neta.

Muchos combustibles que tienen una buena eMergía neta cuando son usados cerca de su fuente, tienen una relación de eMergía neta mucho menor en puntos distantes donde van a ser usados, esto se debe a la energía utilizada en el transporte. Por ejemplo, la Figura 26.4 es un diagrama donde se encuentran los costos de energía y rendimientos de una mina de carbón en el medio-oeste. La proporción de rendimiento en el local de la mina es mucho menor a 40/1. De cualquier forma, el transporte para llevarlo a las ciudades del este aumenta cerca de ocho veces la retroalimentación original de energía utilizada. El carbón de West Virginia es mucho mas cercano, así que puede competir mejor para mercados del este que aquellos del medio-oeste.

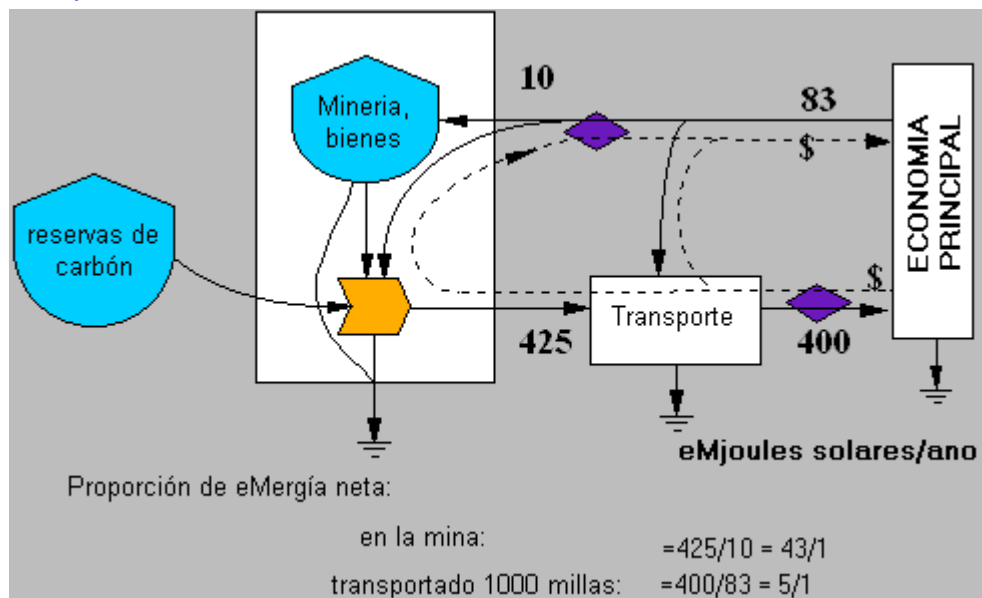


Figura 26.4 Diagrama de la eMergía neta de la minería de veta superficial del carbón

en medio-oeste, y la eMergía neta del transporte a las ciudades del este (Ballentine, 1976).

26.6 eMergía neta de compra de petróleo extranjero.

La Figura 26.5 es un diagrama de los flujos de dinero y energía de la importación de petróleo en 1980. La cantidad de energía contenida en un barril de petróleo es de cerca de 6.3 E9 joules; transformando esto a eMjoules solares (se multiplica por la Transformidad obtenida de la Tabla 27.1) da aproximadamente 3.3 E14 sej

por barril de petróleo que cuesta \$28. El valor de eMergía que Arabia Saudita recibe si compra bienes de los Estado Unidos con los \$28 es solamente 7.3 E13 sej. Para calcular estas cifras se utilizó la relación eMergía-dolar.

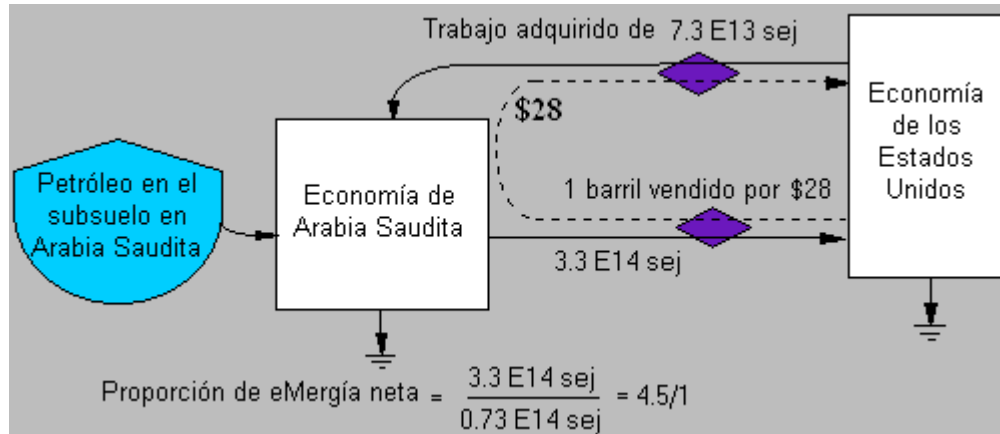


Figura 26.5 Diagrama de eMergía neta de la importación de petróleo desde Arabia Saudita en 1980.

No incluye el 10% usado en la refinación y otros 10% en transporte a largas distancias.

Conforme cambia la inflación y los precios alrededor del mundo, así también sucede con el precio del barril de petróleo. Antes de 1973, la relación de eMergía neta de un barril de petróleo era de 40/1. Debido al incremento de los precios en el mercado mundial, la relación de eMergía neta en 1980 del mismo barril de petróleo fue de aproximadamente 4.5/1. A pesar de que es un dramático cambio en el valor de la eMergía neta, el petróleo extranjero sigue siendo una fuente ventajosa.

El envío de petróleo a través del océano usa al rededor de 10 % de su contenido de energía, y el refinamiento, otro 10%.

La eMergía neta del petróleo en el mercado internacional, es una buena referencia en comparación con otras fuentes de combustible, siempre y cuando el petróleo compita económicamente en el mercado mundial.

Preguntas y actividades del Capítulo 26.

1. Defina los siguiente términos:

- planta de energía
- eMergía Neta
- relación de eMergía neta
- retroalimentación

2. Porqué se ha reemplazado, en gran parte, el uso directo de carbón y madera con electricidad en el modelo económico
3. Explique porqué la relación de eMergia neta para el petróleo ha declinado en los años recientes.
4. Como afecta la distancia de la fuente de combustible a la relación de eMergia neta para el usuario?
5. Explique porqué la fuente con menor relación de eMergia neta, no puede entrar en competencia hasta que la fuente de energía "rica" se haya consumido y su proporción haya declinado?. Dé un ejemplo.



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiete](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Ultima revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 27.

FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA

OBJETIVOS:

1. Nombrar y describir fuentes de energía alternativa;
2. Comparar y diferenciar fuentes alternativas de energía en términos de proporción neta de energía;
3. Exponer la importancia de la economía en el desenvolvimiento de fuentes alternativas de energía.

En los Capítulos 23 y 24, las fuentes de energía renovable del medio ambiente demostraron sustentar la economía de varias maneras. Los combustibles fósiles y la electricidad, como se explicó con detalle en el Capítulo 26, son usados mas directamente para operar tecnología y mantener el estilo de vida rural y urbano. Como las fuentes de energía no renovables que mantienen la economía comenzaron a disminuir, hubo una búsqueda de fuentes alternativas. Es importante estar seguros que ellas mantendrán y estimularán la economía y que no consumirán mas eMergia económica de la que retornan. Evaluar **relación de eMergia neta** de las fuentes alternativas de energía ayuda a identificar cuales podrían ser usadas. En este Capítulo examinaremos algunas de las fuentes alternativas propuestas.

27.1 Relación de eMergia neta de las fuentes.

Para proponer nuevas fuentes de energía que pueda ser utilizada actualmente, su *relación de eMergia neta* debe ser mayor que 1. Para que sea competitiva y económica, esta proporción debe mas grande que la proporción de una actual fuente de energía (vea la Sección 26.3 y 26.4). Algunas fuentes alternativas de energía que fueron propuestas para el futuro tienen una proporción de eMergia neta menor que uno. Otras tienen proporciones que son mucho menores que las fuentes de energía usuales que sustentan la economía.

Si una fuente de energía tiene una relación de eMergia neta menor que 1, entonces consume mas energía de la que produce y por tanto no es una fuente es un consumidor. Fuentes como esta pueden existir solamente cuando son abastecidas ricamente por otras energías con las cuales pueden subsistir. Calentadores solares de agua son ejemplo pues no pueden producir mas energía de la que consumen.

27.2 Comparación de la relación de eMergia neta de fuentes energéticas.

El gráfico de la Figura 27.1 resume la eMergia neta de varios tipos de fuentes energéticas. El eje horizontal representa la concentración de energía: de diluido a concentrado. El eje vertical representa la relación de eMergia neta.

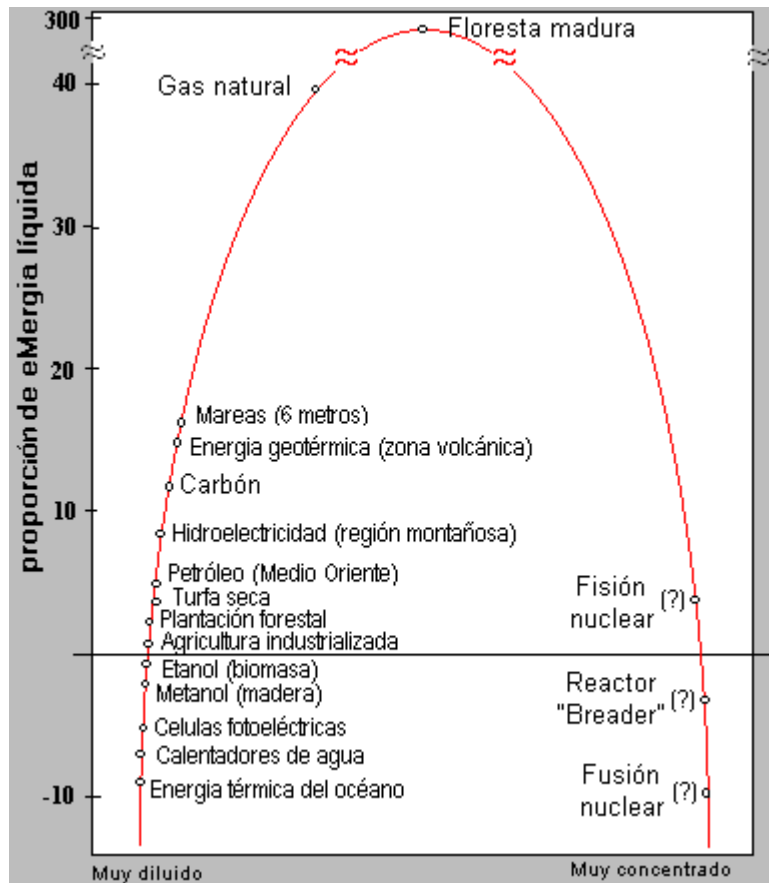


Figura 27.1 Tipos de Relación de eMergia neta de diferentes concentraciones.

Las fuentes que poseen rendimiento positivo de eMergia neta, están sobre la línea horizontal. Una de las mayores fuentes de energía son las florestas nativas porque no necesitan mucha retroalimentación económica para que sean utilizadas.

Fuentes bajo la línea, localizadas al lado izquierdo, son tan diluidas que requieren mas eMergia para ser concentradas de la que rinden.

Del lado derecho del gráfico están las energías nucleares, son tan concentradas y calientes que sus energías no son fácilmente utilizables en la Tierra. Como son tan calientes, mucha de la energía de estas fuentes se utiliza en enfriamiento y reducción de su concentración a niveles mas aceptables. En otras palabras, una usina de fisión nuclear, que opera al rededor de 5 000 °C, debe disipar un mayor porcentaje de esta energía en el enfriamiento de agua que una planta de poder de carbón vegetal operando la 1 000 °C

Comenzando con energía solar, se discutirá cada una de las energías alternativas.

27.3 Energía Solar

Se ha sugerido que la economía podría ser operada con luz solar. A pesar de que la cantidad de joules de luz solar, que llega diariamente al país, es bastante grande, la energía solar es muy diluida (baja calidad).

Procesos naturales en la biosfera concentran energía solar en energías de alta calidad a costos considerables. Por ejemplo, para obtener combustible como la madera, luz solar debe ser capturada por las hojas, transformada muchas veces, convergida y acumulada en la planta como madera (celulosa). La **eficiencia de la conversión** es la cantidad actual de energía resultante de la transformación de un tipo a otro. La *eficiencia de conversión* de luz solar en madera es de aproximadamente 0.1%. Esta eficiencia puede ser la mas alta, que somos capaces de obtener, para convertir energía solar en materia orgánica sin usar bienes y servicios basados en otras fuentes de energía.

Como muestra la Tabla 27.1, se requieren aproximadamente 40 000 joules de energía solar para producir 1 joule de carbón vegetal. Esta es otra manera de decir que, toma aproximadamente 40 000 joules de luz solar el hacer el mismo trabajo que un joule de carbón vegetal. El carbón vegetal es mas concentrado que la energía solar y puede realizar mucho mas trabajo. La economía es mantenida por energías similares en concentración al carbón vegetal, como el gas y el petróleo. En suma, la economía utiliza mucha energía en forma de electricidad, que es mas concentrada que el carbón vegetal.

Tabla 27.1 Transformidades Solares

	eMjoules solares por joule
Luz Solar	1
Producción Vegetal *	4 00
Floresta *	30 000
Carbón Vegetal *	40 000
Petróleo *	53 000
Electricidad *	160 000

* Incluye la eMergia solar indirecta de la lluvia

El carbón vegetal es una energía solar concentrada; sus costos de concentración se pagaron a lo largo del tiempo, es así que los únicos costos actuales asociados con su uso son extracción y transporte. Por tanto, la proporción neta de eMergia es alta. Por otro lado, para que la luz solar sustente la economía debe ser concentrada y mucha de su energía es usada en el proceso. Los valores netos de eMergia son bajos.

La energía solar ayuda a la economía de muchos países y les es esencial para mantener producción vegetal, calentadores y ventiladores, evaporadores de agua y dirigir el ciclo hidrológico. Pero la capacidad de operar directamente la economía con tecnología solar es muy limitada.

27.4 Calentadores de agua con energía solar

La energía solar es ampliamente utilizada en climas soleados para calentar paneles con tubos, en los cuales el agua se calienta porque su superficie negra absorbe energía solar. Esta agua caliente se almacena en tanques y es usada directamente como agua caliente o bombeada para ayudar en el calentamiento de la casa. Estos **calentadores solares de agua** son caros porque son hechos de costosos vidrios, plásticos y metales.

Los calentadores solares de agua no son fuentes de energía, son dispositivos consumidores; todos ellos utilizan mas energía de la que producen. Sin embargo, los calentadores solares usan menos energía que calentadores eléctricos o a gas, siendo una alternativa para economizar energía. La Figura 27.2 compara dos calentadores de agua (Miami Florida), uno solar y otro a gas. Ambos sistemas usan indirectamente combustibles fósiles para abastecer y mantener el equipamiento. El calentador solar requiere mas inversión inicial en equipamiento pero no usa combustible directamente. El calentador a gas requiere menos equipamiento pero necesita una compra continua de combustible.

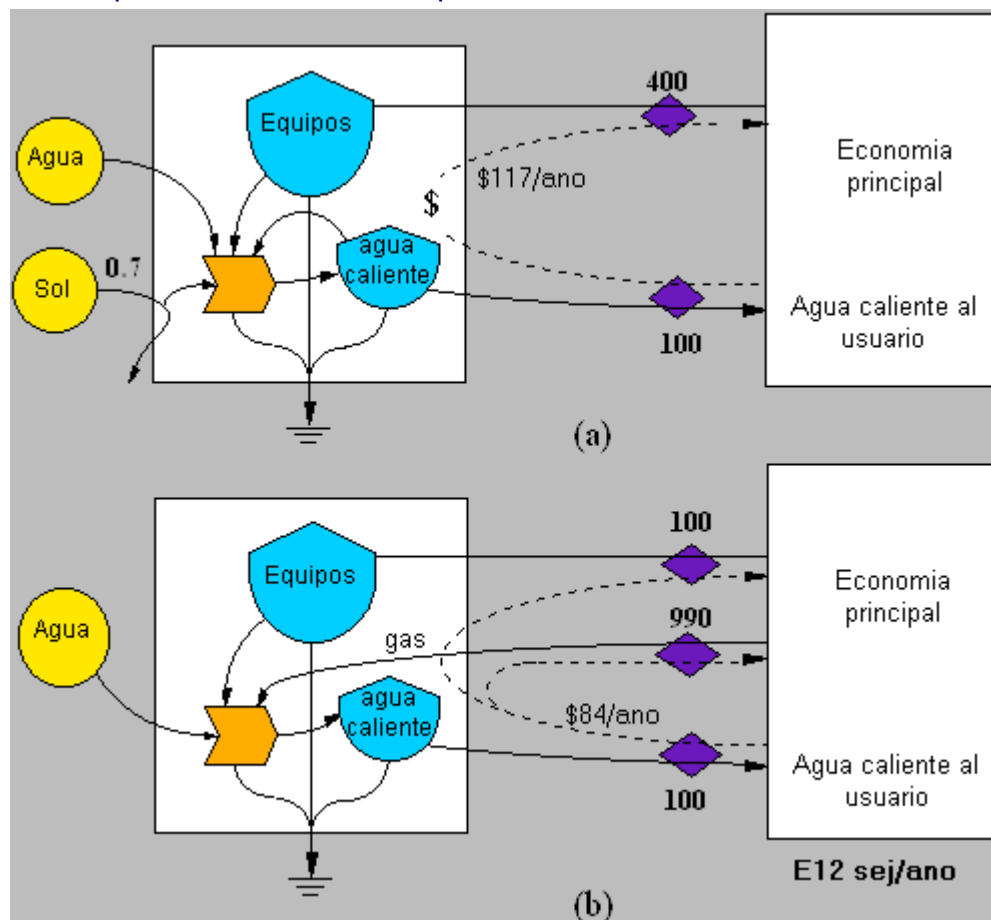


Figura 27.2 Comparación entre calentadores solares de agua (a)

y calentadores de agua a combustible fósil - gas (b). (Zucchetto y Brown, 1977)

El uso de fuentes como calentadores solares de agua que no rinden eMergía neta pero proporcionan energía y ayudan a economizar otros tipos de energía mas valiosos, se dice que son medidas de **conservación de energía**. Si se pretende

economizar energía, dependerá de tener en manos el capital para pagar el alto costo de equipamiento, y si economizará mas dinero que con cualquier otra inversión de su capital.

27.5 Células solares voltaicas (células fotovoltaicas).

Las **células fotovoltaicas** generan electricidad a partir de luz solar. Los cloroplastos verdes en plantas son células fotovoltaicas que inician el proceso de fotosíntesis generando inicialmente electricidad en el sistema bioquímico. Gran parte del medio ambiente del mundo está cubierto por células fotovoltaicas verdes.

Se están realizando varias investigaciones para aprovechar el proceso fotovoltaico usando células metálicas de silicona, que tienen casi la misma eficiencia y salida de poder que las células de vegetales verdes. Cuando consideramos toda la eMergia solar indirecta en bienes y servicios la producción es pequeña, comparada con cualquier eMergia neta de versiones hardware.

27.6 Energía solar a través de biomasa.

La biomasa es una cantidad de materia orgánica viva o muerta. Las sociedades humanas han utilizado siempre varios tipos de biomasa para alimentación, combustible, vestuario y casa. La utilización de energía solar para crecimiento forestal y productos agrícolas (alimentos, maíz, heno, etc.) es la principal vía de entrada de la energía solar en la economía. Usar estos productos para generar combustibles líquidos, gas o electricidad es viable, pero como requiere mucha concentración, son necesarias grandes extensiones de tierra.

La eMergia neta de **producción de biomasa**, depende de la intensidad con que es administrada. La eMergia neta disminuye cuando aumenta la intensidad de manipulación. Subproductos madereros, residuos de la agricultura e inclusive maíz y caña de azúcar son consideradas "cosechas energéticas". Residuos madereros y agrícolas, como los tallos del maíz, pueden ser quemados para generar electricidad. Maíz, caña de azúcar y cualquier otro material orgánico pueden ser procesados para producir metanol y etanol, utilizados como combustible de automóviles. Luego de añadir los requerimientos extra de bienes, servicios, equipamiento, combustible y electricidad para este proceso, la relación de eMergia neta es menor que 1; esto significa que pueden producirse combustibles a partir

de la producción agrícola y forestal, pero el proceso tendrá que ser subsidiado por el resto de la economía.

Actualmente se puede obtener más combustible por unidad de energía, a partir de carbón vegetal, gas natural y petróleo. En el futuro, cuando estas fuentes se agoten, los combustibles de productos orgánicos quizá sean la única solución. Sin embargo, existirá una fuerte demanda competitiva por la misma tierra para producir alimentos, vestuario, residencias y combustible doméstico.

27.7 Turba (hulla).

Reservas substanciales de turba se encuentran en muchas áreas del mundo. La turba es la descomposición parcial de materia vegetal en pantanos y fango. Su energía es de concentración intermedia entre las plantas verdes y la madera. Para rendir eMergia neta, debe secarse naturalmente con vientos áridos y energía solar. Algo de la energía obtenida debe retornar al medio para restaurar la tierra antes de minar la turba. Además, muchos depósitos son tierras encharcadas que actualmente proporcionan productos especiales y servicios de otras formas (Capítulo 13).

27.8 Hidroelectricidad

En las áreas montañosas y con fuertes aguaceros, la relación de eMergia neta para la **energía hidroeléctrica** puede ser de 10 a 1. Una parte de esta energía proviene del trabajo geológico para producir el dique para que pueda ser represado, pero esto no es considerado en el cálculo del valor neto de la eMergia. El rendimiento es bajo si consideramos la eMergia solar del trabajo del río antes de ser desviado por el dique.

27.9 Viento.

El viento es otra fuente de energía renovable que ha sido utilizada para varios propósitos en algunas partes del mundo. Con un viento fuerte y constante, los molinos de viento pueden moler granos, bombear agua y generar electricidad. En áreas con vientos menores a 15 km./hora (7 mph), existe un bajo rendimiento neto de eMergia. Se pueden utilizar pequeños molinos para bombear agua (para ser almacenada) o para irrigación de algunas áreas. Los molinos simples pueden rendir eMergia neta si se construyen a partir de materiales de baja energía. Los

barcos veleros rinden energía neta si se utilizan enormes áreas de vela y materiales de baja energía.

27.10 Poder geotérmico y conversión termoeléctrica de océanos (OTEC)

Donde quiera que exista una diferencia de temperatura, habrá una fuente de energía que puede ser convertida en trabajo o electricidad. Por ejemplo, trenes a vapor convierten diferencias de temperaturas en potencia para locomoción.

El porcentaje de flujo de calor que puede convertirse en trabajo mecánico, es el porcentaje obtenido de la diferencia de temperaturas en relación la temperatura de la fuente caliente. Para este propósito, las temperatura deben ser dadas en **grados Kelvin**.

En la escala de temperatura Kelvin se tiene el valor cero cuando no existe calor alguno, y el valor 373° en el punto de ebullición del agua. La temperatura Kelvin es la temperatura Celsius mas 273° .

Por ejemplo, si la fuente caliente está a 127°C y el ambiente frío está a 27°C , es decir: 400 K y 300 K respectivamente. La diferencia es 100 K. El porcentaje de la diferencia en relación a la fuente caliente es $(100/400)\times 100=25\%$. Esta es la energía mecánica disponible (1/4 del flujo de calor). Como estos sistemas son usualmente operados en una velocidad que maximiza la energía, se tiende a ajustar cerca de la mitad de la eficiencia teórica calculada (12,5 % en este caso). Este procedimiento para calcular el trabajo que puede obtenerse de fuentes calientes, aplicadas a la mayoría de los procesos industriales que convierten combustibles en trabajo.

Las pequeñas diferencias naturales de temperaturas son utilizadas en varios procesos del globo terrestre, como producción de viento por diferencia de temperaturas entre la tierra y la atmósfera. Captar el calor de la tierra (o **energía geotérmica**) para procesos industriales humanos ha sido un éxito económico solamente en las zonas vecinas a volcanes (en California, Nueva Zelanda e Islandia) donde las temperaturas son altas cerca a la superficie.

Una propuesta de fuente energética (llamada **OTEC, Conversión Termoeléctrica de Océanos**) es el gradiente entre la superficie tibia del agua (27°C) de la corriente del Golfo a lo largo de la costa este, y el fondo frío de agua mil metros

abajo (2° C). Debido al costo de anclaje y mantenimiento de embarcaciones, y canales causados por el paso de tempestades, este proyecto puede no rendir eMergia neta.

27.11 Olas y Mareas

La **energía de las olas** que llegan a la tierra a lo largo de la costa de todo el mundo, es grande en cantidad total y hace mucho trabajo diario: formando olas en las playas y haciendo sedimentación de las rocas. Sin embargo, es de difícil uso para operaciones industriales por causa de su extensión a lo largo de la costa. Además, es variable, con enorme energía en un día y casi nada en el próximo. El ascenso y el descenso del nivel de agua debido a las **mareas**, ha sido utilizado para producir electricidad con eMergia neta en varias partes del mundo, donde las mareas son de 6 metros (20 pies) o mas; existe un pequeño número de áreas con grandes mareas.

27.12 Mezcla de agua fresca y agua oceánica

Existe una considerable **energía química potencial** disponible en la presencia de agua de mar (agua salada) y agua fresca, juntas. Cuando el agua fresca corre dentro de estuarios, esta energía (energía química potencial) en las corrientes realiza trabajo geológico y trabajo biológico. Propuestas de utilización de esta energía pueden desviarla de la formación de sectores de estuario fértiles del sistema de soporte vital.

27.13 Energía Nuclear

Las plantas de energía nuclear, convierten combustibles de **fisión nuclear** (uranio enriquecido) en calor concentrado y después en electricidad. La relación de eMergia neta de estas plantas nucleares es aproximadamente 2,7 para 1, que es casi el mismo que el valor líquido de energía usado para producir electricidad a partir de carbón vegetal (Figura 27.3b). No obstante, la relación de eMergia neta de fisión nuclear no cubre la larga lista de costos para almacenamiento de residuos, de contaminación y accidentes (Figura 27.3a). Cuando esto se incluye, el rendimiento neto es menor que el obtenido a partir de biomasa.

Así como que existe un límite para la cantidad de electricidad necesaria para la economía, existe un límite para la demanda de plantas energía nuclear, aún cuando no se consideran los riesgos y peligros.

Muchos proyectistas asumen el aumento de la energía disponible. Ellos esperan que la **fusión nuclear** y los **reactores breeder** abastezcan energía en abundancia. Sin embargo, la fusión tiene una temperatura de 50 millones de grados y puede requerir mucha energía para control y enfriamiento (Vea su posición en la Figura 27.1).

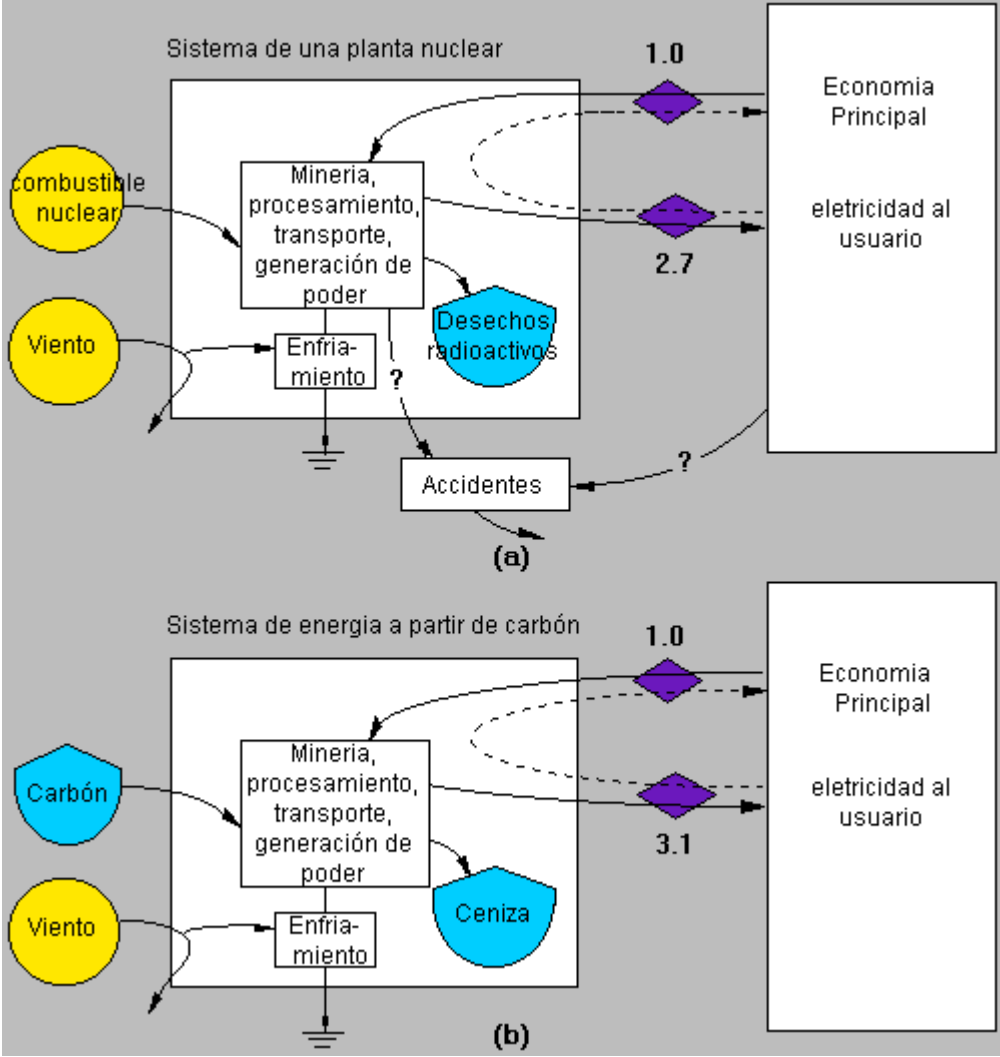


Figura 27.3 - Comparación de electricidad la partir de sistema de poder nuclear (arriba)

con electricidad la partir de sistema de poder de carbón vegetal (abajo).

Los números están en unidades de eMergia.

En los *reactores breeder*, el procesamiento de **uranio** produce **plutonio** como subproducto. Como el plutonio es un combustible nuclear, su producción promueve el consumo de uranio original, pero es extremadamente peligroso: es tóxico y causador de cáncer en los huesos. El plutonio es fácilmente transformado en bombas atómicas, y puede haber una proliferación de usuarios potenciales, por ejemplo, grupos guerrilleros, países en guerra, etc. El gran costo de procesamiento de desechos radiactivos del reactor breeder, así como la seguridad en la utilización de plutonio, hacen que el rendimiento de eMergia neta del reactor breeder sea cuestionable. La política pública en Francia está desarrollando un sistema breeder, se tendrá que esperar los resultados prácticos y los costos para determinar el valor líquido de eMergia, y saber si es competitivo. Los Estados Unidos detuvieron su programa *breeder* y después lo reasumieron. No obstante, pocos ven el *breeder* como una importante fuente de energía en un futuro próximo.

27.14 Importancia de nuevas fuentes de energía.

Como parte de la economía mundial, cualquier país puede prosperar cuando se descubren fuentes de energía en otros países. El hallazgo de nuevos campos de petróleo o vetas de carbón vegetal, tienen el efecto de disminuir los precios e incrementar la relación de eMergia neta de la energía extranjera importada. Sin embargo, el carbón vegetal no puede tener valores netos de eMergia próximos a 1 cuando es transportado grandes distancias.

Algunas propuestas de fuentes energéticas, discutidas con grandes esperanzas y subsidiadas por el gobierno, parecen no rendir eMergia neta. Una de estas, el petróleo de pizarra, fue pensado para tener el potencial de rendir grandes cantidades de petróleo. El petróleo está contenido en las rocas pizarra, y se intentaron muchas técnicas de extracción de este petróleo, pero todas utilizaron mas energía en el proceso de la que rindieron.

27.15 Conversión de un combustible en otro.

Cuando un tipo de combustible, como la gasolina, es suministro reducido, puede ser producido a partir de otro, como carbón vegetal; pero cerca de la mitad de la energía se utiliza en el proceso de conversión. Si es posible, es menos caro y

definitivamente mas económico usar carbón vegetal en otra parte del sistema económico y comprar la gasolina.

Se sostienen muchas discusiones sobre la economía del hidrógeno. Este es otro ejemplo de conversión de un tipo de energía en otro con una gran pérdida de energía. La electricidad a partir de plantas de energía nuclear pueden convertirse en gas hidrógeno, el cual es versátil y puede ser utilizado directamente para transporte. El hidrógeno, como gas natural, se transporta fácilmente pero es extremadamente explosivo. Como se utiliza mucha energía en su formación, es una fuente de alta calidad. La época de pequeña expansión económica, puede no demandar un gas de muy alta calidad que el gas natural no pueda abastecer.

27.16 Fuente futuras para la economía principal: resumen

Un examen de las posibles fuentes alternativas en el mundo, no muestra a ninguna nueva fuente como incrementadora de energía neta de nuestra base energética. Esto significa que, no se puede esperar un crecimiento económico si no se encuentran nuevas fuentes que aún nos son desconocidas.

Como se mencionó desde comienzo, muchas personas no están de acuerdo con que los recursos son esenciales y piensan que una economía puede funcionar con personas sirviendo otras, con inteligencia y computadores. Este punto de vista parece ser una violación a los hechos científicos. La visión de que la energía no es necesaria para el funcionamiento de la economía, es contraria a la segunda ley de la termodinámica.

Preguntas y actividades para el Capítulo 27

1. Definir los siguientes términos:

- a. tecnología solar
- b. células solares voltaicas
- c. etanol
- d. turba
- e. OTEC
- f. geotérmico
- g. fisión nuclear
- h. uranio y plutonio.

2. Describir la producción de electricidad a partir de células fotovoltaicas. Explicar su posición en la Figura 27.1.
3. Hacer una lista de todas las fuentes de energía alternativa en el orden de sus valores netos de eMergia.
4. Discutir la posibilidad futura, si ninguna nueva fuente fuera encontrada.



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiete](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 28.

POBLACIÓN Y CAPACIDAD DE SUSTENTACIÓN

OBJETIVOS:

1. Explicar las diferencias entre estándar de vida (eMergia usada por persona) y rendimiento;
2. Definir el concepto de capacidad de sustentación con respecto al sistema humano;
3. Listar los factores que afectan la capacidad de sustentación en un sistema humano;
4. Explicar como afectan la población la disminución de los recursos;
5. Definir el concepto de proporción de inversión respecto la los Estados Unidos.

En Estados Unidos, conforme la población aumenta, el crecimiento parece concentrarse únicamente en algunos estados como California, Texas, Florida y otros estados de la "faja del sol". Además del incremento natural de la población debido a que el índice de nacimientos es mayor al índice de muertes, las personas están emigrando a los Estados Unidos desde otros países; son atraídos por la combinación del estándar de vida y la estabilidad del sistema gubernamental norteamericano.

A medida que entramos en la última década de este siglo, y los límites del crecimiento económico se sienten más y más, deben enfrentarse dos serios cuestionamientos: De que manera la población se trasladará dentro de un país en su búsqueda por una razonable combinación de calidad ambiental y desarrollo económico?. Una vez que el desarrollo económico haya alcanzado el punto máximo, la población continuará creciendo ó comenzará a decrecer? . Trataremos de esclarecer estas y otras preguntas en este Capítulo.

28.1 Estándar de vida

Si la población aumenta y los recursos no, entonces la cantidad de recursos por persona disminuye. Una persona tendrá menos recursos para cubrir sus

necesidades y de la sociedad. Algunas veces se denomina **estándar de vida** a la cuota de recursos por persona. Una medida de esto es la **eMergia usada por persona**. Esta es una mejor cuantificación de los recursos individuales que el salario, porque incluye recursos naturales obtenidos directamente del ambiente (pesca, caza, aire, agua) o de otra persona (intercambio) sin pago en dinero. La Tabla 28.1 muestra una comparación entre países. Observe las diferencias existente entre la eMergia total usada por año, la población total, y la proporción de eMergia por persona (cuantificación del estándar de vida). Los Estados Unidos tiene una muy alta *eMergia usada por persona* , mientras que países como India, con una enorme población y recursos moderados, tiene un estándar de vida mucho menor.

Tabla 28.1 Estándar de vida para diferentes países en 1980

País	eMergia por año (*) (E22 sej)	Población (E6 personas)	eMergia por persona (E16 sej)
Australia	109.0	14.5	7.6
Brasil	178.0	121.0	1.6
Rep. Dominicana	0.7	0.1	0.8
India	61.0	626.0	0.1
Holanda	37.0	14.0	2.6
Nueva Zelandia	8.8	3.1	2.8
Polonia	33.0	34.5	1.0
España	21.0	34.6	0.6
Ex Unión Soviética	383.0	260.0	1.5
E.U.A.	660.0	240.0	2.8

Alemania Oriental.	175.0	61.6	2.8
Mundo	1870.0	4300.0	0.4

* Incluye energías del medio ambiente y combustibles, todos expresados en eMjoules solares

28.2 Capacidad de sustentación

La *capacidad de sustentación* es el número de individuos que puede mantener cualquier área con los recursos disponibles. En el sistema humano es el número de personas que pueden mantener un estándar de vida específico (eMergia por persona por año) con los recursos disponibles. Predecir la capacidad de sustentación requiere pronosticar los recursos energéticos que estarán disponibles. La capacidad de sustentación depende de los recursos naturales y combustibles, locales e importados.

El gráfico en la Figura 28.1 muestra la capacidad de sustentación de un área que aumenta en el transcurso del tiempo, mientras existe mas energía de combustibles en uso. La capacidad de sustentación en el lado izquierdo del gráfico inicia con el número de individuos que puede ser mantenido con fuentes de energía natural renovable, esta se incrementa mas y mas al aumentar la energía de combustibles (local e importada).

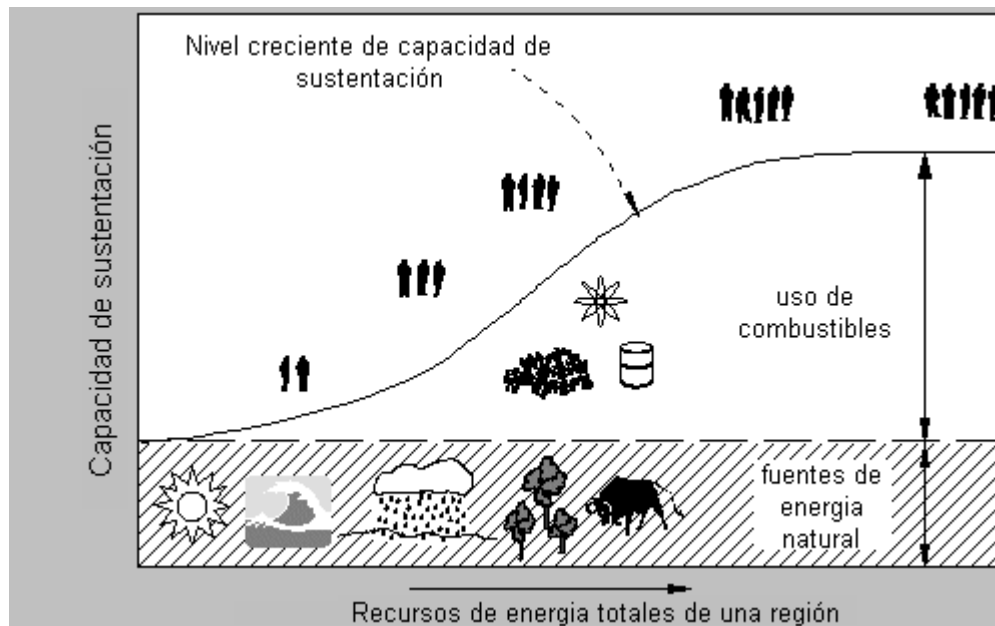


Figura 28.1 Capacidad de sustentación de una región , depende de la cantidad de fuentes de energía local renovable

28.3 Efecto de la disminución de recursos en la población.

Existen muchas controversias entre la población científica sobre la respuesta que tendrán los índices de natalidad, mortalidad y la tendencia de inmigración, cuando la economía comience a ajustarse. En el futuro, se espera que la habilidad de un estado o región de soportar una población, con el actual estándar de vida, entre en decadencia a medida que declinen los recursos disponibles. En otras palabras, la capacidad de sustentación disminuirá. El efecto del declinio de la capacidad de sustentación de la población abre algún cuestionamiento, una respuesta puede encontrarse en el modelo de simulación en la Figura 28.2.

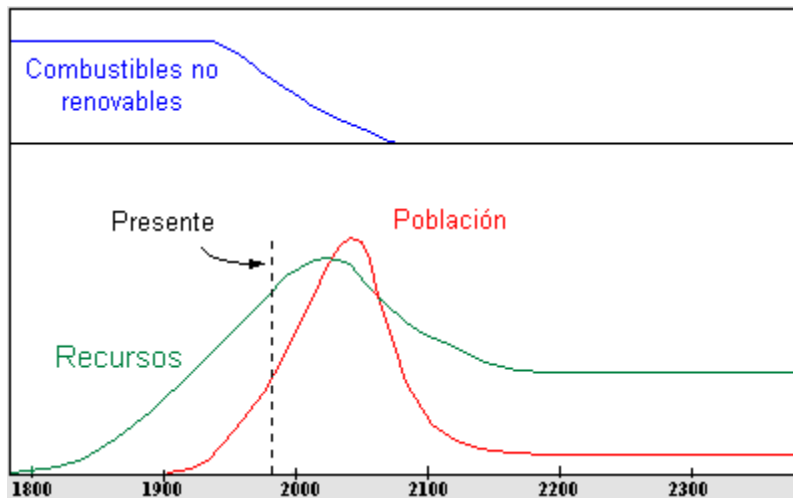


Figura 28.2 Cambios en la población del mundo basados en cambios en recursos económicos.

El diagrama del modelo, y un programa de computadora se encuentran en el Apéndice A, Figura A.13 y Tabla A.7.

En este modelo, los recursos controlan la salud pública (nacimientos, muertes, epidemias) y la salud pública controla la población. En la Figura 28.2 cuando los recursos aumentan, también lo hacen la población y la demanda de recursos energéticos no renovables. Como los recursos están siendo usados pero no repuestos, comienzan a decrecer; la población rápidamente sigue la caída de los recursos. Resta saber si este modelo es una visión exacta de lo que sucederá en el futuro.

28.4 El Principio del inversión combinada.

El crecimiento y desarrollo económico acarrea el importar alta calidad de bienes, servicios y recursos energéticos que interactuen con los recursos ambientales como sol, viento, lluvia y suelo. Esta es una combinación de alta calidad de eMergia con baja calidad de eMergia. Los flujos que tienen alta eMergia tienen el efecto de amplificar aquellos flujos de menor calidad de eMergia. En la Figura 28.3 la eMergia usada en alta calidad de recursos naturales, bienes, servicios y suelo es de 58,1 E23 sej/año. Interactúa con 8.2 E23 sej/año de recursos renovables gratuitos. La relación de alta calidad de eMergia y eMergia ambiental renovable se denomina **índice de inversión**. El índice promedio para los E.U.A. es de 7.1.

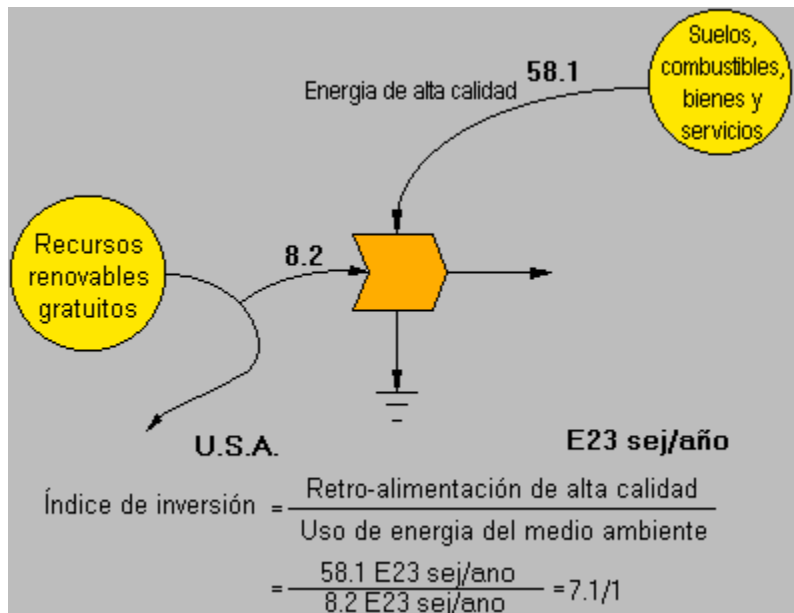


Figura 28.3 Índice de inversión de los Estados Unidos en 1980

Si bien otros países se sienten tentados a invertir en un estado o región, puede depender del índice de inversión dentro de cada estado comparado con alternativas en otros lugares en los Estados Unidos y en el mundo. Muchos países menos desarrollados tienen índices más bajos que algunos estados; es decir que poseen más recursos para desarrollarse que los estados que actualmente tienen desarrollo económico. Por tanto, estos estados pueden no atraer muchas inversiones, excepto en sus regiones rurales. De hecho, recientes tendencias indican que existe movimiento de la población e industrias de áreas más

desarrolladas y pobladas hacia áreas rurales que poseen una buena base ambiental.

Preguntas y actividades para el Capítulo 28.

1. Explique las diferencias entre el estándar de vida (eMergia usada por persona) y rendimiento.
2. Defina el concepto de Capacidad de Sustentación con respecto al sistema humano.
3. Liste los factores que afectan la capacidad de sustentación en el sistema humano.
4. Explique como afecta el declinio de los recursos a la población.
5. Defina el concepto de índice de inversión con respecto a los Estados Unidos.



[Índice General](#)



[Capítulo Anterior](#)



[Encabezado de este Capítulo](#)



[Capítulo Siguiente](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

CAPITULO 29.

RELACIONES INTERNACIONALES DE INTERCAMBIO

OBJETIVOS:

1. Utilizar el diagrama de un sistema para explicar los principales caminos del intercambio internacional.
2. Explicar cómo el comercio internacional y otros intercambios ayudan a la economía de los países.
3. Usar eMergía para evaluar mercaderías y explicar porque los valores macro-económicos de las materias primas son más altos que los valores de mercado.
4. Explicar como la evaluación eMergética del comercio puede hacer más simbiótico el intercambio internacional.
5. Explique como las relaciones simbióticas entre países unifica los sistemas mundiales, mejora la vitalidad de la economía y promueve relaciones pacíficas.

Los sistemas que están conectados entre si mediante intercambio de mercaderías, bienes, servicios, información y personas están en mejor posición que aquellos que están aislados. Con intercambio, todos los sistemas obtienen recursos adicionales que son escasos y limitan su economía. El principio de que el intercambio incrementa el desempeño de la utilidad de un sistema puede ser aplicado a sistemas ecológicos y a todos los países. En muchos de los diagramas de los Capítulos anteriores, el intercambio con otros sistemas se mostró con líneas que entran y salen en el lado derecho del límite del sistema.

En sistemas grandes, como el sistema de un país, los intercambios generalmente son organizados por personas. Algunos intercambios son comerciales, con productos que se compran, se venden ó se permutan. Otros intercambios, generalmente organizados por el gobierno, incluyen acuerdos para intercambio de estudiantes, facilidades de participación educativa o tratados de defensa de mutuo beneficio. En este Capítulo los diagramas se usan para mostrar como trabaja el sistema de intercambio.

29.1 Diagrama de intercambio internacional.

En la Figura 29.1 se muestran los principales caminos de intercambio entre naciones: el país # 1 realiza intercambio con país # 2. Se exportan e importan mercaderías y productos, algunas personas emigran temporalmente y otras permanentemente; estudiantes, turistas, contratos internacionales y principalmente las cadenas mundiales de televisión traen y llevan ideas y know-how.

El dinero se mueve entre los países como pago por productos, asistencia al exterior, soporte militar, préstamos y pagos, y desembolsos de turistas e inmigrantes.

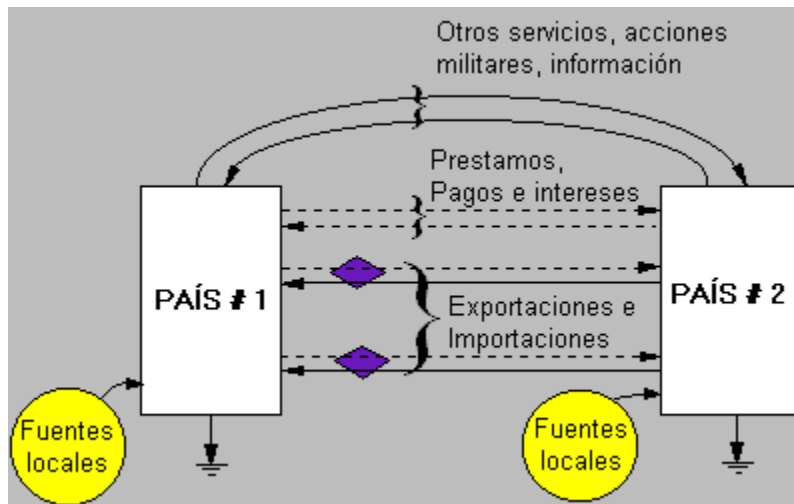


Figura 29.1 Intercambio entre dos países. La línea punteada representa el flujo de dinero.

29.2 Balance de intercambios monetarios.

El dinero que sale de un país puede ser comparado con el dinero que entra a él.

Generalmente se refiere como **Balanza de Pagos**. Si estos dos flujos no son iguales, existe un desbalance en el intercambio de dinero. La moneda de un país comienza a acumularse en otro país y pierde algo del valor de intercambio.

Muchos gobiernos tienen la política de tratar de incrementar el dinero recibido comparado a aquel mandado fuera. Si tienen éxito y obtienen un balance positivo de dinero, pueden comprar ítems que necesitan con la misma prioridad que combustibles y defensas militares.

29.3 Intercambio de dinero.

Cuando se mueve dinero entre países, la moneda de un país debe convertirse a la moneda del otro país, ó ambos países deben convertir sus respectivas monedas, al valor de mercado, en una moneda común, como el dólar norteamericano. La tasa de intercambio de monedas cambia todos los días debido a los cambios del mercado mundial en su preferencia de una moneda u otra. Todos están familiarizados con el proceso de intercambio de sus monedas a su equivalente en la moneda del país que visitan.

Cuando un país exporta más dinero del que regresa, su dinero se acumula afuera y pierde algo de su valor de mercado. Los comerciantes de dinero (casas de cambio por ejemplo) pueden entonces obtener lucro vendiendo nuevamente al país de origen. Cuando la moneda de un país pierde su valor en comparación con la moneda de intercambio del mercado, no puede adquirir muchos productos en el exterior.

29.4 Evaluación eMergética del intercambio.

La eMergía de productos agrícolas y forestales, minerales y combustibles es mucho más alta que la eMergía del dinero pagado por ellos en el local de mercado (Capítulo 23). Esto se debe a que el dinero paga por los servicios humanos al precio de mercado del trabajo, pero no por el gran trabajo previo de la naturaleza. Así, un país que vende a precio de mercado los minerales en bruto, productos agrícolas y forestales, y combustibles, provee mucho más estímulo a la economía del país que está comprando que a su propia economía (que la venta recibida en pago). La Tabla 29.1 tiene ejemplos de altos valores macro-económicos de productos en bruto cuando se evalúan de acuerdo a su eMergía. Para el caso, mientras el valor de mercado de del maíz es \$200 por tonelada, el valor macro-económico es \$540 por tonelada.

Tabla 29.1 Comparación de los valores macro-económicos y los valores de mercado de productos en bruto.

Ítem	Unidad	Valor de mercado por unidad en	Valor macro-económico por unidad
------	--------	--------------------------------	----------------------------------

		1978 (en \$)	(en \$)
Maíz	tonelada	200.00	540.00
Petróleo	barril	23.00	138.00
Algodón	kilogramo	2.20	33.00
Plantación de madera	tonelada	5.70	42.75
Miel	kilogramo	1.17	4.10

Algunos de los desbalances en el estándar de vida de diferentes países se deben al uso de valores equivocados para determinar un comercio justo. Los países que exportan materias primas envían más eMergía en los productos vendidos de la que adquieren con el dinero recibido a cambio. En la Figura 26.5 se puede observar que los E.U.A. recibe 4.5 veces más eMergía en el petróleo importado de Arabia Saudita en 1980, que el valor de eMergía de los bienes que los saudíes pueden comprar en Estados Unidos con los dólares recibidos en la venta.

29.5 Usando eMergía para transacciones financieras.

Los pobladores de zonas rurales utilizan más servicios directamente del medio ambiente, sin pago de dinero, que los pobladores de zonas urbanas. La población rural posee sus propias granjas, frutas, agua, madera, minerales, lugares depósito de desperdicios y lugares para recreación sin tener que realizar ningún pago. Por otro lado, en la ciudad, casi todo se produce a través de servicios realizados por personas y se debe pagar por ello, incluso alimentación, combustibles, residencia, recreación y depósito de desperdicios. Por lo tanto, en las zonas urbanas circula más dinero para el mismo estándar de vida. Las zonas rurales, por contribuir con eMergía directa a la población, tienen más alta eMergía por unidad monetaria. En otras palabras, el poder de adquisición del dinero es mayor en zonas rurales que en zonas urbanas desarrolladas. La relación eMergía-dólar, introducida en el

Capítulo 22, mide el gran valor del dinero en zonas rurales. Para hacer comparaciones entre la relación eMergía-dólar para diferentes países, sus monedas locales se valorizan en dólares americanos. La Tabla 29.2 compara la relación eMergía-dólar para zonas rurales con algunas zonas urbanas altamente desarrolladas. Es de esperarse que aquellos con dinero busquen comprar productos y hacer inversiones en regiones menos desarrolladas, ya que el dinero compra más allí que en 'casa'.

Tabla 29.2 eMergia por dólar internacional de monedas de varios países, 1980

País	Relación eMergia-dólar (*)
República Dominicana	14.9
Australia	12.1
Brasil	6.9
Nueva Zelanda	3.4
Unión Soviética	3.4
U.S.A.	2.6
Suiza	0.7

(*) En E12 sej/\$

29.6 Balance de eMergía.

Si la eMergía de todos los intercambios entre dos países se evalúa, El "balance de eMergia" puede ser calculado. Para que dos países se beneficien mutuamente debe haber un balance de eMergía igual.

Por ejemplo, si un país rural abastece a un país urbano con materias primas a precios de mercado, mas valor macro-económico va al país urbano. Para hacer el intercambio **simbiótico** (equitativamente provechoso para ambos países), el país urbano debería devolver la diferencia de eMergía de alguna forma (información, educación, asistencia, protección militar ó algo que el país rural pueda necesitar).

29.7 Uso de eMergía para determinar índices de intercambio de dinero.

Otra manera de realizar comercio más equitativo es determinar el precio de los productos comprados y vendidos de acuerdo a su contenido eMergético. Así se devolvería mucho más a los países rurales, generando un mejor balance de las economías en el mundo.

29.8 Evaluación eMergética de préstamos.

Cuando un país con una alta relación eMergía-dólar realiza un préstamo a un país con una baja relación de eMergía-dólar se le devuelve mucho más de lo que prestó. Si se acepta un interés de 5% expresado en dólares internacionales, realmente se está devolviendo mucho más intereses en poder adquisitivo real. No es de sorprenderse que muchos préstamos internacionales han lanzado países deudores en depresión económica. Para evitar esto, el pago de préstamos e intereses deberían ser establecidos en bases eMergéticas.

29.9 Evaluación eMergética del poder militar.

Las guerras algunas veces suceden debido a errores de calculo del poder militar. Un país puede tratar de controlar un área y no tener los medios de enfrentar fácilmente la oposición. La evaluación eMergética puede mostrar anticipadamente cuales son los recursos potenciales reales que posee para ejercitar el poder. Con ese tipo de evaluaciones, en conferencias diplomáticas se puede predecir cuales serian las consecuencias que podría tener una guerra, y así hacer un acuerdo realista, sin guerra.

29.10 Simbiosis y paz.

Uno de los ideales del mundo es que si, buenas relaciones de intercambio se pueden desarrollar entre todos los países, pueden hacerse tan simbióticos y conectados como socios en un sistema común donde se evitan conflictos y

guerras. Teniendo relaciones de intercambio en bases de eMergía equitativas se puede ir lejos en el intento de solucionar problemas internacionales.

Preguntas y actividades del Capítulo 29

1. Defina los siguiente términos:

- a. intercambio
- b. inmigración
- c. moneda
- d. índices de intercambio
- e. utilidad
- f. simbiosis

2. Cuanto valor extra entra a la economía por kilogramo de miel a precio de mercado?

3. Brasil vende cacao a Suiza para hacer chocolate, y usa su moneda para comprar relojes, en un igual intercambio en dólares. Use la Tabla 29.2 para obtener la relación eMergía-dolar para esos países.

- a. Existe una ventaja eMergética para Brasil ó Suiza?
- b. Si es así, qué país tiene la ventaja?
- c. Cuanta ventaja se obtiene en una venta de \$100?

4. República Dominicana se presta un millón de dólares de Estados Unidos a 10% de interés.

- a. Cuantos dólares representa este interés?
- b. Si ambos países concuerdan en que República Dominicana pague 10% de interés en bases eMergéticas, cuantos dólares de interés tendría que pagar?

6. Proponga un plan para hacer más justo las relaciones de comercio entre un país rural y un país industrial. Cuanto vigor tiene su plan para ayuda a mantener las relaciones entre esos dos países en paz?.



Capítulo 30

SIMULANDO EL FUTURO

OBJETIVOS

1. Explicar, usando un modelo simple del sistema económico mundial, qué puede causar el crecimiento del mundo de la cresta al declinio.
2. Explicar la relación entre el modelo estatal y el modelo mundial
3. Explicar el papel del combustible fósil en el crecimiento económico mundial del futuro.
4. Discutir los factores guías hacia un estado estacionario de la economía.

En los capítulos precedentes, la magnitud de la economía era relativa a las fuentes dentro y fuera de ella, que pueden ser atractivas (por la imagen, inmigración, inversiones, compras y comercio). Que la economía se expanda, crezca ó decline depende de la forma en que las fuentes renovables y no renovables se tornan disponibles a ser utilizadas. Este Capítulo provee un modelo de simulación para ayudar a visualizar la manera en que puede afectar al futuro la disponibilidad de fuentes de energía. Se proporciona un modelo para la tendencia mundial; luego se presenta el modelo de un estado como si respondiera a influencias mundiales. El modelo puede ser muy simple para mostrar en detalle las subidas y bajadas, pero sugiere un gran rango de tendencias.

30.1 Un modelo de la tendencia mundial.

El modelo de la Figura 30.1 relata los bienes mundiales totales y la economía global de la disponibilidad de fuentes renovables y no renovables. Las fuentes renovables son la materia orgánica, como Suelo y madera, que son "renovados" por el flujo equilibrado de energía solar. Las fuentes no renovables son las reservas de combustibles. como carbón, petróleo y gas natural. Los bienes económicos son todos las edificaciones, carreteras, máquinas, y bienes producidos por el sistema económico mundial. Son almacenados y retroalimentados a medida que se necesitan para incrementar la producción.

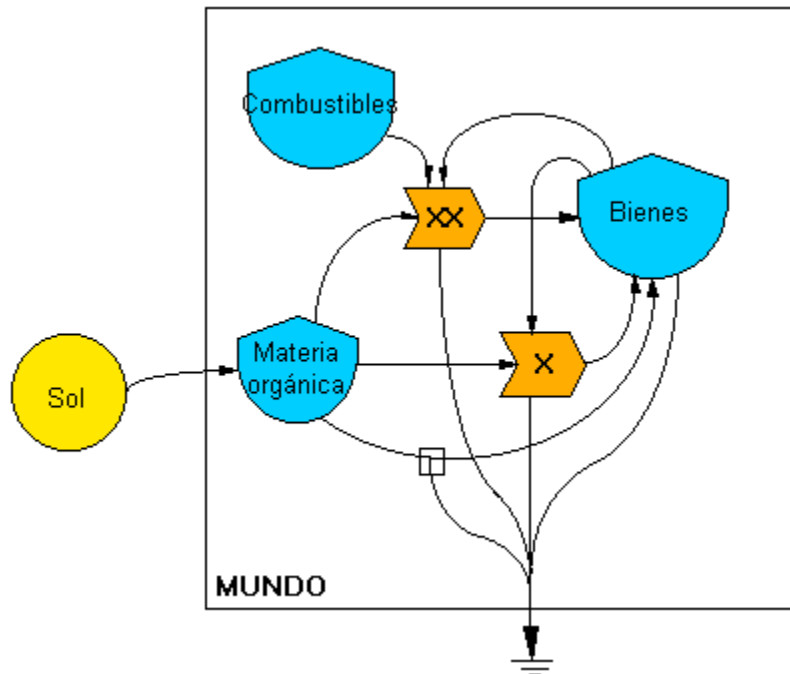


Figura 30.1 Modelo simplificado de la tendencia mundial.

La discusión de los diagramas y programas de este Capítulo se proporciona en el Apéndice A.

30.2 Resultados de la simulación del modelo de la tendencia mundial.

Los resultados de la simulación del modelo mundial (Figura 30.1) se exhiben en la figura 30.2. El programa comienza 300 años atrás, cuando existían pocos bienes económicos pero grandes depósitos de combustibles, suelos y madera. Se desarrolla un patrón de estado estacionario de recursos utilizados y bienes económicos, hasta que se hace dependiente del combustible mundial utilizado, aproximadamente en 1900. Luego de incluir los combustibles, se presenta una gran impulso de desarrollo económico mundial y disminuye el nivel de recursos ambientales hasta que los combustibles son casi totalmente consumidos.

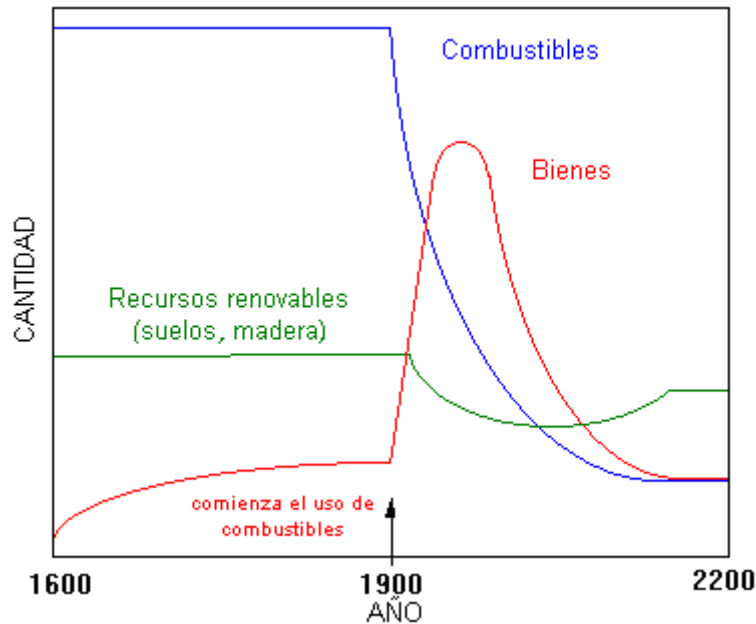


Figura 30.2 Resultados de la simulación del Modelo de la tendencia mundial.
(Figura 28.1).

El uso de combustibles comienza el año de 1900.

El gráfico de la Figura 31.2 presenta un rápido ascenso de los bienes económicos mundiales seguido de un declinio hasta un nivel bajo que puede ser mantenido por fuentes renovables. La nivelación y declinio puede aún comenzar en algunos países, y posiblemente ser la tendencia general para la mayor parte de los países al rededor del año 2000, a medida que la eMergía neta de combustibles y minerales, disponibles a nivel mundial, decline.

Es difícil visualizar la economía mundial real. De cualquier manera, la forma y momento exacto de las curvas en la Figura 30.2 están más allá de la extensión de "macro-minimodelos" como este. Los modelos simples no tienen detalles suficientes para producir a pequeña escala los cambios de subida y bajada que pueden dominar en determinada década. El momento preciso en que se da el pico en los bienes mundiales debe aún revisarse. El consumo mundial de combustibles no ha aumentado en los últimos dos años.

30.3 Simulando la tendencia de un estado.

Se dio el modelo de un estado en la Figura 24.2. Observe que sus recursos incluyen aquellos que están dentro del estado y aquellos que pueden ser adquiridos de fuentes externas.

En la Figura 30.3, a la derecha, se proporciona el modelo de un estado donde el agua es un factor importante, y la disponibilidad de los recursos mundiales para el estado se determina por el modelo mundial en la derecha.

En el estado, se utiliza la lluvia, tierras y aguas superficiales como índices de recursos ambientales, representando además tipos de suelo, agricultura y florestas. Como el diagrama en la Figura 24.2, el estado depende de las fuentes locales para producir bienes (para comercio) que puedan ser intercambiados por fuentes externas. El flujo de bienes y combustibles externos al estado también depende de su disponibilidad. Esta disponibilidad es cambiante, manejada por cambios en los bienes mundiales.

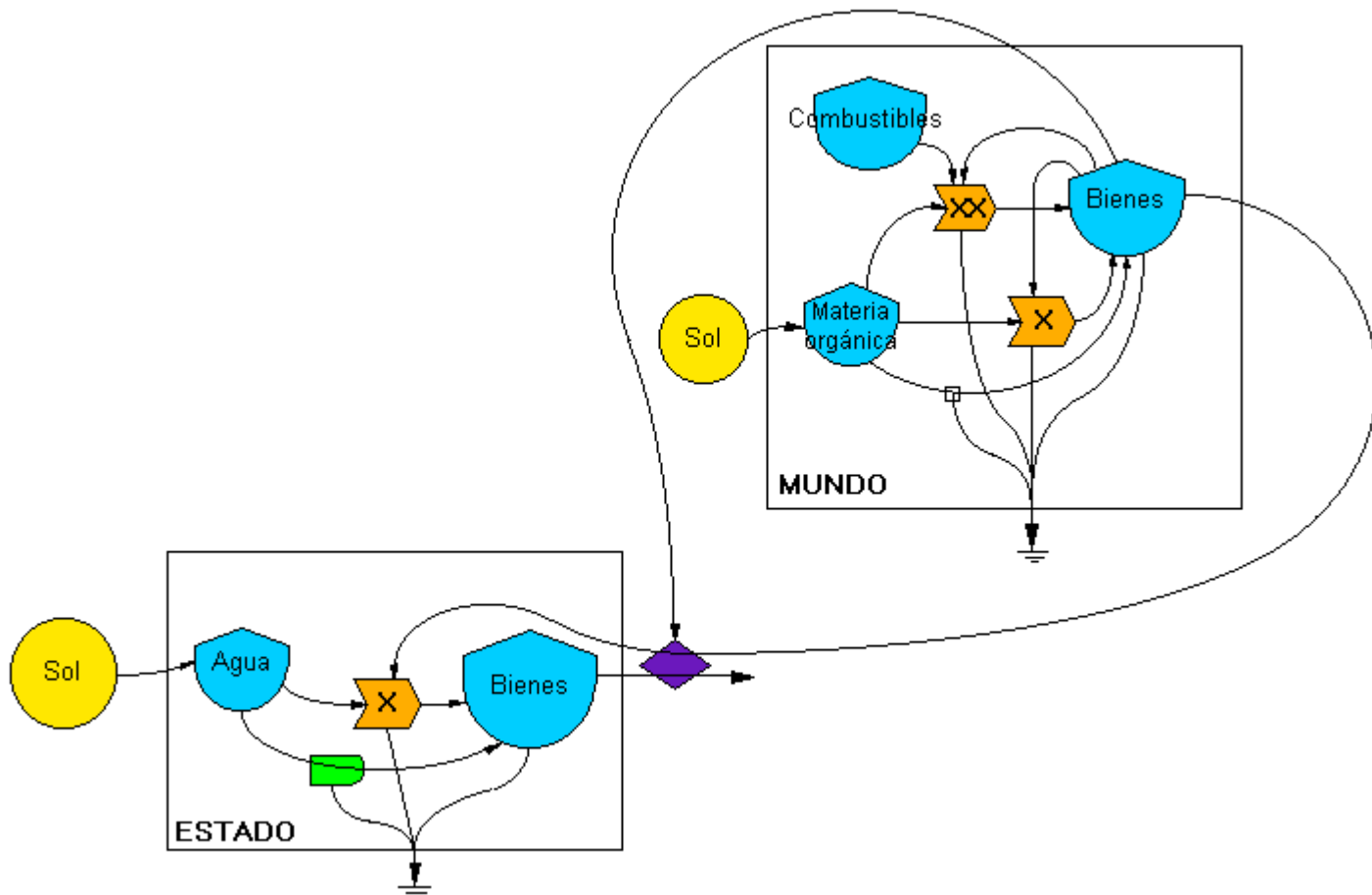


Figura 30.3 Modelo combinado de un estado y del mundo.

30.4 Simulaciones del crecimiento de un estado manejado por el crecimiento de los bienes mundiales.

El modelo de la tendencia de un estado y el modelo mundial se combinaron en la Figura 30.3, los programas de computadora combinados se proporcionan en el Anexo A.22 y la Tabla A.16.

Los resultados de la simulación combinada están en la Figura 28.4. Aquí, los recursos importados por el estado a cambio de exportaciones se programaron para estar en proporción a los bienes mundiales. De esta manera, el modelo mundial está hecho para manejar el modelo estatal.

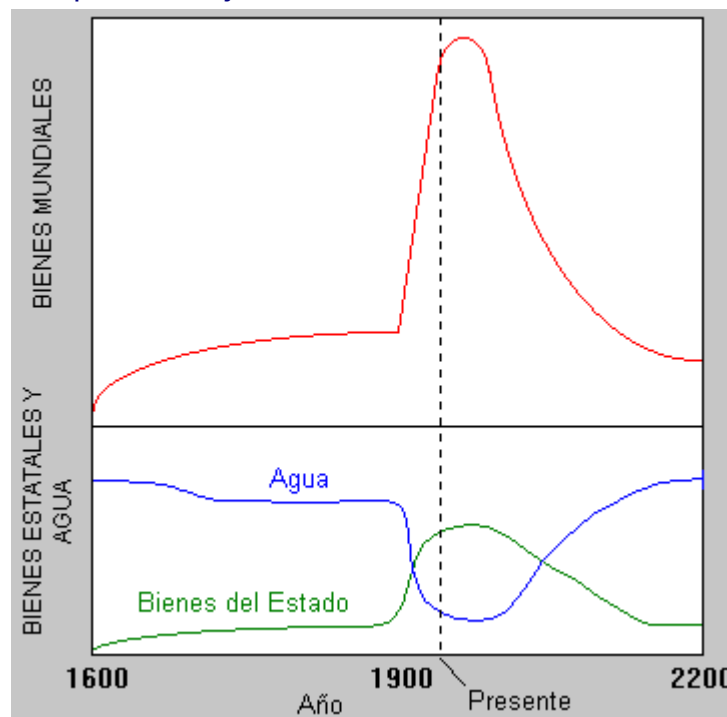


Figura 30.4 Simulación de modelo de tendencias de un estado manejado por el modelo mundial (Figura 30.3).

En la parte superior del gráfico, en la Figura 30.4, los bienes mundiales crecen y decrecen como en la simulación de la Figura 30.2. El crecimiento de los bienes mundiales hace disponibles suplementos crecientes de recursos para la economía del estado después de 1900, cuando los combustibles fueron incluidos. Los bienes del estado (la mitad superior del gráfico en la Figura 30.4) crecen muy rápidamente después de 1900 en respuesta al incremento de recursos disponibles del mercado mundial.

A medida que el crecimiento mundial crece y declina, la disponibilidad de recursos externos decrece y el nivel estatal de crecimiento disminuye hasta un estado estacionario sostenible por los recursos renovables. El agua se restablece a un nivel que tiene las mismas características de los estados iniciales después del impulso de crecimiento.

30.5 Simulación del estado de crecimiento cuando no se tienen recursos externos disponibles.

Si el estado se desarrolla sin cualquier recurso obtenido por tratados con el resto del mundo, no podrá crecer mucho. En la Figura 30.5, la simulación muestra la economía de un estado construida hasta un nivel moderado basado en recursos ambientales locales. Este desarrollo de los bienes del estado disminuye los recursos ambientales (agua) a niveles ligeramente más bajos que antes del desarrollo.

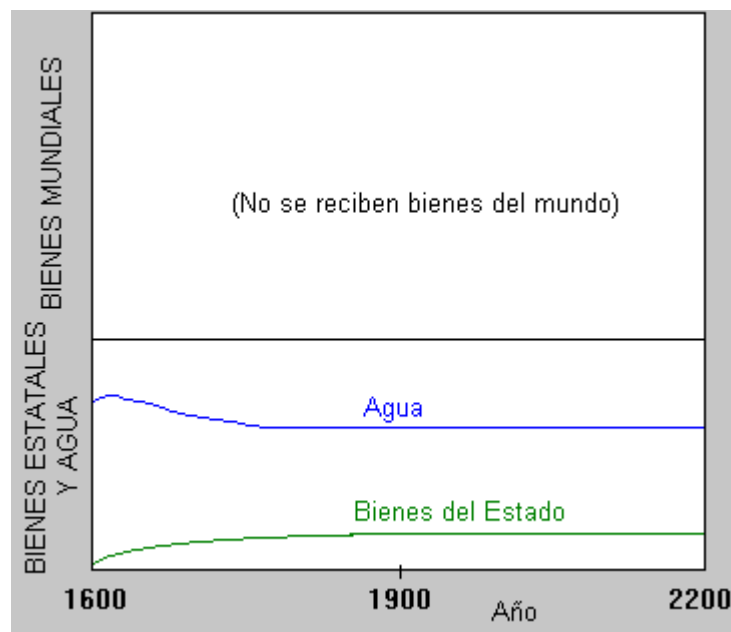


Figura 30.5 Simulación del modelo de tendencia (Figura 30.3) sin conexión con el modelo mundial.

30.6 Simulación del crecimiento de un estado con un incremento estacionario en la disponibilidad de recursos externos.

Muchas persona piensan que el crecimiento de los bienes mundiales continuará por un largo tiempo. En esta simulación (Figura 30.6) los recursos mundiales,

recibidos a cambio de las exportaciones, conforme crece sin interrupciones en todo el tiempo de la simulación.

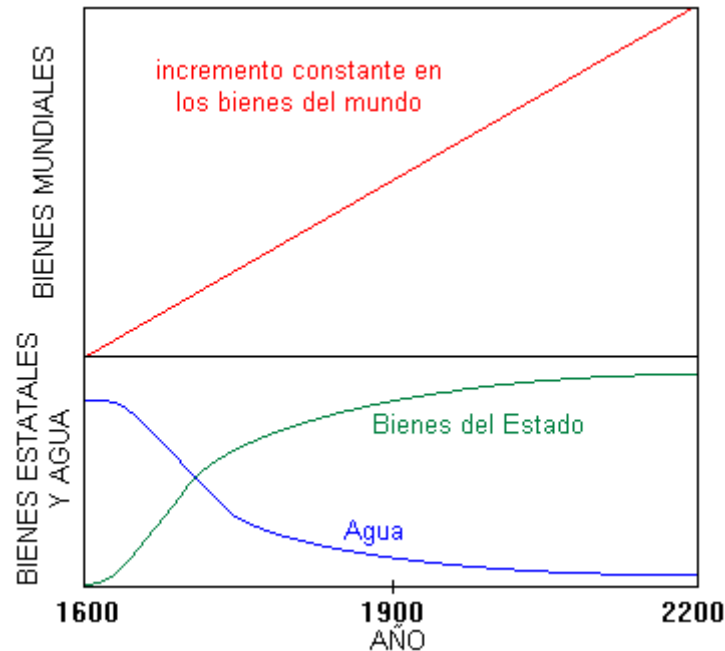


Figura 30.6 Simulación del modelo de tendencia de un estado (Figura 30.3) con un incremento constante en los bienes mundiales.

Como se muestra en la Figura 30.6, el crecimiento de los bienes de un estado no continúa indefinidamente, aún cuando más y más inversiones de combustibles, bienes y servicios se reciben del exterior. Con tan favorable disponibilidad de recursos externos, se puede esperar un gran crecimiento en la economía del estado; no obstante, los recursos ambientales (en esta simulación están representados por el agua) se grafican descendiendo a tan bajos niveles que pueden limitar más adelante el crecimiento de la economía. Esto corresponde a algunas condiciones que se han observado actualmente en parte de los países.

Preguntas y actividades del Capítulo 30.

1. Haga una lista de algunos recursos renovables y no renovables que influyan en el crecimiento futuro de un estado.
2. Discuta que se quiere decir con bienes de un estado.
3. Discuta lo que sucedería a los recursos ambientales de un estado si la cantidad de combustible fósiles del mundo fuera ilimitada.
4. Describa lo que le sucedería al crecimiento de un estado si la cantidad de combustibles fósiles del mundo fuera ilimitada.



[Índice
General](#)



[Capítulo
Anterior](#)



[Encabezado de este
Capítulo](#)



[Capítulo
Siguiente](#)

**"Environmental Systems and Public Policy" Copyright: H. T. Odum *et al.*
Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.**

Dudas? Sugestiones? Escriba para leia@fea.unicamp.br

Última revisão: 09 de janeiro de 1998.



CURSO DE ECOSISTEMAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS
PARTE III. EL SISTEMA ECONOMICO

Capítulo 31.

UN MUNDO DE BAJA ENERGÍA

OBJETIVOS

1. Hacer una lista de las características, ocupaciones y actividades de un mundo energéticamente intensivo que no pueden realizarse en un mundo de baja energía.
2. Hacer una lista de las características, ocupaciones y actividades de un mundo de baja energía que no pueden realizarse en un mundo de energía intensiva.
3. Predecir la localización de la tensión sobre la sociedad, durante el periodo de transición de un mundo de energía intensiva a un mundo de baja energía.
4. Hacer una lista de las actitudes ventajosas durante el periodo de transición.

Este libro ha utilizado la energía en ecosistemas para mostrar lo que existe en el planeta Tierra y los procesos por los cuales los científicos han llegado a ciertas conclusiones. Ahora es su turno.

Una de las cosas que los científicos realizan, son predicciones; estas se basan en la mejor información que han podido obtener. En las ciencias biológicas y físicas, las predicciones se basan en modelos que se suponen verdaderos. En las ciencias sociales, no obstante, hacer predicciones desagradables generalmente causa como consecuencia un cambio. Las predicciones sobre las sociedades pueden servir como avisos, la humanidad **puede** ser capaz de controlar su propio destino. Si los seres humanos escuchan esos avisos y actúan con responsabilidad, el resultado puede no ser como se ha predicho. El valor de una predicción puede mentir en su habilidad de causar su propia alteración.

Se han presentado muchas piezas de la evidencia para ser consideradas. En este Capítulo final se presentarán algunas predicciones positivas y esperanzadoras. Estas predicciones presumen que los seres humanos se comportarán dentro de cierto esquema. Debe decidir si estas predicciones realmente pueden suceder, o no. Es muy posible que lo que haga durante su vida determine si ellas se harán realidad.

Como los modelos de sociedad y naturaleza dependen de modelos de los recursos, es posible predecir algunos de los aspectos de un mundo de baja energía que puede seguir al presente periodo de abundante combustible fósil. Si podemos anticipar el modelo del futuro, podemos planear mejor la transición..

31.1 Un presupuesto de energía para el año 2100.

Los ítems en un presupuesto de energía para los Estados Unidos se presentaron en la Tabla 23.2. Considere la situación que puede existir cuando las fuentes no renovables sea consumidas. El país deja como media cerca de 27% del nivel de 1980. Algunas naciones pueden obtener más que eso, otras, menos.

31.2 Cambios para el modelo norteamericano del presente.

Si para el año 2100, los principales recursos combustibles y minerales han sido utilizados, la economía se contraerá y la población disminuirá, entonces el escenario norteamericano puede ser menos congestionado con personas. Si se concentra más energía en áreas rurales que en las ciudades, más población estará en el campo y las ciudades serán más pequeñas. Los mercados venderán más bienes producidos y procesados en su localidad. Las exportaciones de cosechas y bienes industriales serán menos debido a la ausencia de transporte barato.

Para entonces, muchos de los recursos minerales y de combustibles de los Estados Unidos habrán sido tan explotados, que el medio ambiente puede ser sometido a una nueva reorganización gradual. Habrá una reestructuración natural y planeada del patrón del suelo, caudal de drenaje y diversidad de vegetación. Con menos fertilizantes disponibles, habrá prácticas de uso de la tierra que mantengan el suelo cubierto y en rotación. La pesca usará navíos de menor envergadura y pescarán en aguas cercanas a la costa.

31.3 Aspectos que se deterioran.

Ya, algunas de las estructuras del sistema norteamericano están deteriorándose más rápidamente de los que pueden mantenerse. A medida que la energía disponible disminuye, muchos otros aspectos del sistema económico pueden también declinar, como por ejemplo: carreteras, puentes, rieles de tren, plantas de energía (principalmente gigantes plantas de energía nuclear), algunas de las más

complejas comunicaciones y facilidades de la televisión. Cuando menos energía esté disponible, estas operaciones tendrán que usar menos servicios de alta energía. Las facilidades de la Aeronáutica, la Administración Espacial y cadena de emisoras con satélite tal vez no puedan ser sustentables. Las bases de defensa pueden ser menos elaboradas, con aeronaves y tanques menos sofisticados, conforme los servicios de armamento se hagan cada vez más dependientes de las personas. Las construcción intensiva en áreas costeras relacionadas al lujo, turismo y ricas reformas, pueden desaparecer, acelerados por desastres naturales y puede no haber subsidios restantes para reconstrucción.

Si examinamos las grandes estructuras de las antiguas civilizaciones de Europa y Asia, podremos encontrar que los materiales de las grandes pirámides ó templos, están siendo usados actualmente para operar funciones menos elaboradas. Luego que los materiales útiles fueron aprovechados, el resto se convirtió en ruinas y fueron cubiertas por tierra o arena llevada por el viento para dar lugar a nuevos paisajes. Las estructuras duraderas fueron aquellas que mantuvieron su uso para atender necesidades esenciales tales como: vivienda básica y uso de agua para mantener la producción agrícola. Cuales de las actuales estructuras resistirán?

31.4 Nuevos Aspectos.

Por generaciones hemos estado acostumbrados a pensar en el progreso como algo grande, mejor, más complejo y más tecnológico. La previsión de que un mundo de baja energía es pequeño, simple y menos tecnológico puede verse como anti-progreso. Sin embargo, los seres humanos han subsistido en sociedades de baja energía por mucho tiempo a lo largo de su historia.

Posiblemente estamos mejor adaptados a un régimen de baja energía que al mundo urbano intensivo del presente.

La forma de vida que envuelve poblaciones más dispersas, patrones rurales de vida y menos diferencias entre ricos y pobres puede ser considerado como progresivo. Las condiciones para una persona individual pueden ser buenas, si la *energía por persona* se mantiene grande como resultado de la decadencia de la población a medida que el uso de la energía se reduce.

Algunos aspectos de la sociedad tecnológica pueden retenerse si los costos energéticos de mantenimiento no son muy grandes. Tal vez esto se haga realidad para muchas vacunas, drogas, pequeñas computadoras, radios, televisión, bicicletas y libros.

Los sistemas agrícolas posiblemente tiendan a ser como aquellos al inicio de esta Era, que requerían menos combustibles fósiles especiales y soporte técnico, y tenían más producción neta. El conflicto de mantener el medio ambiente natural continuará siendo necesario debido a la creciente demanda de tierra para producción agrícola y de silvicultura, preferible a la presente presión de crecimiento urbano. La práctica de la agricultura requerirá mayor diversidad de cosechas y más rotación de cosechas en barbecho en etapas para reducir las hierbas dañinas e insectos, permitiendo vegetación sucesiva para extraer elementos fertilizantes de las rocas y lluvia. Los pájaros e insectos predadores pueden ser usados en lugar de los pesticidas para compensar los grandes costos de los pesticidas químicos.

Las actividades sociales y políticas pueden moverse a centros más pequeños. Las diferencias en las condiciones locales pueden ser expresadas como diferentes costumbres y culturas.

31.5 Sociedad humana alternando entres regímenes de producción y consumo.

Cuando se toma en cuenta una escala mayor de tiempo y espacio, el curso de la cultura de consumo mundial, que consume más de lo que produce, puede ser considerada como en una etapa de un periodo de oscilación más grande que los descritos en el Capítulo 9. La actual economía consumista es como un fuego ó una epidemia de langostas, después del cual, el sistema cambia a un largo periodo en el que la producción excede el consumo. No cabe duda que gracias a su flexible adaptabilidad, la cultura humana cambiará, si es necesario para sobrevivir en ese tiempo, hacia una cultura que administre el mundo para una producción neta. De acuerdo al concepto de *oscilación*, cuando suficientes recursos se hayan acumulado nuevamente, el pulso de la cultura de consumo puede volver e iniciar otro periodo. El desafío es conservar los mejores

conocimientos adquiridos en los periodos de alta y baja energía, haciéndolos disponibles para ser nuevamente usados.

31.6 La transición.

El lapso comprendido entre ahora y el estado de baja energía puede ser un tiempo de grandes cambios. Esta transición puede causar ruptura y ansiedad si la población no entiende lo que está sucediendo.

Si se anticipan las nuevas direcciones, podemos prepararnos para los cambios.

Por ejemplo, educarnos para ser flexibles en escoger empleo, estar dispuesto a especializarse en un trabajo técnico y trabajar en varios campos a la vez. Estar listo para tareas de jardín ó granja, construir y reparar su propia casa, fabricar su propio entretenimiento, reducir el transporte, ayudar a los vecinos y a la comunidad y involucrarse en las decisiones políticas locales.

La incapacidad de entender las fuerzas que afectan nuestras propias vidas puede causar confusión y miedo. Aquellos que pueden anticiparse a estos cambios deben transmitir y explicar sus conocimientos a los demás. Planificar y sobrevivir en un mundo de baja energía puede ser un desafío excitante.

Preguntas y actividades del Capítulo 31.

1. Describa como maneja su comunidad el agua, aguas servidas, basura, desechos, metales. Como esto podría cambiar en un mundo de baja energía?
2. Describa cuales fueron los orígenes de los componentes de su comida más reciente. Cómo podrían cambiar sus alimentos en un mundo de baja energía?
3. Describa como se moviliza de un lugar a otro. Cómo podría cambiar en un mundo de baja energía?
4. Discuta que aspectos de su comunidad pueden desaparecer en un mundo de baja energía.
5. Discuta que aspectos su comunidad puede aumentar en un mundo de baja energía.
6. Haga una lista de tres trabajos que no existirían en un mundo de baja energía.
7. Haga una lista de tres nuevos trabajos que podrían ser útiles en un mundo de baja energía.