

EL ECOSISTEMA, LA ENERGIA Y LOS VALORES HUMANOS

Prof. HOWARD T. ODUM (*)

Si los flujos de energía generan los ecosistemas de la biósfera —incluso el fenómeno de la humanidad y los valores humanos— el examen de las leyes y los sistemas de la interacción energética debe mostrar cómo se relacionan los valores humanos con los flujos de energía de un ecosistema.

La evaluación de flujos de energía puede darnos mediciones cuantitativas valiosas para ayudarnos a entender el papel de la tarea espiritual del hombre, en la administración de la Tierra. Para contribuir a la visualización de los sistemas de energía se presentan esquemas generalizadores, y se emplea un lenguaje de símbolos que son, al mismo tiempo, formulaciones matemáticas para simulación por computadora. Libros recientes ya han presentado y empleado este lenguaje (1). Algunos de los símbolos aparecen en la Fig. 1. Los diagramas de energía pueden ser útiles para una prolija comunicación de religión comparada.

EL FLUJO DE ENERGIA Y EL PRINCIPIO DEL PODER MAXIMO

El examen de las tendencias transitorias en los sistemas ecológicos parece indicar que el principio de la potencia máxima es una ley capital para explicar los sistemas del hombre y la Naturaleza (2). Este principio dice que los esquemas dinámicos de flujo de energía o de potencia más duraderos —y por consiguientes los más probables— (incluidos los sistemas vivientes y las civilizaciones), tienden a transformar y devolver la cantidad máxima de energía potencial, con el ritmo más rápido posible.

(*) Howard T. Odum, Profesor de Investigación para posgraduados, Departamento de Ciencias de Ingeniería Ambiental, University of Florida, Gainesville E. U. A., expuso este trabajo en una conferencia sobre "El Ecosistema, la Energía y los Valores Humanos; los Próximos 100 Años" en el Rollins College, Winter Park, Florida E. U. A., el 19 y el 20 de marzo de 1976. Tradujo Tradujo E. M. V.

Esto requiere que en cada etapa, el 50 por ciento del flujo de la energía potencial almacenada tienda a volcarse en el estanque de dispersión de energía, y 50 por ciento se transforma en una nueva reserva de energía disponible para un proceso futuro, de calidad superior.

Todos y cada uno de los actos que tienen lugar en la Tierra entrañan un flujo de energía potencial, que proviene principalmente del sol, y desemboca en un estanque de dispersión o consumo de calor. Los trayectos de estos cursos están determinados por jerarquías de fuerzas directoras, desarrolladas según leyes naturales, como subproductos del flujo. Estas fuerzas directoras incluyen depósitos laterales de energía, en los esquemas materiales, y circulaciones dinámicas de las sustancias terrestres, que abarcan todos los elementos de la biosfera, desde los más antiguos y más primitivos, hasta los más recientes y más civilizados de los elementos espirituales del sentimiento, el pensamiento y la conducta del hombre, en las artes, las ciencias y las religiones.

El principio de potencia máxima, que conforma este flujo en todos los niveles, mereció en el siglo pasado un reconocimiento creciente, como principio fundamental de la energética; en 1922 A. J. Lotka demostró que de ese principio se deduce, por lógica, el proceso darwiniano de selección natural. En décadas recientes se ha puesto de manifiesto que el principio actúa conformando los flujos de energía, aún a niveles de sentimiento y de pensamiento de los pueblos civilizados, tanto como en los niveles de los procesos de selección natural, de los hechos biológicos y físicos.

La evolución de todos los acontecimientos en los miles de millones de años de la historia de la Tierra, es potencialmente explicable por la acción del sistema dinámico integral que responde a las leyes que ahora vemos que lo rigen, y en consecuencia cabe afirmar que éstas son las causas de aquéllos. Esto es muy diferente de la interpretación corriente y equivocada, de las leyes de la termodinámica, de hace pocas décadas. Ahora se ha hecho evidente que la evolución de los acontecimientos cósmicos es una totalidad preexistente, de la cual procede la evolución de los acontecimientos que denominamos biológicos y humanos. El hombre no es ajeno a los flujos dinámicos del mundo circundante, sino un producto —una criatura— desarrollado por su servicio.

Podemos interpretar de modo correcto la posición del hombre en el esquema de las cosas, así: el hombre es, sobre la Tierra,



Fuente de energía (función de fuerza)
Fuente de causa externa.

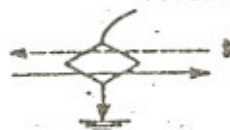


Sumidero de calor; descarga de energía usada.

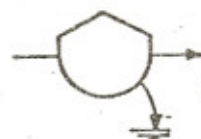


Interacción de energía, refuerza otra energía de diferente calidad (por lo general un multiplicador).

Precio

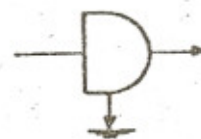


Transacción económica y función de precio.

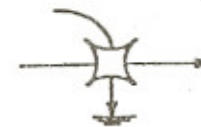


Depreciación

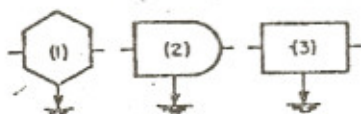
Almacenaje (variable de estado).



Transformador de energía circulante como cinemática de Michaeli-Menton (función decreciente de transferencia de retorno)



Trabajo de control si-no (acciones digitales).



Simbolos de grupos (1) unidades de auto-sostén autocatalíticas, (2) unidades de producción y (3) caja de propósito general para subsistemas varios.

Figura 1—Algunos de los símbolos del lenguaje de los circuitos de energía.

la criatura especial en el ápice de los niveles de evolución sucesiva, o etapas de orden y dominio creciente, en el proceso histórico o evolutivo. En el hombre se ha formado un conocimiento consciente, cada vez mayor, de un modelo del proceso creador, y sus deberes y oportunidades en ese proceso. Ha llegado a ser un agente del proceso, en el nivel más adelantado del control, y seguirá en ese rol mientras satisfaga los requisitos generales del sistema dinámico total, del flujo de energía, o poder.

Los sistemas ecológicos, a medida que atraviesan su sucesión de pautas dinámicas, mejoran su grado de ordenamiento, desarrollan ciclos mejores, perfeccionan sus mecanismos de control, y conforman pautas que aumentan los flujos de energía de productividad y consumo. Cuando los ecosistemas y los sistemas de la Humanidad responden a diagramas similares, encontramos que también son similares las pautas de los sistemas energéticos, que muestran la universalidad de las leyes de la energía, que rigen desde lo más grande a lo más pequeño. La enorme complejidad y variabilidad de los seres humanos comienza a tener sentido. Las opciones de los individuos son un medio para explorar alternativas, y que la Humanidad toda descubra las pautas que hacen máximos los flujos de energía de los sistemas. La mayoría se ha acostumbrado a pensar en la conducta humana como la causa del comportamiento de los sistemas más extensos; les cuesta comprender que las pautas del sistema pueden lograr de los individuos la conducta que ayuda a que el sistema extraiga la potencia máxima, al competir las pautas variables de supervivencia. Acaso los esquemas ayuden; la figura 2 es un ejemplo de la red de flujos de energía y de realimentación, característicos de nuestro mundo. El influjo de energía (desde los círculos) después de cumplir su trabajo refluye por vías de energía usada (flechas), deteniéndose en los tanques de almacenamiento o interactuando por los bloques de circuito punteado. Es frecuente encontrar diseños de sistemas característicos que se explican bien por la tendencia de la potencia máxima.

La Interacción Realimentadora

La Fig. 3 ilustra la realimentación de energía almacenada, que contribuye introduciendo más energía en el sistema. Esta realimentación es de energía de calidad superior, acrecentada por interacción con la fuente. El almacenamiento es una característica necesaria para controlar la acción bombeadora de la realimentación. La energía gastada —ya no usable para el trabajo— fluye desde cada proceso (símbolo de interacción) y de la depreciación del almacenamiento. El esquema característico de las figuras 2 y 3 ilustra cómo la energía circula en ciclos. Donde las personas intervienen, con transacciones monetarias, el dinero circula en un ciclo inverso, por intercambio de los flujos que llevan energía. La energía ingresa en ciclos y sale gastada; el dinero circula en ciclos cerrados.

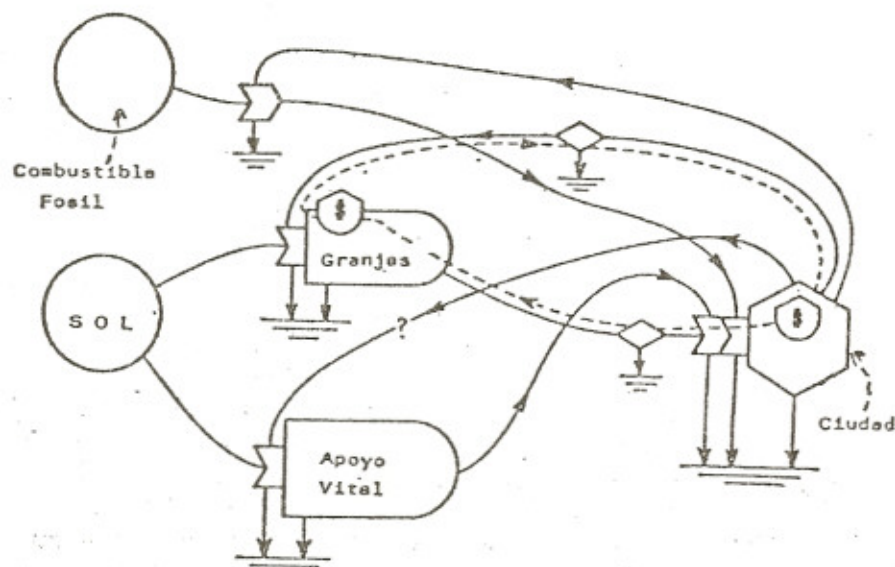


Figura 2—Flujos de energía del ecosistema de la biosfera.

El Ciclo de los Materiales. El Orden y el Desorden

Otra propiedad característica de los sistemas engendrados por los flujos de energía es el ciclo de los materiales, que ilustra la Fig. 4. Los materiales acompañan a la energía a partir de un estado de desorden, e interactúan con una fuente de energía para originar un acopio de productos ordenados. Tal y como lo requiere la ley de la degradación de la energía (segundo principio de la termodinámica), estos almacenamientos dispersan espontáneamente sus concentraciones hacia un estado de desorden. Buenos ejemplos son los ciclos de nutrientes minerales en los ecosistemas, y el ciclo de los materiales en la producción industrial.

El examen del diagrama de la Fig. 4, y la simulación por computadora de su transformación matemática muestran que los almacenamientos de orden y desorden están acoplados: la potencia máxima requiere algo de cada uno. Cuando no hay bastantes materiales desordenados, se inhibe la producción; cuando no hay bastante orden, se inhibe el reciclaje. Los lazos cerrados de orden y desorden, como los ilustrados, son automáticamente simbióticos, pues cada una de las partes del ciclo controla el ritmo de flujo de la otra parte.

Muchos de los aspectos del sistema humano de generar opciones, aplican el desorden, lo que posibilita una adaptación y una

evolución más rápida que en los mecanismos biológicos más rígidos. Alfred E. Emerson y Ralph Wendell Burhoe señalan aspectos de sistemas humanos —tales como la libertad— que conducen hacia una adaptación efectiva (3).

El orden suele estar asociado a ideales angélicos y estimado en gran valor. Gran parte de la Humanidad se preocupa por aplicar fuentes de energía para generar orden que mantenga el equilibrio con las tendencias desordenadas de los almacenamientos. A veces el desorden está asociado con el demonio u otras representaciones del azar, lo ilegal o lo desorganizado. Si para que sean máximos el flujo de energía, la creatividad, la flexibilidad y la circulación hacen falta tanto el orden como el desorden, es porque ambos son valiosos, y cualquiera puede escasear en una situación real.

H. H. Barnette pasa revista al hombre y a la teología en el orden de la biosfera (4). En un apéndice plantea el interrogante del rol del mal, palabra que suele ser aplicada a lo dañino para el hombre, a veces ejercido por otros hombres, y otras por catástrofes naturales. Si aplicamos modelos de orden-desorden para lograr perspectivas más amplias podremos concebir el mal como un flujo hacia un desorden que tiene un rol necesario en la recirculación, para generar procesos efectivos de ordenamiento. Lo que algunas veces parece mal al hombre, suele ser bueno en una escala más amplia de la biosfera; que la Humanidad sobreviva para servir, y deba servir para sobrevivir.

La cadena de la Calidad de la Energía

Aunque la trama energética de la Fig. 2 es característica de sistemas de flujo de energía, éstos pueden integrar cadenas que nos ayuden a visualizar principios de la transformación de la energía. La Fig. 5a representa una cadena energética típica, como las que encontramos en las cadenas alimentarias de la ecología, las ocupacionales de la industria y las de los procesos físicos del océano y la atmósfera. La energía se transforma, en cada etapa, en un nuevo tipo capaz de realimentarse como un multiplicador. Al lograr energía de calidad superior, y capacidad de control, la energía usada abandona la cadena según la dirección de las flechas, hacia los sumideros de calor. Puede no haber más de 10 por ciento de la energía entrante, que se conserve después de cada transformación, pero la calidad mejora en cada etapa. En una cadena larga acaso haya diez mil calorías de energía de baja

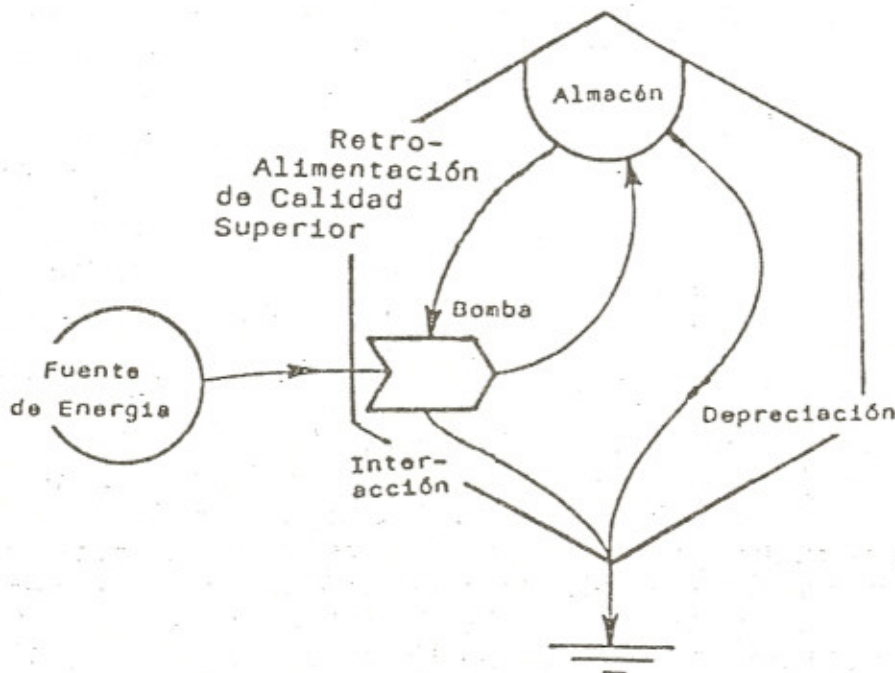


Figura 3—Diseño característico de cada componente con una retroalimentación de energía de alta calidad para maximizar la potencia.

calidad (p. ej. luz solar) transformables en una caloría de energía de calidad óptima (p. ej. electricidad o un carnívoro supremo). A la izquierda los flujos son mayores si se los mide en calorías, mientras que a la derecha son menores en calorías pero mayores en efecto como amplificadores, realimentados como lo muestra la figura 6b.

Información, Concentración Espacial

Advierte el lector que la mejora de la calidad de la energía se acompaña con la concentración de la energía en un espacio geométrico. Converge la cadena alimentaria al ascender hacia una calidad superior, mientras que la realimentación que controla la energía, que es realimentación de calidad superior, diverge hacia afuera, y es difícil de medir. Los flujos de calidad suprema son de información.

LAS BASES ENERGIA COMO VALORES

La cadena energética muestra el incremento gradual de la calidad de la energía pagada con el empleo de energía en cada

etapa. La cantidad de energía usada para generar y mejorar la calidad es una medida de ese valor, a condición de que el sistema haya estado expuesto a condiciones reales de selección, para potencia máxima por competencia. La Fig. 6 ilustra un ejemplo del costo de la transformación de la energía. El cociente: entrada (insumo) / salida (producto) se llama "factor de calidad de la energía". El concepto es fácil de visualizar si se lo aísla como en la Fig. 6a; es más difícil cuando tiene, como en la Fig. 6b, varios insumos y productos para la transformación.

Las bases energéticas de los valores se definen como calorías o equivalentes calóricos, usados en condiciones competitivas para generar un equivalente en la forma de calidad suprema. La energía tiene calidad superior por su capacidad de amplificación. La teoría establece que no hay generación de energía de calidad superior en circunstancias competitivas, a menos que la realimentación origine tanto efecto sobre la fuente precedente, como la que vierte hacia adelante. Si los aspectos de los valores humanos, la región y otros intangible de calidad superior son ubicables en una cadena con los flujos de energía indicados, los valores de los costos de la energía de los intangibles podrían ser estimados por las energías acumulativas usadas.

Para ayudar a comprar energías de diferente calidad ubicadas en diferentes aspectos de la cadena energética terrestre elaboramos tablas de equivalentes de energía que sirven para convertir a la misma calidad todas las energías, tales como equivalentes solares o equivalentes de carbón. El valor y la capacidad para realizar un trabajo contribuyen a la potencia máxima y a la supervivencia del sistema propio. La energía es la mejor medida del valor, siempre que todas las comparaciones lo sean en unidades equivalentes.

LA FLEXIBILIDAD DE LA ENERGIA DE CALIDAD SUPERIOR

Una característica de las cadenas energéticas es la flexibilidad creciente de uso, inherente a la calidad superior. Observamos energías de calidad superior usadas con flexibilidad —y tendrán que tenerla se deben realimentar— que divergen de muchas partes del sistema de donde convergía energía. La electricidad es una forma de energía mucho más versátil que la luz del sol o la leña. En las cadenas alimentarias, los carnívoros superiores son más versátiles en sus hábitos de alimentación y los servicios al sistema,

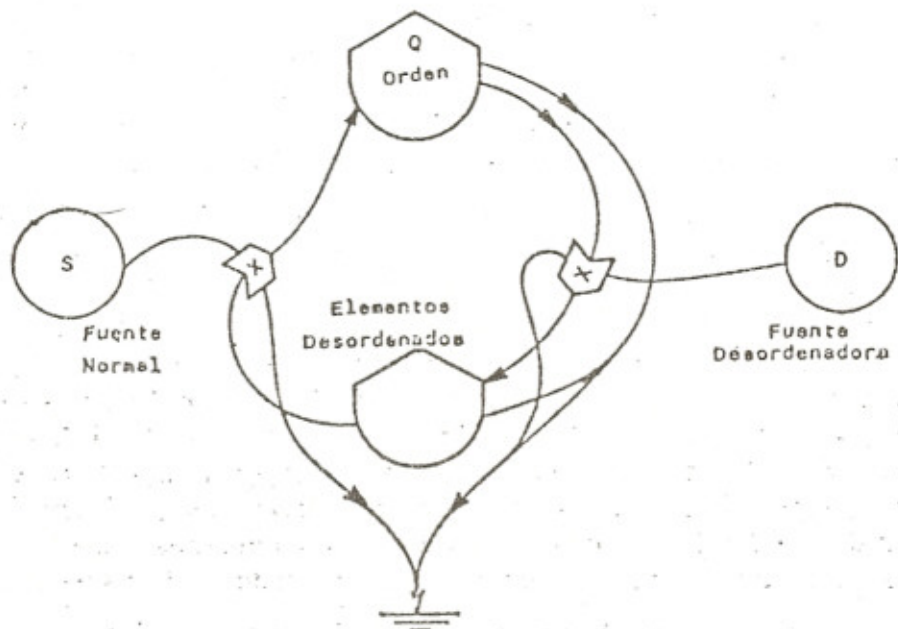


Figura 4—Esquema característico de orden y desorden en relación simbiótica

que las algas o los consumidores primarios. Consideramos ingeniosos a los carnívoros superiores y a los dispositivos eléctricos. Los seres humanos también son un ejemplo, por su cerebro.

EL ROL DEL HOMBRE, LOS SISTEMAS SOCIALES Y DIOS

Al considerar a la Humanidad en las mallas o cadenas de flujo de energía encontramos a los seres humanos mucho más a la derecha, como forma de energía concentrada de calidad superior (pero de bajas calorías). Aunque en el último siglo, rico y próspero en energía, la mayoría ha perdido conciencia de su responsabilidad, el rol del ser humano es de servicio. El hombre ejerce acciones complejas de administración y control, para hacer máximo el poder principal y la supervivencia de todo el sistema.

La Fig. 7 ilustra el rol de la humanidad como un componente energético de calidad superior que sirve al paisaje o ecosistema a cambio de un apoyo vital. El sistema descentralizado y compuesto, de partes interactuales del universo, suele ser considerado Dios. Esta interpretación contempla a la Humanidad como a una parte de Dios. El orden y el desorden son componentes necesarios

que el hombre debe manejar, pero no según su capricho. En términos religiosos, a veces oímos decir que el hombre es la imagen de Dios. Cabe enunciar mejor esta relación: el hombre, como culminación de calidad superior de las partes difusas del sistema, es el medio por el cual el sistema visualiza una parte de sí mismo.

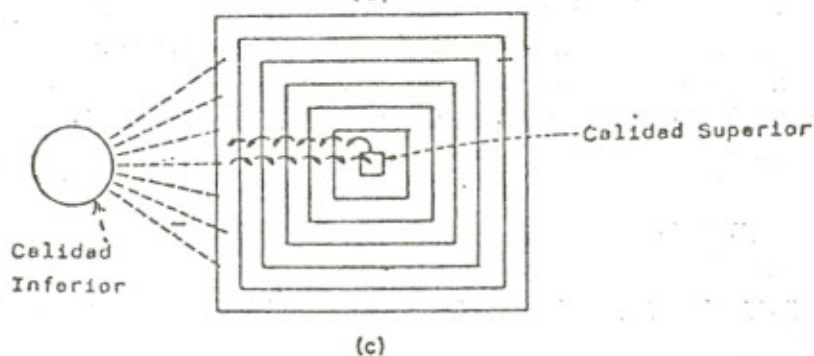
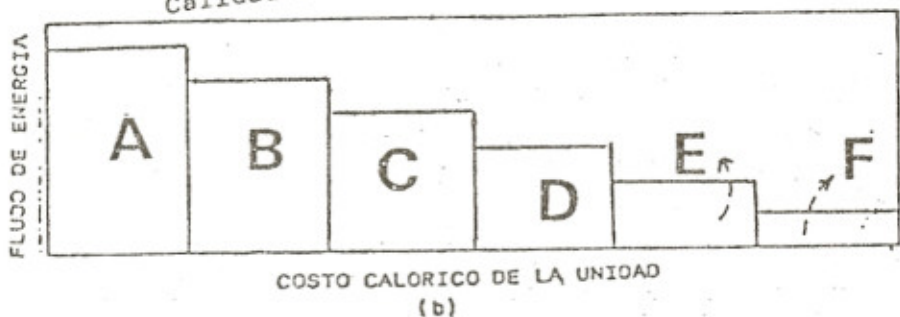
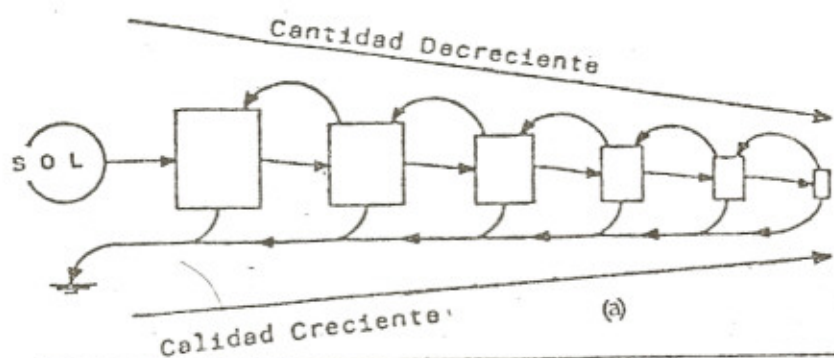
A veces oímos decir que ningún sistema puede comprenderse a sí mismo. El timbre de la puerta suena, pero no sabe por qué ni como. El hombre sabe como funciona el timbre de la puerta, pero hace cosas complicadas que no puede entender. Hacen falta más componentes para entender, que para ser. La extensión lógica de este teorema es que el sistema (Dios) en su red compartida de procesamiento de información, no se comprende totalmente a sí mismo. El sistema entero tiene una inteligencia gigantesca que es más perspicaz que sus componentes, y acaso tenga alguna forma de conciencia o "dinámica grupal" que comprenda a los humanos, pero que no puede comprenderse del todo a sí misma.

La forma como un sistema puede llegar a entenderse es elaborar ideas simplificadas, a veces denominadas modelos de sí, que tienen bastante de los rasgos principales para alcanzar alguna realidad, aunque sean lo bastante simples para comprenderlas.

La Fig. 7 muestra como se generan esas ideas (modelos) simples pero compartidas. Esta actividad tiene un nivel aun superior de calidad de energía, que el general de la Humanidad. Los modelos generales o panorámicos son más concentrados y capaces de mayor amplificación de la realimentación de control y de servicio. Si examinamos el sistema en su totalidad (Fig. 7) veremos a la Humanidad como el componente inteligente de Dios, que genera modelos mediante los cuales el sistema puede ver bastante de sí mismo para perfeccionar su manejo y lograr la potencia máxima. Un rol de la Humanidad sobre la Tierra es ayudar a que

Figura 5—Concepto de cadenas de igual calidad:

- (a) Cadena de transformación de energía.
- (b) Gráfico de flujo de energía decreciente.
 - A Calentamiento, Viento.
 - B Vegetación, cosechas.
 - C Herbívoros, Microbios, Materia orgánica.
 - D Carnívoros, Combustible fósil, Sedimento.
 - E Lluvia, Electricidad.
 - F Cultivos.
- (c) Diagrama de convergencia de energía acumulada para generar cada caloría de calidad superior.



el sistema logre verse. Es frecuente representar a los modelos con dispositivos de información muy concentrados; incluso mentes educadas, redes de televisión y salidas de computadora.

EL VALOR DEL HOMBRE

Si colocamos al hombre en una cadena de energía, cuyos flujos aproximados conocemos (al menos en sus promedios) podremos estimar cuantitativamente el valor del hombre, por las calorías empleadas para desarrollarlo y mantenerlo. Cuando los flujos de energía son caudalosos, como en el mundo industrial, la energía

gastada por persona es superior a la de una sociedad agrícola más simple, basada primordialmente sobre la luz solar. Como dijimos en el párrafo anterior, al tratar del valor de la energía, las unidades se convierten en equivalentes energéticos de una misma calidad.

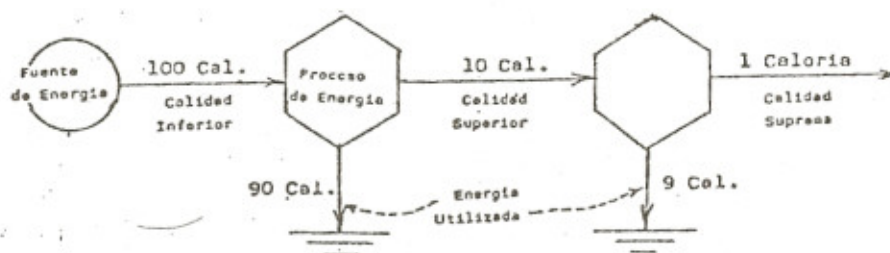
La Fig. 8 esquematiza arriba el rol humano en una sociedad de cazadores y recolectores, comparado con los roles presentes de los seres humanos en una sociedad industrializada. Por haber estado antes tan dispersos, y ser la culminación de tanta superficie de energía solar, el valor energético de la Humanidad era muy grande en el estado primitivo. Si la energía (expresada en unidades de igual calidad) es una medida de la calidad de la vida, nada tenemos que temer por pasar a un estado energético inferior, siempre que haya algún descenso de la densidad de población, que lo acompañe.

Las evaluaciones de la calidad de la energía presentan en perspectiva los atributos humanos. He aquí algunos ejemplos de evaluaciones de calidad, con la escala de costos equivalentes, en unidades de energía solar: en calorías de equivalentes solares/calorías, plantas, 1.000; carbón, 2.000; electricidad, 7.200; alimentación humana, 20.000; servicio humano simple, 200.000; servicio humano educado, 2.000.000. Aún más altos están en la cadena de los valores de calidad, los valores espirituales, con ínfimo contenido calórico, pero con muy altos costos de generación.

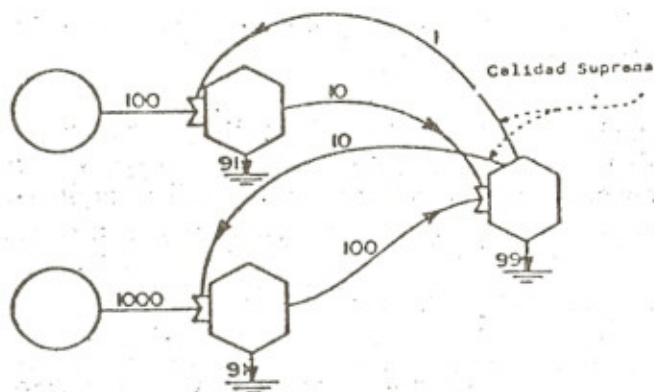
EL ROL DE LA RELIGION Y LOS VALORES ESPIRITUALES

Dentro del cuerpo y las actividades del hombre hay muchas calidades de vida. Las energías del alimento y de otros insumos del ser humano interactúan para engendrar procesos en los órganos, el corazón, los nervios y el cerebro (de calidad suprema). Entre las funciones del cerebro las hay de muchos niveles de acción y de aprendizaje, uno de los cuales es el programa central de responsabilidad básico frente al sistema circundante. La moralidad fundamental del individuo es información heredada y mamada; con frecuencia, el objetivo de una religión organizada. El programa fundamental de moralidad, vinculado con el superyo, en la concepción de algunos, es uno de los primeros aspectos que se organiza en el niño, cuando la persona es todavía simple.

La Fig. 9 muestra una cadena de flujos de energía donde el ser humano está fragmentado en funciones orgánicas, procesa-



(a)



(b)

Figura 6—Diagrama que muestra los factores de calidad de la energía y el modo de calcular los equivalentes de energía de un tipo de energía en unidades de otro tipo. (a) Concepto, (b) En una trama.

miento mental de la información y, por último, derivado de ésta, la médula esencial importante que gobierna el resto. Este programa, cuyo rol es el control central, aparece postulado como calidad de gran energía que requiere la convergencia de mucha energía, y el procesamiento de mucha información. La esencia de calidad superior, acaso sea el alma, en la terminología de otros. Burhoe revisa la base científica del alma como naturaleza medular del hombre, incluye un componente genético heredado, un componente heredado por vía cultural, y un componente ambiental también heredado (5). No importa como lo llamemos, el alma es influida por la iglesia, y realimenta directa e indirectamente al resto del sistema, para conservar la información y a la persona como un conjunto que refuerza la productividad fundamental del sistema y hace máximo el poder.

Puesto que el alma, tal como se la define dentro de la cadena de calidades energéticas, es de calidad muy superior, constituye

una forma de energía muy flexible. Tiene fácil interacción con las otras partes del sistema, y enorme poder cuando amplifica una fuente de energía.

Tal como lo manifestó el autor antes en algún libro, las partes más importantes de la esencia de una persona son únicas y requieren para desarrollarse una energía especial (6). Son las partes que adquieren alguna inmortalidad al ser absorbidas por el sistema, generalmente poco a poco, en las enseñanzas, en los hijos de uno y en los escritos propios. Esté o no esté personificado en un ente sobrenatural, lo importante es el reconocimiento de una personalidad de gran valor.

El alma es análoga a los frutos y las semillas de los árboles: tienen energía de calidad superior que sirve para que el sistema se reproduzca; una y otros son inútiles en la soledad, pero muy potentes cuando interactúan con una fuente general de energía. No nos asombremos de que haya lucha de almas en las instituciones que compiten por influencia.

LA FE Y EL INDIVIDUALISMO

La fe en el sistema propio es una parte de la relación del hombre con su biosfera, lo cual puede constituir un aspecto importante de las enseñanzas religiosas. La fe es la aceptación de la primacía y la inteligencia del sistema (algunos la llaman Dios), y de la validez de trabajar para su causa (no necesariamente fe en los conductores). Sin embargo no precisamos restringir la libertad individual para ensayar ideas nuevas. Todos deben sumergirse en el sistema, del modo que parezca mejor al tomar en cuenta su formación y sus aptitudes. La libertad es importante para mejorar la eficacia del servicio al sistema.

LA SIMULACION DE IDEAS

Cuando el aporte de la Humanidad consiste en generar ideas y modelos, la simulación con computadora puede servir para mostrar cuál es el tipo de gráficas con tiempo, características de los modelos. En la simulación interactúan las características del modelo, y generan gráficas de crecimiento y declinación como las de la Fig. 10. En exámenes simples como éste podemos visualizar los perfiles de los eventos con tiempo, sin necesidad de compu-

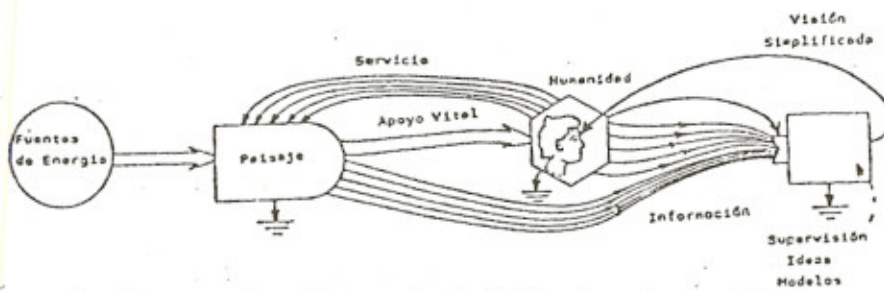


Figura 7— Diagrama que ilustra el rol del hombre dentro del sistema de la biosfera; siente, interpreta y actúa sobre la base de ideas y modelos simplificados concebidos para ayudar a que el sistema logre una imagen panorámica de sí mismo.

tadora, visualizando los modelos como si fueran tanques de agua que se llenan o descargan según los flujos de agua pasen o sean bombeados por sus cursos. El lector debe imaginar que el símbolo de interacción es una bomba mutua, y que cada flujo ayuda al otro.

En los modelos más complejos no es tan fácil visualizar mentalmente cuáles serán los resultados, porque son muchos los flujos que interactúan al mismo tiempo. La simulación con computadora muestra cuáles son las consecuencias reales que proceden de un diagrama de energía en particular.

La Fig. 11 es un ejemplo de modelo con su gráfica de simulación por computadora. Los niveles de orden y desorden aparecen graficados con el tiempo; también aparece el coeficiente de producción de orden, que está en el influjo hacia el tanque de orden.

Uno de los pasos de la simulación por computadora es escribir ecuaciones matemáticas que constituyen otro lenguaje para describir las relaciones bosquejadas. La primera ecuación dice que los recursos materiales totales en forma ordenada (O) y en forma desordenada (D) son constantes (1 significa ciento por ciento). La segunda ecuación de la Fig. 11 dice que el ritmo de cambio de orden (O) es la suma del influjo de producción k_1 por E por O por D) menos los flujos de salida.

La Fig. 11 es un modelo de producción de orden algo más complicado que los de las Figs. 3 y 4. Aquí tanto la producción de orden como la de desorden ayudan a bombear influjo de energía hacia el orden, para compensar la depreciación. Es este modelo es esencial cierto grado de desorden, que da al orden un rol de control.

EL CRECIMIENTO Y LA ESTABILIDAD

La simulación brinda gráficas del estado del sistema en función del tiempo. Hay dos estados principales: el estado de crecimiento y el estado estable. Por la forma de los diagramas de energía podremos diferenciar bastante bien cuál será la forma del crecimiento (⁷). La simulación comenzaba, en la Fig. 10, con una condición de poca energía; se agregaba más energía después, y entonces el sistema desarrollaba más estructura y proceso. Cuando aumentaba la provisión de energía de calidad inferior, generaba más calidad superior.

La Fig. 10 ilustra algunos tipos principales de curvas de crecimiento esperables de los tipos de fuente de energía presentados. En 10a la fuente es un flujo estable, de caudal limitado en la fuente. Los activos del sistema se nivelan después de un período de crecimiento. En 10b la fuente es depósito de una pequeña cantidad de energía de calidad superior que impulsará mucho crecimiento mientras dure; después se esfumarán los activos que dependan de esta fuente. En 10c a un ascenso rápido sigue una declinación y luego estabilización, que ocurre con ambos tipos de fuente de energía. Este minimodelo es el más aproximado a las reservas de energía mundiales, y a nuestro sistema. El ascenso rápido es acelerado por el petróleo y otros minerales; la estabilidad posterior se basará, otra vez, sobre la energía del sol, del agua, del viento, etc.

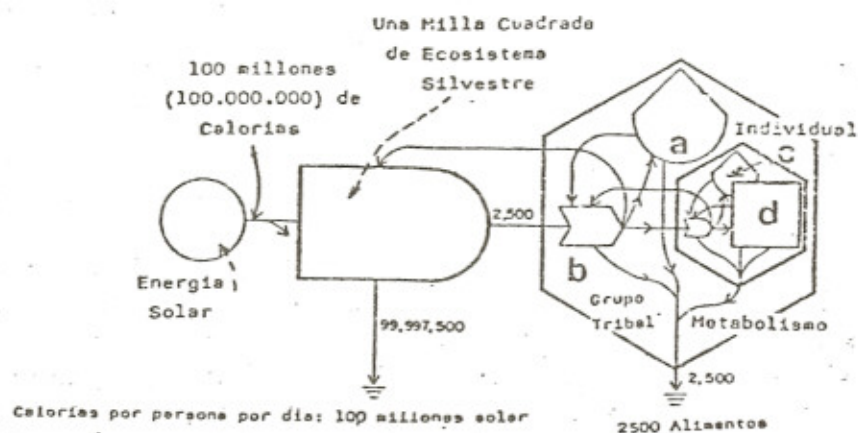
Figura 8—Base de energía para un individuo humano. (A) en Cacería y recolección:

- a Participación de activos grupales, organización.
- b Trabajo grupal.
- c Cuerpo.
- d Mente y Emociones.

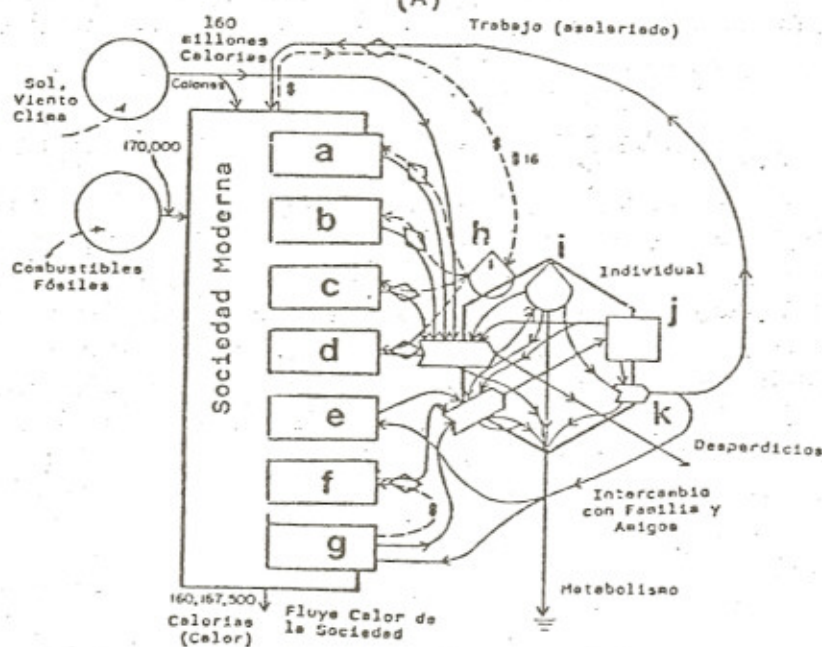
(B) En una sociedad moderna:

- a Servicios gubernamentales.
- b Vestimenta.
- c Preparación de alimentos.
- d Habitación y Transporte.
- e Grupos sociales.
- f Educación.
- g Familia.
- h Ahorros.
- i Cuerpo.
- j Mente y Emociones.
- k Servicio de Calidad superior.

Ref. Odum H. T. y Odum E. C. "Energy Basis for Man-and Nature".



(A)



(B)

En cada uno de estos estados son diferentes los procesos de las instituciones religiosas y la energía para los valores espirituales. En el crecimiento progresa la fe y un cúmulo de características de cultura y actitudes individuales compatibles con el crecimiento. Quien pueda debe crecer, para hacer que sea máxima la potencia del sistema.

En el estado estable no progresa la fe: tiene vigencia sin mucho cambio. Los individuos con valores espirituales debida-

mente adaptados son los que generan casi todo el poder. El estado estable significa no tratar de crecer ni de dominar. El hincapié está en la unidad y en la diversidad requeridas para lograr el mejor uso de la energía que sirve a la biosfera.

A veces algunos procuran establecer distinciones entre las distintas religiones, según el hincapié esté en el crecimiento y contra la estabilidad, o entre concepciones estrechas de la Humanidad, contra la administración ambiental. Estas diferencias son patentizables en el orden local, pero a la larga las religiones de mayor supervivencia son las que han tenido la flexibilidad necesaria para cambiar hacia un lado o el otro, según lo requerido, o programar y reprogramar la conducta de los grupos, de cada generación, hacia los roles que lograr la potencia máxima. Ahora volvemos a asistir a cambios semejantes.

SIMBIOSIS DE ACTIVOS ESPIRITUALES Y FISICOS

El modelo de la Fig. 12 separa la estructura de almacenamiento principal físico y energético, del acopio de valores espirituales: la información y el alma. Advierta el lector que ambos aparecen bombeando hacia el otro. Vemos que sólo los valores espirituales son reservados y recirculados para iniciar una regeneración cuando pueden actuar bombeando nuevos flujos de energía hacia nuevos seres y sistemas ordenados. La simulación por computadora demuestra que, o bien el crecimiento de este modelo puede ser rápido si la fuentes de energía son muy compulsivas e ilimitadas, o el sistema crecerá hasta una meseta, y luego se estabilizará, si el flujo de energía es sostenido y de tipo renovable. La simbiosis de lo físico y lo espiritual es flexible para generar los diferentes usos de la energía que harán máxima la potencia, según los casos.

EL EJEMPLO DEL JAPON

El Japón es un buen ejemplo para comparar la cultura de un estado estable que dispone de recursos renovables y, más recientemente, en crecimiento rápido con energías de almacenamiento transitorio.

Si representamos una figura que muestra un diagrama de flujo de energía de los cultivos rurales del Japón, las aguas de lluvia y los bosques de las colinas interactúan con los arrozales y la pesca en el mar. Si a su vez deseamos representar al Japón

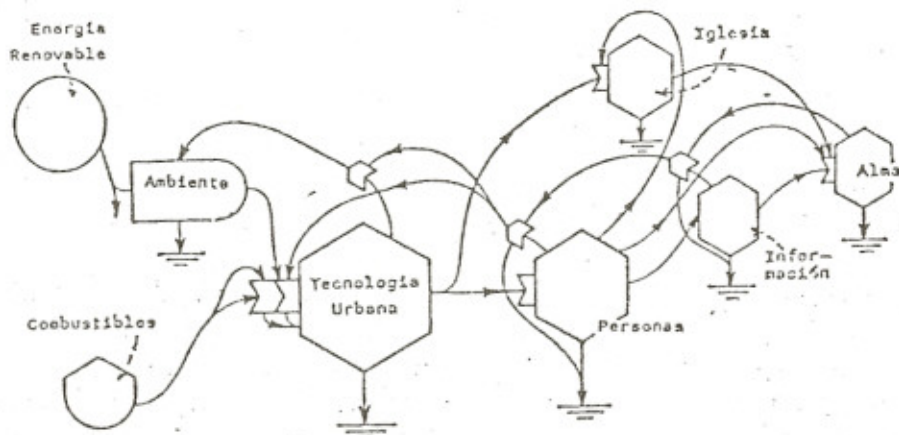


Figura 9—Esquema de la posición del ser humano, la información humana y la esencia capital del alma en la cadena de la calidad de energía. Los flujos de energía renovable proceden, a fin de cuentas, del sol.

industrial moderno, donde los combustibles principales son importados a cambio de calidad superior de trabajo para generar exportaciones, una de las maneras de hacer máxima la potencia, además de acelerar el crecimiento o ser más eficaz, es el intercambio de artículos que escasean en otras regiones, para atraer flujos de energía, con calidad superior y acción amplificadora.

Las modalidades rurales tenían energía inferior, simple, pero evolucionaron con armonía durante un período prolongado. Una clave de esto fue el empleo de aguas de montaña para cultivar los arrozales. Los porotos de soja fijaban el nitrógeno del aire como fertilizante del suelo; también fueron importantes para la dieta. Una hipótesis general es que la cultura (y los cultivos) evoluciona hasta establecer la pauta de energía. Una parte de esta vida fundamental está en la religión Shinto, que tiene símbolos una fe y miedos vinculados con el bosque. La pureza de las aguas mantiene al ser humano en equilibrio con el bosque.

La religión antigua no se adecuaba con el aporte de mucha energía nueva. Las aguas seguían sirviendo para lavar todo; derramarse hacia el mar, pero el flujo de energía está ya demasiado concentrado, y la recirculación ambiental es inadecuada. Aparecen condiciones de toxicidad; el empleo mal programado del agua contamina los mares playos, tan importantes para la alimentación proteínica de los japoneses. En lugar de permitir que los ríos serpenteen por el mosaico purificador de parcelas boscosas

arrozales, vierten en el mar, en forma harto antieconómica, el agua y los desperdicios.

Con flujos de energía superior hay más desorden. Cuando hay más desorden, hay más opciones; los esquemas son más fluidos: llegan horas propicias para emplear energía para desarrollar valores espirituales nuevos de calidad superior. Surge gran variedad de pautas de ensayo, conjunción de ideas y erradicación de los esquemas anticuados. Hoy, con otra reducción de la energía (el Japón tiene que comprar ahora combustibles de gran costo) el período creativo declinará, serán menos las pautas de control religioso, y los individuos manifestarán menos tipos de almas. Cabe esperar que, a su debido tiempo, surja una pauta nueva, que acomode los nuevos regímenes de energía menor. Los roles simbióticos que controlan el paisaje harán máxima la potencia, mediante energía de fuentes renovables.

LAS OPORTUNIDADES DE NUESTRO FUTURO

¿Cuáles son nuestros propios roles, en el cambio de las pautas de energía? ¿Qué valores espirituales y pautas religiosas harán máximo el flujo de energía en los años venideros de declinación y nivelación en la estabilidad? La energía total será menor, y el valor de la Humanidad tendrá que declinar algo, a tono con todo el sistema. Cabe predecir más eficiencia, diversidad, sentimientos de antiprogreso, flexibilidad, variantes inferiores y esquemas de escala menor.

Con menos energía en la convergencia, se reducirá la energía para organizar sistemas regionales, nacionales y mundiales más amplios. Acaso vuelvan a ser confinadas las instituciones religiosas en cada localidad, para permitirles adaptaciones especiales. La misión es adaptar los programas religiosos y las almas de los individuos para el servicio más efectivo para el flujo máximo de potencia del sistema. La oportunidad de alcanzar un esquema que sea duradero será mayor que durante el crecimiento. La labor del individuo podrá ser mucho más perdurable. Muchas de las patologías del flujo de energía recalentado, tales como las perturbaciones mentales, el crimen y la desorientación deben disminuir. El futuro es optimista, pero no en el sentido del progreso y el crecimiento. Estas pueden llegar a ser "malas palabras" cuando las energías son estables.

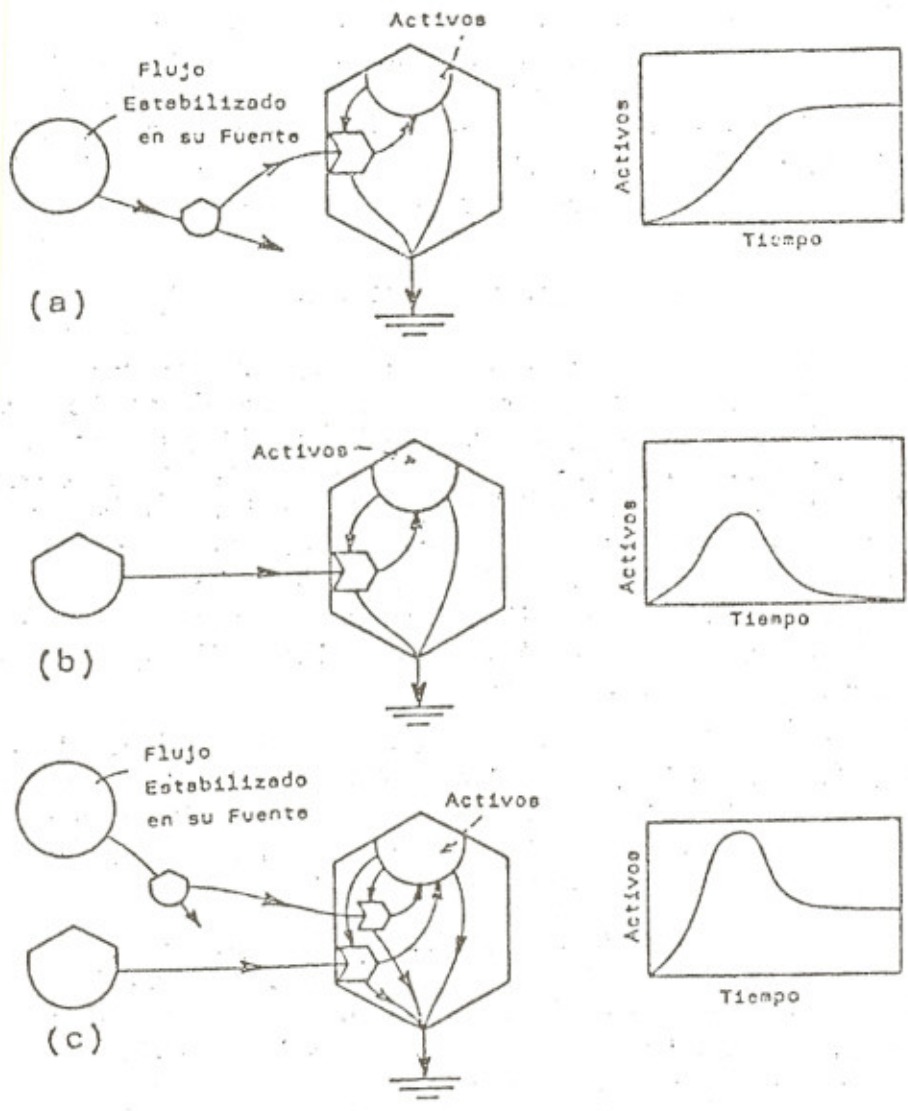


Figura 10—Tipos de crecimientos que surgen de la simulación con computadora de tipos de fuentes de energía. Cabe imaginarlos como si agua fluyera por cañerías de entrada y salida de un tanque. (a) Flujo firme de energía renovable, limitado en la fuente; (b) La fuente de energía es un depósito de energía de alta calidad no-renovable que experimenta crecimiento y declinación transitorios; (c) Los dos tipos de energía presentados en (a) y (b).

Puede haber algunas prácticas que aquí consideramos arcaicas o ridículas: del mismo modo que los artefactos de la civilización romana se incorporaron a la fe, al dogma y a la práctica de los credos religiosos, así nuestras torres, rascacielos, plantas nucleares eléctricas y grandes autopistas podrían llegar a alcanzar significación casi religiosa. Cada sistema toma los materiales heredados del pasado, para crecer. Esas grandes herencias servirán para muchos fines diferentes, incluso su empleo como símbolos de poder de potencias pasadas, ya no comprensibles.

LAS NUEVAS VIVIENDAS

Quizá todos estemos necesitando un programa nuevo que nos ayude en la transición, que pase de las pautas de crecimiento urbano de gran energía, a la estabilidad rural de menor energía. Cuando la bancarrota ponga a nuestro alcance las tierras reservadas a la expansión urbana, y cuando las ciudades queden más vacías por la mengua de energía, la gente necesitará volver a las aldeas pequeñas. Algunos se mudarán al campo y usarán más energía solar y trabajo agrícola. Habrá más subsistencia, más diversidad y más armonía en la simbiosis con la tierra. ¿Cómo podremos promover esto?

Quizá con leyes que permitan disponer de tierras de la iglesia, o cedidas o arrendadas, para las nuevas viviendas. Quienes hoy habitan viviendas suburbanas puedan comenzar a cultivar campos próximos. Las nuevas viviendas requerirán la aparición de nuevas instituciones sociales y religiosas.

Con pautas de flujo de energía estables harán falta menos hijos, pero no bastará la estructura de la familia pionera: los pioneros llevaron a cabo una intensa explotación de reservas forestales, minerales y del suelo. La nueva era tendrá un "tempo" más lento; al ritmo de las lluvias, la mejora de los prados y el trabajo del sol.

A medida que se haga menor la escala de las cosas, el individuo será más importante. Su religión y sus normas éticas serán las de un grupo pequeño. Tal vez la moralidad individual y las instituciones religiosas reemplazarán a los abogados y a los gobiernos como custodios de una conducta social buena.

¿Por qué no emprender un concurso de alcance nacional sobre planes sugeridos para la estructura social, económica y religiosa,

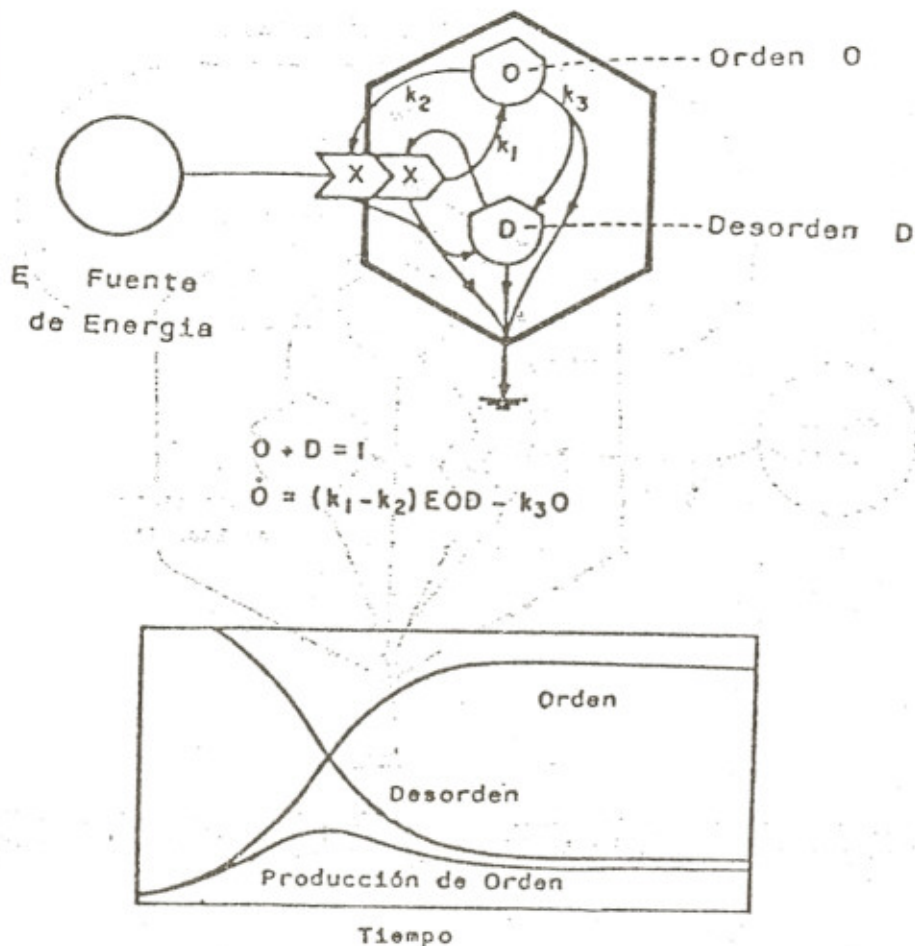


Figura 11— Simulación de modelos que relaciona la información del alma, al sistema que sirve; una unidad donde la producción de orden angélico es tan proporcional al orden como al desorden, y a una provisión de energía ilimitada.

de las nuevas viviendas? La vuelta a la tierra viene siendo demorada en los Estados Unidos, en alguna medida, por el intercambio de cereales por petróleo, que por ahora permite que la agricultura industrializada siga siendo el soporte principal de la economía norteamericana. No obstante, a medida que las energías restantes las encontremos cada vez más profundas, y más necesitadas por los países que las venden, las oportunidades de conservar nuestros flujos de energía tendrán una declinación gradual. Aprontémonos con sermones para los ciudadanos, respecto de los modelos mediante los cuales Dios pueda ver con sus ojos humanos, lo que hay que hacer.

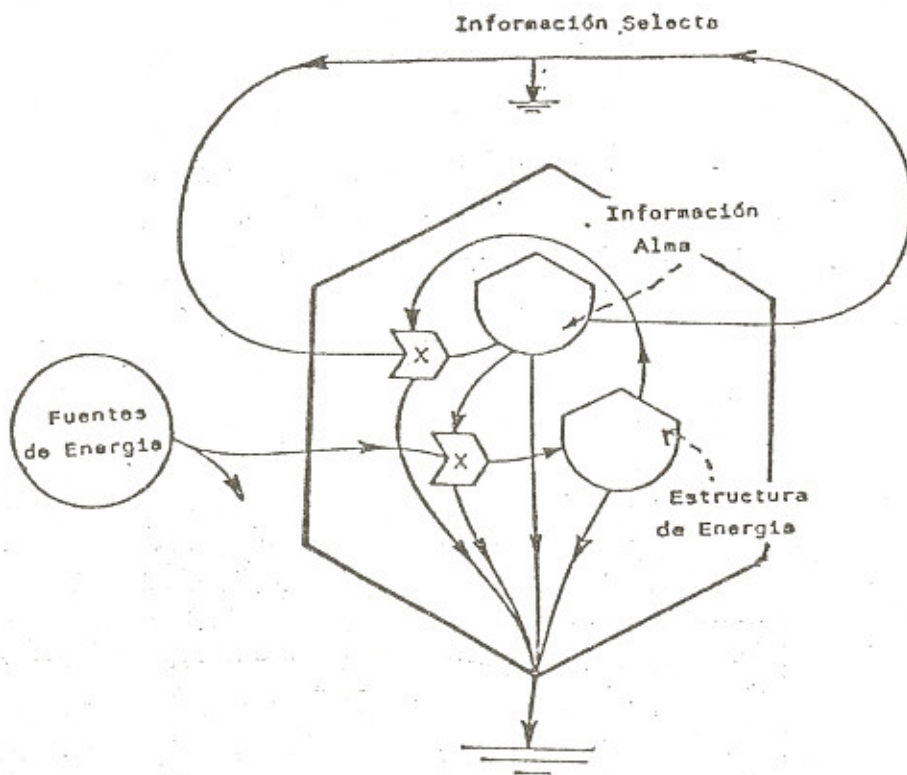


Figura 12—Un modelo de almacenamiento de información y de energía, donde la información recircula a la manera de la selección de almas para la inmortalidad.

BIBLIOGRAFIA (Los números indican citas en el texto)

1. Howard T. Odum, *Environment, Power, and Society* (New York: John Wiley & Sons, 1971); Howard T. Odum y E. C. Odum, *Energy Basis for Man and Nature* (New York: McGraw-Hill Book Co., 1976).
2. A. J. Lotka, "Contribution to the Energetics of Evolution", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 8 (1922): 147-55.
3. Alfred E. Emerson y Ralph Wendell Burhoe, "Evolutionary Aspects of Freedom, Death, and Dignity", *Zygon* 9 (1974): 156-81.
4. H. H. Barnette, *The Church and the Ecological Crisis* (Grand Rapids, Mich.: William B. Eerdmans Publishing Co., 1972).
5. Ralph Wendell Burhoe, "The Concepts of God and Soul in a Scientific View of Human Purpose", *Zygon* 8 (1973): 412-42.
6. Odum.
7. Odum y Odum.