

La humanidad en su hábitat: técnicas de adaptación y de hegemonía

CARLOS JIMÉNEZ ROMERA
Madrid (España), mayo de 2004.

Resumen: El objeto de este trabajo es estudiar la relación que las diversas culturas humanas han establecido con su medio natural e investigar el papel que los instrumentos tecnológicos han desempeñado en dicha relación, para después, a la luz de lo anterior, analizar las posibles estrategias con las que corregir o replantear la relación que la civilización contemporánea ha establecido con el entorno natural, aplicando las enseñanzas que nos han aportado las diversas experiencias locales e históricas a los retos con que se enfrenta nuestra sociedad.

Eficiencia y capacidad de carga

Éstos son dos conceptos imprescindibles para comprender la relación establecida entre cualquier ser vivo y su entorno. En general, la *eficiencia* es la relación entre el esfuerzo realizado y el beneficio obtenido; en este contexto particular, expresa la cantidad de energía requerida para el mantenimiento de la vida. Por otra parte, la *capacidad de carga* expresa la cantidad de vida que una determinada zona puede sostener en función de dos variables: la cantidad de energía disponible¹ y la *eficiencia* con que las distintas especies de seres vivos la emplean. Dada una cantidad determinada de energía en unas condiciones concretas, resulta que a una mayor *eficiencia* corresponderá una mayor *capacidad de carga*.

La totalidad de los seres vivos son sistemas de una complejidad muy elevada y una *eficiencia* bastante limitada a un máximo teórico del 10 % (KORMONDY, 1976). Sin embargo, difieren en el origen de la energía empleada. Sólo aquellos seres que usan la fotosíntesis pueden aprovechar directamente la energía solar;² el resto de los seres vivos, por el contrario, se alimentan a su vez de otros seres, de los que obtienen su propia energía. De esta forma, se puede hacer una primera clasificación de los seres vivos en función de su fuente primaria de energía: las *plantas fotosintéticas* obtienen su energía directamente del Sol, con una eficiencia real inferior al 1 %. Los *herbívoros* se alimentan de las plantas; su eficiencia real se aproxima bastante al 10%; aún así, puesto que únicamente acceden a la energía ya asimilada en la fotosíntesis, la eficiencia global se sitúa por debajo del 0,1 %. Los *depredadores* se alimentan de herbívoros, con una eficiencia similar, por lo que la eficiencia global vuelve a dividirse por diez. Por último, los *superdepredadores* se alimentan incluso de otros depredadores, por lo que la eficiencia global se reduce aún más.³ El esquema anterior es conocido como *pirámide o cadena alimenticia*; cada eslabón de esta cadena supone un descenso significativo de la *eficiencia global*, de forma que el número de depredadores y superdepredadores soportados por un hábitat es muy inferior al de herbívoros y éste muy inferior al de plantas.⁴ Este conjunto de relaciones entre seres vivos y soporte material recibe el nombre de *ecosistema*. En el seno de este sistema se produce una circulación de todos los elementos necesarios para la vida en el que cada uno de los constituyentes (aporte energético, sustrato mineral y seres vivos) juega su propio papel.

Es éste el contexto donde debemos situar a los primeros seres humanos que poblaron el planeta. Aparentemente, los primeros humanos eran básicamente herbívoros, complementando esta dieta con proteínas obtenidas de animales muertos. Sin embargo, su capacidad tecnológica, que les permitía no sólo emplear herramientas como hacen otros animales, sino también fabricarlas, pronto les permitió acceder a nuevas fuentes de alimento, llegando a convertirse en auténticos *superdepredadores*. Fue también esta capacidad tecnológica la que les permitió extender sus dominios por las más diversas regiones de la Tierra, accediendo a lugares que por su clima o su escasez de alimentos les habían estado vedados hasta entonces.

En esta breve exposición, sin embargo, no hay ninguna discontinuidad; los humanos son parte integrante de los ecosistemas naturales, integrándose en ellos sin producir mayor alteración que otros *superdepredadores*.⁵ Su vida se desarrolla a través de una constante interdependencia con el resto de los seres vivos de su entorno y con la totalidad del *territorio*. El equilibrio del conjunto se garantiza a través

¹Esta energía disponible se obtiene en su práctica totalidad del Sol (directa o indirectamente) y se distribuye en el planeta siguiendo distintos patrones, principalmente climáticos, que a su vez dependen de factores geológicos (como la distribución de las grandes masas de agua).

²Otros seres aprovechan otras fuentes primarias de energía, como numerosos tipos de bacterias que extraen su energía directamente de fuentes químicas o geotérmicas, pero su incidencia en el conjunto es mínima.

³Distintos autores sitúan la eficiencia global, a nivel planetario, en torno al 0,2 % (VALERO, 1998).

⁴El ciclo completo se cierra con los *descomponedores*, que se encargan de reincorporar al sistema la materia orgánica muerta en forma de nutrientes.

⁵Este modo de vida nos lo muestra no sólo la antropología, a través de la descripción de las tribus *paleolíticas* que aún hoy sobreviven en diversas partes del mundo, sino también la biología (o la ecología) cuando describe diversas sociedades animales

de la mutua dependencia: ninguno de sus elementos llega a sobresalir sobre el resto, ya que la ruptura del equilibrio sólo puede conllevar la transformación del mismo, con un nuevo equilibrio en el que las partes tomen un protagonismo distinto.⁶

Estrategias de adaptación

La *capacidad de carga* de un determinado territorio, evidentemente variable, depende tanto de sus características naturales como del método empleado para la obtención de alimentos del mismo. Para aumentar esta *capacidad de carga* sólo hay dos opciones: modificar los métodos de obtención de alimentos o las características naturales del entorno.

La opción de los grupos de *cazadores y recolectores* consiste en adaptarse al territorio mejorando sus métodos de obtención de alimentos. Estos grupos de humanos se adaptan a las características particulares de cada territorio que habitan. Aparte de la adecuación de sus métodos de obtención de alimentos, su supervivencia depende también de la propia supervivencia del conjunto del ecosistema. Ante cualquier deterioro del ecosistema, la respuesta exige una mejora en los métodos de obtención de alimentos o un desplazamiento hacia otros territorios.⁷

Sin embargo, el propio éxito de la adaptación provoca una consecuencia inesperada: la inexistencia de depredadores que puedan competir con los humanos permite su crecimiento demográfico sostenido. Sin embargo, una vez alcanzado el límite de población que puede sostener un territorio, este crecimiento se convierte en un problema. Hay tres soluciones posibles: colonizar nuevos territorios, modificar los métodos de obtención de alimentos o limitar la población. La opción óptima para cualquier comunidad humana es la primera; sin embargo, tiene una limitación evidente: debe haber territorios disponibles para su colonización. Cuando es imposible llevar a cabo la primera solución, cualquiera de las otras dos puede ser igualmente aceptable.

La segunda posibilidad consiste en la mejora de los métodos de obtención de alimentos.⁸ Sin embargo, esta posibilidad siempre se encuentra con límites impuestos por la naturaleza⁹ y entonces se ha de optar de nuevo por limitar la población.

Los grupos de *cazadores y recolectores* perviven en la actualidad llevando a cabo una estricta política de control de la población a través incluso de prácticas como los infanticidios y senelicios (SAHLINS, 1972). Esta solución les permite conservar sus métodos tradicionales de obtención de alimentos adaptados al ecosistema natural en que se encuentran integrados.¹⁰

Por tanto, los *cazadores y recolectores* siempre se encuentran con un límite que en ningún caso pueden sobrepasar, a riesgo de poner en peligro su propia supervivencia. Esto es debido a su dependencia de los sistemas naturales, lógicamente limitados.

Para superar esta situación de *estancamiento* existe una estrategia alternativa: la modificación del entorno natural para adaptarlo a las necesidades concretas de los seres humanos. Ésta fue la opción elegida en el pasado por determinados grupos humanos. Los motivos para llevar a cabo este paso nos pueden parecer obvios a nosotros, herederos de sus valores y creencias, pero un análisis más detallado puede mostrarnos algunas contradicciones en este proceso.

de grandes depredadores. Los leones, tanto por su complejidad social como por su espectacularidad felina, constituyen un referente para la mayoría de los telespectadores de los países desarrollados.

⁶El nuevo equilibrio puede conllevar transformaciones tan relevantes que impidan la supervivencia de alguna de sus partes, incluso de la mayor parte de ellas. Estos cambios bruscos se hacen especialmente evidentes cuando nuevas especies animales acceden a ecosistemas anteriormente aislados; puede considerarse análoga la extinción de los marsupiales en América del Sur tras su unión con América del Norte (PONTING, 1991) y la extinción de diversas especies de aves no voladoras tras la llegada de colonizadores humanos a las islas de Nueva Zelanda.

⁷Seguendo esta línea, COHEN (1977) niega que el concepto de *capacidad de carga* pueda aplicarse a la especie humana, ya que ésta adapta sus hábitos alimenticios a las posibilidades del entorno, intensificando la extracción de recursos (incluyendo recursos no empleados hasta entonces) según aumenta la población.

⁸De hecho, en muchas ocasiones, la colonización de nuevos territorios ha requerido igualmente la necesidad de adaptar los métodos de obtención de alimentos, no siempre con una mejora de la eficiencia.

⁹Siempre existe un factor limitante, que puede consistir en la escasez de algún elemento fundamental para la vida (energía; elementos químicos: H_2O , C , N , S , $NaCl$...) o la escasez simultánea de varios de ellos. Aunque el *depredador* no se alimente directamente de ellos, constituyen en cualquier caso la base de la pirámide alimenticia.

¹⁰Esta solución, aparentemente tan *bárbara*, es, sin embargo, relativamente habitual en la naturaleza, donde numerosas situaciones de *stress* social se solventan a través del sacrificio o abandono de las crías más desvalidas. Además, existe otro factor que reduce de forma natural la natalidad: la ausencia de alimentos aptos para los niños de corta edad (leche, papillas) favorece el alargamiento del periodo de lactancia materna hasta llegar a los cuatro años.

Agricultura y Energía Solar

La expansión de los humanos del paleolítico, *cazadores y recolectores*, por toda la faz de la Tierra llevó varios cientos de miles de años.¹¹ Sólo hace 10.000 años que se *inventaron* la agricultura y la ganadería.¹² Esta innovación tuvo lugar, de forma independiente, en al menos tres lugares distintos (Oriente Medio, China y Centroamérica) por lo que no puede hablarse de accidentalidad. Pero, ¿se trata de una evolución inevitable?¹³

La agricultura y la ganadería consisten en la creación de un nuevo equilibrio ecológico artificial que favorece el crecimiento de determinadas especies vegetales o animales, seleccionadas en función de su valor para los seres humanos. Esta selección permite aumentar la producción de alimentos incrementando la cantidad de energía apropiada por los humanos para sí mismos, a costa del resto de los seres vivos. De esta manera, mediante la modificación de los ecosistemas naturales, los humanos pueden aumentar la *capacidad de carga* de un determinado territorio a pesar del incremento de la energía empleada (y por tanto de la reducción de la *eficiencia*).

La agricultura supuso la única solución para grupos humanos que no disponían de nuevos territorios que colonizar y que prefirieron aumentar el esfuerzo para conseguir alimentos antes que limitar su población. De hecho, esta situación se dio en aquellos pueblos que estaban rodeados de otras tierras ya habitadas por humanos y que encontraron especies vegetales y animales aptas para este proceso de *domesticación*.¹⁴

Los métodos neolíticos de obtención de alimentos cambian de manera sustancial la organización del trabajo humano; como hemos dicho, la agricultura requiere un mayor esfuerzo,¹⁵ aunque a cambio produce una mayor cantidad de alimento por unidad de superficie. Ambos factores favorecen un incremento de la población, posible gracias al aumento del rendimiento alimenticio y necesario precisamente para mantenerlo: mayores transformaciones de los ecosistemas naturales requieren mayor esfuerzo, pero, a cambio, ofrecen mayores rendimientos. Además, puesto que llega un momento en que estos esfuerzos deben coordinarse, no sólo se aumenta la densidad de población, sino que igualmente se favorece la cohesión social dentro de los grupos.

De esta manera, el peso demográfico se convierte en decisivo a la hora de permitir la colonización de otras tierras, esta vez a costa de otros humanos, desplazando y sustituyendo a los *cazadores y recolectores* de forma similar a como ellos hicieron anteriormente con otros depredadores animales, sin que para ello sea imprescindible ninguna superioridad cultural o tecnológica.¹⁶

Sin embargo, no está resuelto el problema original de los límites del crecimiento demográfico. La agricultura tan sólo desplaza los umbrales, pero sin resolver el problema fundamental: siempre habrá algún factor que limite la población humana. Dos factores han favorecido el aplazamiento del problema: aunque el aumento de la productividad agrícola y ganadera ha permitido aumentar los alimentos disponibles, la reducción de la variedad de estos alimentos —que ha empobrecido considerablemente la dieta respecto de la de *cazadores y recolectores*— junto a la concentración de grandes poblaciones —que ha favorecido la extensión de las enfermedades contagiosas— han aumentado la mortalidad de los hombres del *neolítico* respecto de aquellos del *paleolítico*, reduciendo la presión demográfica.¹⁷

Por otra parte, los nuevos métodos productivos generan un nuevo problema: la destrucción de los ecosistemas naturales y su sustitución por otros de carácter artificial. Los sistemas artificiales tienden a comportarse como ecosistemas jóvenes, tal y como los describe ODUM (1969), con un número limitado de especies vegetales y animales que consumen una gran cantidad de recursos para mantener un índice alto de producción. Los ecosistemas maduros se mantienen por sí mismos con una reducida aportación externa de nutrientes a través de una complejidad complementaria entre todos los seres vivos presentes en ellos. De esta forma, la agricultura intensiva, a cambio de una alta productividad, tiende a agotar rápidamente

¹¹De hecho, en las zonas más periféricas, como es el caso de las islas del Pacífico, esta expansión no se completó hasta hace menos de quinientos años.

¹²Este proceso, en cualquier caso, se desarrolló de forma paulatina a lo largo de no menos de mil años.

¹³COHEN (1977) se niega a aceptar que *cazadores y recolectores*, profundos conocedores del entorno natural y de todas las especies animales y vegetales que lo pueblan, desconocieran los principios básicos de la reproducción de las plantas; así, la *invención* de la agricultura no sería más que la generalización de una técnica ya conocida con anterioridad.

¹⁴Al hablar de *preferencias* hay que remitirse a un número indeterminado de variables sociales que favorecen este cambio y que se sitúan más allá del alcance de este trabajo. Puede consultarse a GODELIER (1974) para entrever parte del problema.

¹⁵Hoy en día, diversos pueblos *cazadores y recolectores* siguen negándose a convertirse en agricultores alegando el esfuerzo que requiere ese nuevo estilo de vida (SAHLINS, 1972).

¹⁶MANDER (1991) reseña numerosos casos contemporáneos de desplazamiento y exterminio de pueblos completos que se niegan a cambiar sus hábitos de vida en aras del *progreso*.

¹⁷Con todo ello, no cabe duda de que a partir de la aparición de la agricultura se produjo una considerable aceleración del crecimiento demográfico. VALLIN (1991) afirma que en un periodo inferior a mil años, entre el 4000 y el 3000 a.C., la población humana se multiplicó por diez; sin embargo, COHEN (1977) señala que los restos arqueológicos de una población nómada no se prestan a los métodos de análisis empleados habitualmente para los restos de poblaciones sedentarias, por lo que existe el riesgo de que la población preagrícola haya sido sistemáticamente subestimada por los investigadores.

los recursos disponibles. A lo largo de la historia han existido civilizaciones que han devastado su propio territorio a través de un sistema agrícola (o ganadero) que ha agotado los recursos que les ofrecía dicho territorio.¹⁸

Durante los últimos 10.000 años la agricultura se ha desarrollado principalmente en una dirección, imitando la complejidad de los ecosistemas naturales maduros y reduciendo la necesidad de aportaciones externas de nutrientes. El barbecho y la rotación de cultivos complementarios son sólo dos ejemplos de esta evolución en los sistemas agrícolas.¹⁹ Esta evolución ha triunfado sobre el medio en la medida en que ha sabido adaptarse a las condiciones naturales del territorio para responder a las necesidades creadas por una población siempre en constante crecimiento. Sin embargo, este crecimiento irrefrenado siempre ha llevado a una situación de equilibrio inestable en el que la variación estacional de los recursos ha provocado hambrunas periódicas y, ocasionalmente, considerables descensos de población.

Una vez alcanzados los límites de su territorio, la única opción para aumentar las bases agrícolas de cualquier sociedad ha sido la colonización de nuevos terrenos cultivables. Dos son las principales dificultades para llevar a cabo dicha empresa: el transporte de los productos hacia la *metrópoli* y la resistencia de los habitantes *autóctonos*. Todos los grandes imperios de la historia se han basado en dos importantes tecnologías: eficaces maquinarias bélicas y eficientes redes de transporte. Los imperios se han desarrollado en la misma medida en que lo han hecho estas tecnologías mutuamente interdependientes.

Sin embargo, y a pesar de todas las mejoras tecnológicas, hasta hace poco más de 200 años, la mayor parte de la población humana se debía dedicar a la obtención de alimentos, ya que el único medio de aumentar la producción consistía en aumentar el esfuerzo dedicado a ella. De hecho, una vez alcanzados los límites de producción de las mejores tierras, el incremento de cultivar tierras menos aptas suponía un esfuerzo desproporcionado. Para conseguir un nuevo salto cualitativo, hubo que variar un factor que hasta entonces se había mantenido constante: el aporte energético.

Revolución Industrial y Recursos Fósiles

El aporte energético del Sol se ha mantenido constante desde hace millones de años. Parte de esa energía ha sido aprovechada por los seres vivos y acumulada en los tejidos orgánicos a lo largo de toda la historia de la vida terrestre. Las reservas energéticas almacenadas en los bosques existentes en cualquier momento de la historia terrestre han sido relativamente limitadas, sin embargo, una gran cantidad de dichas reservas se ha acumulado en los depósitos de sedimentos, dando lugar a través de diversos procesos geológicos a los actuales yacimientos de combustibles fósiles.²⁰

Las distintas culturas humanas han hecho uso de las reservas energéticas más fácilmente accesibles: los bosques, produciendo la deforestación de todos aquellos territorios donde más intensamente han desarrollado sus civilizaciones. Sin embargo, la explotación de los yacimientos de combustibles fósiles supuso un salto cualitativo en esta explotación. Aunque conocidos desde antiguo, estos recursos nunca fueron explotados por su elevado coste frente a la madera; sólo en un momento determinado, donde se combinaron el agotamiento de los recursos forestales y el crecimiento demográfico derivado de la importación de recursos foráneos, se comenzó a explotar este recurso.²¹

De esta forma, antes de la explotación masiva de los combustibles fósiles, la capacidad productiva de los distintos grupos humanos dependía, en primer lugar, de la energía solar disponible y, en segundo lugar, del trabajo humano para su explotación. Una mayor población permitía obtener del medio mayores beneficios. El poder de los estados y de los imperios se medía en función de su población, puesto que ésta era, al fin y al cabo, el principal recurso productivo. Entre la población y el territorio que la acogía se establecía un equilibrio estable a largo plazo. De esta forma, las bondades del clima de un territorio definían en gran medida el bienestar de los hombres que lo habitaban.

¹⁸En este sentido, resulta paradigmático el ejemplo sumerio, la primera gran civilización agrícola de la historia humana y la primera en sucumbir al agotamiento de sus recursos, debido en este caso concreto a la salinización del suelo por exceso de riego en un suelo con drenaje insuficiente (HUGHES, 1975; PONTING, 1991).

¹⁹Probablemente, los sofisticados arrozales del extremo oriente, con sus complejos sistemas de inundación, son la forma más eficiente de agricultura que ha creado la humanidad (PONTING, 1991).

²⁰Puesto que todas las reservas energéticas presentes en la Tierra proceden directa o indirectamente del Sol y su radiación se ha mantenido constante prácticamente desde la formación del planeta, VALERO (1998) propone tomar el tiempo como unidad de medida de los diversos recursos energéticos disponibles en la corteza terrestre. Según esta contabilidad, un bosque estacionario de clima templado es capaz de almacenar una energía total correspondiente a unos 30 años de radiación solar; por otra parte, un yacimiento medio de petróleo supone una reserva acumulada superior a 60.000 años de energía solar. Este salto de magnitudes también se corresponde con el periodo de formación de ambos recursos: mientras que un bosque puede tardar en formarse varios siglos, un yacimiento de petróleo tarda varios millones de años.

²¹Este contexto corresponde a la Inglaterra del siglo XVIII, una economía en expansión gracias a los recursos de ultramar, pero con una grave escasez de combustible a nivel local debida a la deforestación. Anteriormente, todas las civilizaciones que habían acabado con sus recursos forestales se habían encontrado en una situación de contracción económica que había desestimado la explotación de nuevos recursos más inaccesibles.

La introducción en este sistema de las reservas energéticas acumuladas a lo largo de millones de años y su consumo intensivo rompió este equilibrio. De repente, el Sol no era la única fuente de energía disponible; el equitativo reparto de la radiación terrestre había asegurado hasta entonces una limitación a la concentración de los recursos, sin embargo, el uso de fuentes de energía altamente concentradas permitió la aparición de centros cuyo poder no se sustentaba en un territorio (con su correspondiente cuota de radiación solar) o en el trabajo desarrollado por una determinada población (condicionada a su vez por la capacidad de carga de dicho territorio), sino en el uso de los combustibles fósiles, permitiendo que países con un territorio y una población limitados dominasen extensos territorios y poblaciones subordinados.

El uso de fuentes de energía altamente concentrada ha tenido una consecuencia fundamental: se ha multiplicado la productividad del trabajo humano a través del uso de sofisticadas máquinas. Se ha producido un vuelco en los sistemas tradicionales, que siempre han buscado aumentar la eficiencia energética, en favor de nuevos sistemas *industrializados* que hacen uso intensivo del nuevo tipo de energía. Estos nuevos sistemas son menos eficientes que los anteriores, pero tienen la ventaja de emplear una energía ya *empaquetada* y lista para usar.²²

La posibilidad de explotar estas concentraciones energéticas proporciona una ventaja competitiva a aquellos que tienen acceso a ellas. Tal como explican ODUM & ODUM (1976), la *exclusión competitiva* supone que aquellos que más rápidamente explotan dichos recursos obtienen ventajas comparativas frente a aquellos que los consumen más lentamente. Se produce entonces una carrera desenfrenada por usar dichos recursos antes de que puedan ser empleados por los competidores.²³ Por otra parte, al tratarse de recursos no renovables²⁴ y limitados, su uso continuado y creciente supone a la larga el agotamiento de los yacimientos más accesibles, al igual que ha ocurrido antes con los bosques, y la necesidad de recurrir a yacimientos más costosos de explotar. El rendimiento, por tanto, tiende a disminuir con el tiempo.

Históricamente, con la explotación de los combustibles fósiles tiene lugar un segundo suceso de vital importancia: el conjunto del planeta queda incluido en un único sistema económico humano que abarca todos los confines, lo que ha dado en llamarse *globalización*. En este contexto, dominado por la competencia por explotar más rápidamente los recursos cada vez más escasos, cualquier competidor que no se adapte al creciente ritmo de consumo energético queda desplazado por los más competitivos y voraces.

Conclusiones

En la actualidad conviven en el planeta grupos humanos que han optado por estrategias de adaptación completamente distintas. Desde aquellos que mantienen estilos de vida propios del paleolítico y cuyo principal recurso consiste en un profundo conocimiento del medio natural, hasta aquellos otros que han optado por emplear las reservas energéticas acumuladas en el planeta para aumentar al máximo las posibilidades de modificación del entorno natural en favor de sus propios intereses. Entre ambos se encuentran aquellas sociedades que han empleado la energía solar para crear nuevos ecosistemas artificiales, estables y altamente eficientes. Todos ellos están condicionados por los recursos energéticos que emplean; la sostenibilidad de cualquiera de estas estrategias dependerá de su capacidad para crear un equilibrio estable con el entorno sostenedor de la vida.

La principal fuente de energía disponible en la superficie terrestre es la radiación solar. Esta radiación tiene unos valores determinados, que varían en función de la latitud y de la orografía del territorio, y es directamente responsable de la mayor parte de los procesos dinámicos que tienen lugar en la superficie del planeta (movimiento de las masas de aire, los vientos, y de agua, las corrientes oceánicas y el ciclo de evaporación y precipitación atmosféricas). Cualquier especie animal o vegetal que se asiente en una zona del planeta cuenta con una determinada cantidad de energía, condicionada principalmente por factores climáticos. Los seres vivos transforman parte de dicha energía en reservas alimenticias en forma de tejidos vivos. El acceso a dichas reservas constituye en el caso de los animales el único medio de alimento. El hombre se ha distinguido desde su aparición por su capacidad de aprovechar dichas reservas de energía de formas alternativas, empleando las pieles para abrigarse, la madera para alimentar el fuego y los huesos de animales como diversas herramientas.

Hay una diferencia radical entre la energía obtenida directamente del Sol de aquella obtenida de las reservas orgánicas: mientras que el Sol garantiza un flujo constante de su radiación durante varios millones de años, las reservas acumuladas presentan concentraciones desiguales y su conservación depende de que el ritmo de su consumo no supere en ningún caso su ritmo de reposición. Los combustibles fósiles constituyen

²²Puede consultarse un análisis energético algo más pormenorizado de este proceso en MOHEDANO (2002).

²³En este contexto, de competencia entre iguales, se comprende mejor el reparto del mundo y de sus recursos llevado a cabo en el siglo XIX entre los países europeos. Una situación de equilibrio les empuja a repartirse todos los recursos disponibles, asegurándose de que ningún nuevo competidor puede acceder a ellos.

²⁴Su periodo de reposición es tan desproporcionadamente alto en relación con la vida de los seres humanos, e incluso de sus civilizaciones, que es razonable considerarlo así.

un caso extremo, ya que su periodo de reposición es varios órdenes de magnitud superior a la vida media de las civilizaciones humanas. Otro problema se suma al posible agotamiento de los recursos fósiles: la liberación al medio de enormes cantidades de materia orgánica aprisionada en la corteza terrestre a lo largo de los milenios produce necesariamente cambios en los equilibrios existentes en el planeta, equilibrios logrados en parte gracias al *enterramiento* de estos recursos. Cualquier cambio a escala planetaria de estos equilibrios puede tener consecuencias insospechadas, de un alcance posiblemente superior al de cualquier crisis energética humana.

Por último, la lógica impuesta por el uso masivo de recursos fósiles ha impuesto una dinámica competitiva por la energía, que exige una continua aceleración del ritmo de explotación de los recursos y que ha supuesto el arrinconamiento, cuando no la desaparición, de numerosas culturas que habían optado por otros modelos de adaptación. Tal como señala VÁZQUEZ (2000), éste es un proceso que se ha dado a lo largo de toda la historia entre civilizaciones *expansivas* y sociedades *conservadoras*. Sin embargo, la propia escasez de los recursos no renovables ha llevado esta dinámica a una escala global nunca antes soñada.

Ante los graves trastornos ocasionados en los equilibrios del planeta, es el momento de reflexionar sobre el propio modelo de desarrollo y crecimiento que se ha autoimpuesto la sociedad occidental *globalizadora* y acudir a las enseñanzas que otros modelos de adaptación pueden ofrecer. Aceptando que la *tecnología* es la principal ventaja que el hombre tiene para sobrevivir en el planeta, es el momento de decidir si es preferible optar por *técnicas para adaptarse al medio* o por *técnicas para subyugar al medio*.

Referencias bibliográficas

COHEN, MARK N.

1977 *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*

Versión española de Fernando Santos Fontenla: *La Crisis Alimentaria de la Prehistoria. La Superpoblación y los Orígenes de la Agricultura*, Alianza, Madrid, 1981

GODELIER, MAURICE

1974 *Anthropologie et biologie: vers une coopération nouvelle*

Versión española de Jesús Contreras, *Antropología y biología. Hacia una nueva cooperación*, Anagrama, Barcelona, 1976

HUGHES, J. DONALD

1975 *Ecology in Ancient Civilizations*

Versión española de Sara Cordero de Quintanilla, *La ecología de las civilizaciones antiguas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1981

KORMONDY, EDWARD J.

1976 *Concepts of Ecology*

Versión española de M. Carmen Téllez, *Conceptos de ecología*, Alianza Universidad, Madrid, 1985

MANDER, JERRY

1991 *In absence of the sacred*

Versión española de Ángela Pérez, *En ausencia de lo sagrado*, Plenum, Palma de Mallorca, 1996

MOHEDANO CÓRDOBA, JOSÉ EDUARDO

2002 «Energía e Historia: pocos recursos y muchos residuos»

Instituto de Investigación sobre la Evolución Humana,
<http://www.iieh.com/doc/doc200210070300.html>

ODUM, EUGENE P.

1969 «The strategy of Ecosystem Development»

Science, 126, 262-270. Versión española de María Cifuentes, «La estrategia de desarrollo de los ecosistemas», *Boletín CF+S* 26, marzo 2004: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/aeodu.html>

ODUM, HOWARD T.; ODUM, ELISABETH C.

1976 *Energy Basis for Human and Nature*

Versión española de José María Serrano Farrera y Ricard Marcos Dauder, *Hombre y Naturaleza. Bases Energéticas*, Omega, Barcelona, 1981

PONTING, CLIVE

1991 *A green history of the World*

Versión española de Fernando Inglés Bonilla, *Historia verde del Mundo*, Ediciones Paidós, Barcelona, 1992

SAHLINS, MARSHALL

1972 *Stone Age Economics*

versión española de Emilio Muñiz y Ema Rosa Fondevila, *Economía de la Edad de Piedra*, Akal, Madrid, 1983

VALERO CAPILLA, ANTONIO

1998 «Termoeconomía: el punto de encuentro entre la Termodinámica, la Economía y la Ecología»

Boletín CF+S, 5, abril 1998: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n5/aaval.html>

VALLIN, JACQUES

1991 *La Démographie*

Versión española de María Hernández, *La demografía*, Alianza, Madrid, 1995

VÁZQUEZ ESPÍ, MARIANO

2000 «Arquitectura, Economía y Ecología»

Boletín CF+S, 14, diciembre 2000: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/amvaz.html>