

## Del pico del petróleo a las visiones de una sociedad post-fosilista

Ernest Garcia  
Universitat de València  
Departament de Sociologia i Antropologia Social  
Ernest.Garcia@uv.es

---

“Hice un número de *La Purificación* donde no había artículo que no hablara de la radiactividad. Ni siquiera esa vez tuve problemas. Sin embargo no era cierto que no fuese leído; leer, lo leían, pero se había creado una especie de hábito de estas cosas, y aunque dijera que se acercaba el fin del género humano, a nadie le importaba.”  
Italo Calvino: “La nube de smog”. En *Los amores difíciles*, Barcelona, Tusquets, 1989, p. 249.

“En conjunto no hay un sustituto para el petróleo debido a su alta densidad energética, la facilidad de su manejo, la multiplicidad de sus usos y los volúmenes en que ahora lo usamos. El pico de la producción mundial de petróleo, con el consiguiente e irreversible declive, será un punto de inflexión en la historia de la Tierra cuyo impacto mundial sobrepasará todo cuanto se ha visto hasta ahora. Y es seguro que ese acontecimiento tendrá lugar durante la vida de la mayoría de las personas que viven hoy” (de una carta escrita en 2004 por W. Youngquist, citada de Duncan 2006).

Asistimos a los primeros acontecimientos de un siglo en el que la humanidad deberá enfrentarse a dos tareas que, con toda propiedad, pueden calificarse de titánicas: la búsqueda de una nueva matriz energética que sustituya a los combustibles fósiles y la producción de alimentos para una población mundial superior a los siete mil millones de personas. Cada una de ellas anuncia por sí sola amenazas, incertidumbres y riesgos extremadamente elevados. La combinación de ambas invita a la desesperación. Abordaré la cuestión aquí a partir del inminente “pico” del petróleo y sus efectos sobre el suministro de energía, para discutir a continuación las visiones sobre el cambio social que de ello se derivan.

### El “pico” del petróleo

Los combustibles fósiles han sido la fuente fundamental de energía de la sociedad industrial. Al iniciarse el nuevo milenio representaban algo más del 85% de toda la energía comercial usada en el mundo. Entre ellos, el más utilizado en la segunda mitad del siglo XX - representando en torno al 40% del uso total en 2001- ha sido el petróleo, debido a su alta

concentración energética por unidad de volumen, a la facilidad de su transporte y a la enorme versatilidad de sus usos. Nuestra civilización, pues, depende de una fuente de energía limitada y agotable. Aunque más o menos la mitad del petróleo que, en el curso de la historia, llegará a producirse<sup>1</sup> con un rendimiento energético positivo en las condiciones económicas y tecnológicas existentes está todavía bajo la tierra, hay límites que están ya comenzando a manifestarse y que se harán dramáticamente visibles muy pronto.

La explotación de un recurso como el petróleo comienza desde cero para aumentar, lentamente al principio, cuando los mercados son restringidos y las tecnologías están desarrollándose, y más de prisa después, hasta alcanzar uno o más picos, y decrecer más tarde gradualmente hasta cero. El pico máximo (el punto de inflexión a partir del cual la producción por unidad de tiempo ya no puede incrementarse, por grande que sea la demanda) tiende a coincidir con el momento en que la producción acumulada (la cantidad ya consumida) llega a la mitad de la cantidad total recuperable. La cantidad total recuperable puede estimarse como la suma de tres magnitudes: la cantidad ya consumida (bastante bien conocida), las reservas (calculadas con diversos grados de probabilidad) y lo "todavía por descubrir" (esto es, la parte de los recursos que se considera que puede llegar a convertirse en reservas). El ciclo completo del desarrollo acumulativo de la producción vendría así representado por una curva de forma acampanada, más o menos próxima a una curva normal (Deffeyes 2001).

El pico del petróleo se suele denominar también "pico de Hubbert", debido a un significativo precedente. En los años cincuenta del pasado siglo, el geólogo así apellidado estimó que la producción de petróleo en los Estados Unidos (excluyendo Alaska) llegaría al máximo entre 1966 y 1971, iniciando desde ese momento un declive imparable. Denigrado al principio, fue rehabilitado más tarde cuando se comprobó que el acontecimiento previsto había tenido lugar en 1970. A escala mundial, estudios similares se han hecho posibles porque el petróleo es un recurso relativamente bien conocido, especialmente desde que los esfuerzos de búsqueda potenciados por la crisis de los setenta se sumaron a las nuevas y sofisticadas técnicas de análisis geológico disponibles. Subsisten muchas discrepancias y el margen de indeterminación es inevitablemente grande. Sin embargo, desde 1960, las estimaciones sobre

---

<sup>1</sup> Decir que el petróleo es un producto tiene algo de equívoco. Ha sido producido por la naturaleza en períodos de tiempo muy superiores a la escala humana y, por tanto, afirmar que nos limitamos a extraerlo de yacimientos en el subsuelo podría parecer más exacto. Sin embargo, como ya advirtió Georgescu-Roegen (1984:27-28), una representación precisa del proceso de producción debe incluir un subproceso que transforme energía *in situ* en energía controlada y disponible. Y, en ese sentido, es adecuado describir como producción el conjunto de pasos (exploración, extracción, transporte, refinado, etc.) que conducen al estado final utilizable.

la cantidad total recuperable de petróleo han tendido a converger en torno a cifras ligeramente superiores a los 2 billones de barriles. La producción acumulada hasta ahora se aproxima a la mitad de esa cantidad y, por tanto, el pico de la producción de petróleo puede estar muy próximo.

En la segunda mitad de los noventa varios geólogos –en buena parte expertos retirados con mucha experiencia práctica en la industria- desarrollaron estudios inspirados en los métodos de Hubbert, llegando a la conclusión de que el pico en la producción mundial de petróleo convencional tendría lugar en la primera década del siglo XXI (Campbell 1997; Campbell y Laherrère 1998). Por petróleo convencional se entiende el que ha sido muy mayoritariamente (en torno al 90%) usado hasta hoy, extraído de depósitos porosos y permeables y no viscoso, que fluye en su mayor parte de yacimientos gigantes descubiertos hace tiempo. Bajo la etiqueta 'no convencional' se acostumbra a incluir diversas modalidades menos abundantes de este recurso (pesado, polar, procedente de aguas profundas, gas licuado) que, sin embargo, tienen algo en común: su extracción es más lenta, energéticamente más costosa, más compleja tecnológicamente y más cara.

Variaciones metodológicas, discrepancias en las definiciones de qué hay que considerar como petróleo, distintas asunciones sobre la evolución de la demanda y conjeturas diferentes sobre la contribución de la innovación tecnológica al aumento de la tasa de recuperación pueden desplazar la curva que describe la producción en el tiempo algo más hacia arriba y hacia la derecha, con un pico más alto y más proyectado hacia el futuro. Como corresponde a la índole del problema, el debate es agrio, prolongado e inevitablemente marcado por un margen relativamente amplio de indeterminación (Gever et al. 1986; Ahlbrandt y McCabe 2002; Campbell 2003; Smil 2003; Goodstein 2004; Adelman 2004; Lynch 2004; Laherrère 2005; Kuykendall 2005; Hirsch 2005; Simmons 2005). Sin embargo, el hecho de que el petróleo ha de ser descubierto antes de ser consumido, unido a los datos que revelan que desde hace tiempo se descubre cuatro veces menos de lo que se consume, conduce a una estimación que creo razonable en los términos planteados a continuación. Tal vez el pico del petróleo convencional no tuvo lugar exactamente el pasado 16 de diciembre -como ha apuntado la broma sutil escrita por Kenneth Deffeyes el día que descubrió que había acabado su carrera como profeta para convertirse en historiador- pero es muy posible que haya ocurrido ya, en 2005, y que con él haya llegado el final de la etapa del petróleo barato. Aún habrá que esperar un tiempo para saberlo con seguridad, pues se trata de un fenómeno que sólo puede

certificarse a posteriori. Por otra parte, el pico correspondiente a todas las modalidades del recurso podría tener lugar en algún momento de la primera mitad de la próxima década. Hacia 2050, la provisión anual de petróleo habrá regresado al nivel de mediados de los años sesenta del siglo XX (aunque la población, si no lo impide un colapso demográfico de alcance inimaginable, será muy superior a la de entonces). En resumen, el límite para incrementar la producción de petróleo y, con él, el final de toda una era histórica, será seguramente experimentado por la presente generación, y muy probablemente las primeras manifestaciones del mismo se están viviendo ya. Para el gas natural, los cálculos no están tan maduros y el horizonte temporal parece algo más prolongado, pero tampoco hablamos en este caso de un futuro lejano.

### **Alternativas inciertas**

Hay en curso una notable proliferación de propuestas energéticas, algunas nuevas y otras no tanto. Los anuncios y promesas al respecto se refieren a menudo a una larga lista de fuentes parcialmente alternativas al petróleo convencional y al gas natural, tanto no renovables como renovables (petróleo en condiciones geográficas muy adversas, arenas oleaginosas y bituminosas, petróleo pesado, hidratos de gas, esquistos oleaginosos, carbón, uranio, calor natural en determinados puntos de la Tierra, biomasa, saltos de agua, radiación solar directa, mareas, olas, viento, gradientes térmicos oceánicos...). Con mucha frecuencia, aluden a una multiplicidad de recetas técnicas, más o menos contrastadas y operativas, para hacer uso de alguna de esas fuentes (desde las estaciones eólicas hasta las pilas de combustible, pasando por las células fotovoltaicas, el etanol o los coches eléctricos...). A veces nos encontramos con promesas que tienen un gran futuro desde hace décadas y que tal vez lo tendrán siempre (el uso de la fusión nuclear con una finalidad distinta a la fabricación de bombas). En ocasiones se presenta como fuente de energía algo que no lo es, como pasa últimamente con muchos anuncios de la economía del hidrógeno que no tienen en cuenta que hace falta consumir energía (electricidad producida a partir de fuentes no renovables o renovables, o gas natural) para obtener ese elemento aislado de las combinaciones en que aparece en la naturaleza (Dunn 2001; Romm 2004). Toda esa efervescencia puede dar la impresión de que los problemas de sustitución dependen sobre todo de la voluntad política y la inversión financiera. El hecho, sin embargo, es que no hay sustitutos claros para todos los usos actuales del petróleo, y menos todavía para las magnitudes de consumo energético que éste ha permitido en el pasado reciente (Youngquist 1997; Hoffert et al. 2002). El asunto es

ciertamente complejo pero -esquematiéndolo mucho- puede decirse que hay, salvo sorpresas radicales, dos candidatos persistentes: la fusión nuclear y la energía solar.

Si algún día se llegara a controlar la reacción de fusión para la producción de electricidad, se dispondría de energía abundante capaz de alimentar la civilización industrial hasta toparse con límites naturales de otra índole. Esta especulación está consumiendo grandes cantidades de dinero y de materia gris. Ni el uno ni la otra han conseguido todavía disipar las espesas capas de incertidumbre que la nublan, y que se forman sobre todo en torno a un punto: nadie sabe aún qué materiales ni qué estructuras podrían soportar y contener las presiones y temperaturas necesarias para calentar deuterio y tritio hasta que el plasma resultante pueda liberar energía. Cuando sus apologetas dicen que la energía de fusión sería segura es difícil no pensar en la inestabilidad inherente a una máquina que combine los desniveles de temperatura que parecen inseparables del proyecto, en la magnitud de los eventuales accidentes o en el volumen de los residuos radiactivos que se generarían. Una planta de fusión consumiría ingentes cantidades de agua y de materiales y ocuparía previsiblemente superficies enormes. Debido a estas características físicas, hay que contar con que la construcción y la puesta en marcha consumirían una gran cantidad de energía (en una época en que ésta sería escasa). La energía de fusión comportaría más centralización energética y fortísimas disposiciones de seguridad. Parece difícilmente compatible con una sociedad democrática (Scheer 1993:109). Por otra parte, intriga el tiempo de desarrollo extremadamente largo de este proyecto tecnológico. Los intervalos entre la formulación de la teoría básica, las aplicaciones militares y las aplicaciones civiles no siguen un patrón regular y previsible y tal vez han tendido a alargarse en la evolución técnica basada en la ciencia que ha caracterizado al siglo XX. A pesar de ello, el caso de la fusión es bastante anómalo. La teoría básica es del primer tercio del siglo XX, las aplicaciones militares de los años cincuenta y todavía se sigue hablando de que las aplicaciones civiles se demorarán otros cincuenta años más. En resumen: la energía de fusión es dudoso que sea factible y tendría efectos sociales difícilmente asimilables desde el punto de vista de los valores actualmente aceptados.

Los obstáculos que ha de arrostrar la alternativa solar son de signo casi exactamente contrario. No hay ningún problema especial a propósito de las condiciones técnicas. Hay gente que sabe perfectamente cómo hacer colectores térmicos o convertidores fotovoltaicos, aspas que giran con el viento, centrales hidroeléctricas o calderas y motores de combustión de biomasa. Buena parte de estas técnicas son conocidas desde hace mucho tiempo y han sido utilizadas

en circunstancias muy diversas. Generan efectos de contaminación o de destrucción de ambientes naturales que, en el peor de los casos, son netamente inferiores a los ocasionados por cualquier otra fuente energética. Reducen al mínimo las condiciones de seguridad y el riesgo de accidentes y son claramente compatibles con estructuras sociales descentralizadas y democráticas. ¿Por qué, pues, la energía solar no se ha desarrollado más en la era industrial? ¿Y por qué los fondos dedicados a la investigación en este campo continúan ocupando los renglones inferiores de los programas? Los defensores de la era solar suelen decir que quien controla el abastecimiento energético controla también el poder y no tiene por tanto ningún interés en potenciar la difusión de un modelo energético más difuso y menos subyugable. Seguramente tienen mucha razón en esto. No obstante, en la alternativa solar hay otra incógnita, derivada precisamente de estas características. Tal vez la radiación solar resulte demasiado "democrática" para el gusto de la sociedad industrial a causa de su costumbre de difundirse moderadamente sobre la superficie entera del planeta. Y demasiado escasa para el gusto de la sociedad industrial, pese a la generosidad con que se deja perder, a causa de su "costumbre" de ser captada, precisamente, sólo por la superficie del planeta (García 1995; 2004).

### **Las condiciones de una posible alternativa energética**

Una fuente energética alternativa debe cumplir tres condiciones mínimas: la conversión cualitativa de un estado de energía a otro estado (utilizable), la capacidad de autoalimentación y un rendimiento energético suficientemente alto para mantener los demás subprocesos productivos (producción de materiales, de bienes de capital, de bienes de consumo, reciclaje de los residuos reciclables y mantenimiento de la población). Hay un largo debate sobre si la energía solar, con los convertidores hoy conocidos, puede satisfacer todas esas condiciones. La ausencia de procesos completos de producción industrial de base exclusivamente solar mantiene abierta una polémica que se inició hace bastante tiempo y que sigue abierta y viva (Georgescu-Roegen 1978; Lovins 2005). Está claro que la especie humana podría volver a vivir solamente del sol, como lo hizo a lo largo de milenios. Es evidente que un mayor uso de las fuentes renovables podría prolongar sensiblemente la vida de la matriz tecnológica presente. No es evidente, en cambio, que pueda existir una civilización industrial sostenida exclusivamente por convertidores de la radiación solar. Y, en cualquier caso, es del todo improbable que una civilización así pueda tener alguna vez la impronta expansiva que ha caracterizado la era de los combustibles fósiles. Tal vez pueda darse una transición a las

energías renovables; es más, es bastante probable que se dé, aunque sea más por la fuerza de la necesidad que por el poder de la convicción. No es probable, sin embargo, que se logre sin traumas y sin tener como resultado una forma de vida notablemente más modesta y parsimoniosa que la actual, así como una población marcadamente más reducida (Mc Cluney 2005).

Georgescu-Roegen formuló en diversas ocasiones una distinción que hace al caso. La distinción entre recetas factibles (cosas que sabemos hacer) y tecnologías viables (conjuntos de recetas factibles sostenidas por un proceso de alimentación básico). A lo largo de la historia de la humanidad, decía, sólo han existido dos tecnologías viables: el control del fuego (que permitió la conversión de energía química en calor y fundamentó las recetas factibles de las civilizaciones preindustriales, desde la agricultura hasta la metalurgia, la cerámica y la construcción de naves) y la máquina de vapor (que permitió la conversión del calor en movimiento y el transporte a gran escala y a larga distancia de los materiales terrestres, inaugurando así la era industrial). Ahora, cuando la época histórica de los combustibles fósiles se va acercando a su fin, se abre una gran interrogante sobre cuál será –si es que llega a haberla– la tercera tecnología viable (Georgescu-Roegen 1982; 1984). En este marco conceptual, puede sintetizarse concisamente el debate existente: la fusión nuclear sería una tecnología viable, pero es dudoso que llegue a ser algún día una receta factible (podría mantener al resto de los procesos económicos pero no sabemos cómo controlarla); la energía solar es claramente una receta factible (sabemos perfectamente cómo construir y hacer funcionar los convertidores) pero hay dudas acerca de si podrá ser una tecnología viable para una civilización industrial avanzada y expansiva. Así las cosas, parece inevitable poner entre paréntesis la fe en las ilimitadas potencialidades de la innovación tecnológica para nutrir sosteniblemente una sociedad con los niveles de población y consumo de la actual.

La fe en que "algo se nos ocurrirá" es la regla de oro del progreso moderno, la convicción preteórica de la racionalidad tecnológica y económica de la sociedad industrial. No obstante, casi toda la filosofía de la ciencia del siglo XX ha remarcado el hecho de que el descubrimiento no es programable. La construcción de la megamáquina de investigación puede entenderse, de alguna manera, como una tentativa encaminada a forzar esa frontera esencial del método científico. Pero nada garantiza el éxito. Y menos cuando se trata de innovaciones tan fundamentales como una nueva matriz energética. La duda radical que se suscita tiende a amortiguarse porque vivimos en un entorno en que las innovaciones técnicas

son omnipresentes; y tan abundantes que llegan a parecer aseguradas con la única condición de que se necesiten. Eso hace difícil de comprender la dificultad inherente al hecho de que el descubrimiento y desarrollo de una nueva técnica capaz de mantener y expandir el conjunto de un proceso de producción es un episodio extremadamente raro y azaroso en la historia humana. El asunto es, sin embargo, que a medida que los límites al uso de combustibles fósiles van haciéndose perceptibles, la incertidumbre aumenta, se vuelve más densa, más opaca.

En resumen: Pese a la proliferación en curso de nuevas recetas energéticas, no hay sustitutos claros para todos los usos actuales del petróleo. Menos aún para las magnitudes de consumo energético que éste ha permitido en el pasado reciente. Incluso si se encontraran tecnologías alternativas, el tiempo disponible para su despliegue podría ser insuficiente (piénsese, por ejemplo, en el tiempo necesario para la sustitución de las estructuras de generación de energía o de las redes de transporte). Los efectos sociales y económicos de una situación como la arriba resumida no pueden ser anticipados en detalle, aunque es razonable pensar que han de ser muy grandes, comenzando por el transporte y por la agricultura.

### **Hacia una sociedad post-fosilista**

Como no soy geólogo ni experto en energía, el único título de autoridad que puedo invocar para mantener el punto de vista hasta aquí expresado es la elevada cantidad de horas que, movido por un interés prolongado durante veinte años que se ha plasmado en algún escrito reciente (García 2001; 2003), he dedicado a leer papeles técnicos sobre el tema. El esfuerzo invertido en el intento de poner algo de orden en la montaña de información examinada no me ha conducido a sentirme razonablemente seguro más que de dos conclusiones: la primera es que estamos viviendo los primeros pasos del final del ciclo histórico de los combustibles fósiles; la segunda es que -en cuestión de energía- nadie tiene una idea indisputablemente sólida de qué es lo que vendrá después. Puede que algún milagro tecnológico venga al rescate, evite que la humanidad entre con todas las consecuencias en la cuesta abajo del “grano de Hubbert”<sup>2</sup> y restablezca temporalmente nuestro herido orgullo de especie dominante. Tal vez.

---

<sup>2</sup> La expresión se refiere a la representación gráfica del uso de energía (eje vertical) en la historia humana, desde cinco mil años en el pasado hasta cinco mil años en el futuro. La curva sólo se separa visiblemente del eje que representa el tiempo en un corto tramo correspondiente a unos pocos siglos, los del uso de combustibles fósiles, adquiriendo así una pronunciada forma protuberante que justifica el alias un tanto irreverente con que es conocida (ver Hubbert 1976).

Nadie lo sabe; nadie puede saberlo. La discusión al respecto tiene un aspecto deprimentemente religioso. Es sobre todo una materia de fe, es decir, de creencia no racional. Y la fe se tiene o no se tiene; y eso es todo.

Tiene sentido, entonces, suponer que el milagro esperado no va a producirse (lo cual es perfectamente posible) y preguntarse por las implicaciones de tal ausencia para el cambio social. Ésa es, en todo caso, la pregunta que justifica este artículo: la que alguien dedicado a las ciencias sociales puede plantearse. Y en ella me centraré a partir de ahora.

La inminencia del pico en la producción de petróleo anuncia convulsiones importantes que serán especialmente visibles en dos ámbitos: el transporte y la producción de alimentos. Es evidente que el petróleo barato ha hecho posible una enorme expansión del transporte a bajo coste, algo que está en la base de muchos rasgos del mundo contemporáneo, desde la presencia en todas partes de las mismas marcas comerciales hasta los parques temáticos, desde la mundialización de los mercados de bienes agrarios e industriales hasta la segregación funcional de los espacios urbanos y la expansión dispersa sobre el territorio de los asentamientos humanos, desde la actual división internacional del trabajo hasta el turismo de masas. En el mejor de los casos, la imposibilidad de mover a bajo coste *más* vehículos con *más* gasolina comportará un cambio de tendencia, una implosión controlada, un camino de regreso ordenado hacia la relocalización de las actividades económicas, hacia una relativa compactación de las ciudades, hacia el viaje más como excepción que como norma. En el peor, una desorganización catastrófica de todo el sistema económico. El abanico de posibilidades entre los dos extremos es abrumadoramente amplio y variado, lo que está dando lugar a múltiples interpretaciones. El cuadro en lo que respecta a la producción de alimentos es semejante en algunos aspectos, pero adquiere tonalidades muy oscuras en otros. La agricultura moderna depende del petróleo para labrar los campos y para irrigarlos, para fertilizarlos, para combatir las plagas y las malas hierbas, para recoger la cosecha y para llevarla a los mercados. La agricultura ecológica, en muchas de sus formas actuales, evita algunas de esas dependencias, pero no todas. Para un mundo que tiene por delante la tarea de alimentar adecuadamente a más de siete mil millones de personas, la perspectiva es más que inquietante. Es cierto que algunos estudios y bastantes experiencias indican que un buen uso de la información, una difusión adecuada de experiencias modélicas y una organización social menos injusta podrían permitir rendimientos muy altos de la producción agraria ecológicamente inspirada (con un uso mucho más eficiente de combustibles fósiles). Es cierto

también que muchas propuestas de relocalización del suministro de alimentos son más que prometedoras (Furusawa 1992; Imhoff 1996; Henderson y Van En 1999; AA.VV. 1999). Sin embargo, las dificultades para que los previsibles éxitos locales se reproduzcan más o menos simultáneamente en todas partes se anuncian enormes.

Más allá de los impactos sectoriales apuntados en el párrafo anterior, la niebla se hace más espesa. En todo caso, el pico del petróleo y sus eventuales consecuencias se están convirtiendo en un motivo central de la literatura –creciente en cantidad y en impacto- que considera posible un colapso de la civilización industrial en un futuro próximo y revisa bajo esa perspectiva la suerte que corrieron diversas sociedades en el pasado (Ponting 1992; Tainter 1995; Kirch 2000; Diamond 2005; Gowdy 2005; Orlove 2005; Evans 2005). No es que la crisis energética sea el único desencadenante de ese tipo de reflexiones. Hay otros. Por ejemplo, la posibilidad de que se hayan traspasado umbrales irreversibles dando lugar a alteraciones no lineales en el proceso de cambio climático (Walter y Simms 2005; Lovelock 2006). O, también, la continuada sobreexplotación de los sistemas renovables del planeta que viene siendo reflejada por los cálculos de huella ecológica (WWF 2004). Todos esos diversos enfoques refieren de un modo u otro a la idea de que los límites al crecimiento han sido ya sobrepasados y de que nos encontramos en una fase transitoria –y necesariamente breve- de translimitación (Meadows et al. 2004), fase que sólo puede desembocar en un período más o menos largo de descenso o ajuste a la baja.

En su forma más general, la discusión sobre el cambio social después del pico del petróleo, si se asume además –en los términos antes resumidos- la ausencia de una alternativa energética, versa sobre las formas, el alcance y las consecuencias de una cuesta abajo de la civilización industrial. De un colapso. Y el primer paso es el significado de este concepto. Pues, a fin de cuentas, “colapso” no significa necesariamente la caída catastrófica a una desorganización caótica de la sociedad, sino el tránsito a una condición humana de menor complejidad: “Una sociedad compleja que ha colapsado es súbitamente más pequeña, más simple, menos estratificada y con menos diferencias sociales. La especialización disminuye y hay en ella menos control centralizado. El flujo de información se reduce, la gente comercia e interactúa menos, y en general hay una menor coordinación entre individuos y grupos. La actividad económica decae proporcionalmente a todo lo anterior...” (Tainter 1995:193).

Revisemos los rasgos del proceso: reducción de la escala, menos desigualdad, pequeñez, relocalización... Desde un determinado punto de vista, esta descripción del colapso no es muy diferente del viejo programa ecologista: reducir, frenar, democratizar, descentralizar (Roszak 1993:312). ¿Acaso significaba algo muy distinto la insistencia en que lo pequeño es hermoso? Bajo esta perspectiva, el colapso puede ser tanto un resultado como un objetivo<sup>3</sup>. Un objetivo al que en los últimos años se ha hecho habitual referirse con otras palabras, con palabras como sostenibilidad o antiglobalización ... Y, entonces, la cuestión relevante no es tanto el resultado mismo como los costes de llegar a él. Dicho de otra manera: si por colapso se entiende –siguiendo la sugerencia de Tainter- una transición relativamente rápida a un nivel de complejidad inferior, entonces tanto la sociedad “a escala humana” como la desorganización caótica serían salidas alternativas –ambas teóricamente posibles- de una situación de translimitación.

Una faceta importante de la discusión tiene que ver con las condiciones sociales y culturales que podrían hacer que la transición a una escala inferior sostenible resultase benigna, ordenada y pacífica. Los análisis sobre conflictos sociales en torno a recursos naturales escasos no invitan a mantener demasiadas esperanzas en ese sentido. Y, una vez más, la crisis energética sobredetermina los escenarios. Es posible que tengan razón quienes mantienen que los conflictos y guerras ocasionados en las próximas décadas por la escasez de recursos renovables serán locales o regionales, hasta cierto punto controlados y de relativamente baja intensidad (Homer-Dixon 1999). Sin embargo, la escasez de petróleo apunta posibilidades más sombrías, sin excluir conflictos y guerras generalizados (Klare 2002; 2004; Roberts 2004; Clark 2005). Nadie puede saberlo, claro, pero un descenso relativamente ordenado requeriría dosis de capacidad anticipatoria, convicción democrática, cohesión social y solidaridad internacional muy superiores a las que hoy parecen disponibles.

### **¿Puede eludirse el determinismo energético?**

La conexión entre el pico del petróleo y las visiones del colapso es desde luego determinista. Y el determinismo energético, aunque haya estado adormecido durante mucho tiempo, no es un recién llegado a la teoría social. Su expresión más básica es la ley de White (1943), que

---

<sup>3</sup> La reciente decisión de constituirse en organización política que ha tomado una parte de los partidarios franceses del “decrecimiento sostenible” es una plasmación, ciertamente extraña y con elementos muy desconcertantes, de la disyuntiva apuntada. (Es posible aproximarse a los detalles del asunto haciendo una visita a [www.decroissance.org](http://www.decroissance.org)).

puede formularse así: la complejidad social es una función del uso de energía. Este principio no ha tenido mucho éxito en la sociología contemporánea, pero no porque no sea verdadero (pues tiene toda la pinta de serlo) sino por otras dos razones. La primera de ellas es la extendida convicción de que la energía disponible es un resultado combinado de la inventiva humana y la necesidad (postulado preteórico del progreso) y que, por tanto, si llega a hacer falta más energía, ésta será encontrada y desarrollada. La segunda razón es la imposibilidad de derivar de dicho principio los rasgos concretos de las alteraciones en la complejidad, de los cambios en la organización social (irreductibilidad del accidente y de la agencia en la historia), que es lo que a fin de cuentas ha interesado a las ciencias sociales.

Las dudas respecto a la primera de dichas razones están en la base de algunas visiones actuales del cambio social inspiradas en la ley de White y que consideran el pico del petróleo como un punto de inflexión fundamental. A continuación, se resume el planteamiento de dos de ellas.

Price (1995) recuerda que la habilidad para usar energía extrasomáticamente diferencia a los humanos de los demás organismos heterótrofos, y que el control del fuego y de los combustibles fósiles ha hecho posible disipar grandes cantidades de energía acumuladas desde tiempos muy remotos. Usando dicha energía para modificar el medio ambiente, los seres humanos han podido ampliar su base de recursos durante períodos prolongados. Y, a su vez, eso les ha permitido una expansión similar a la de las especies introducidas en nuevos hábitats propicios, como los conejos en Australia. Todo ello responde a las leyes de la naturaleza: la vida evoluciona para explotar todo nicho posible; todas las especies se expanden tanto como lo permiten los recursos a su alcance y los predadores, parásitos y condiciones físicas. Pero el agotamiento de los combustibles fósiles no está lejano –continúa Price- y ninguna otra fuente de energía es lo bastante abundante y barata para ocupar su lugar. En consecuencia –concluye- un colapso de la población humana sobre la Tierra no puede demorarse más allá de unos pocos años.

Price añade que ese colapso ha de comportar el final de la civilización, no el tránsito a una escala inferior sostenible. La gente que cree que una sociedad estable puede vivir en equilibrio con el medio ambiente tiende a confiar en que la reducción que se avecina (de la población y del consumo de energía) sea sólo un paso necesario en el tránsito hacia el restablecimiento de dicho equilibrio. Sin embargo –argumenta- cuando se comprende el impulso biológico que ha

sido responsable del crecimiento, se comprende también que tal confianza es injustificada: la población humana ha crecido exponencialmente agotando recursos limitados, como los renos en la isla de St Matthew, y está destinada a un final similar. El colapso se manifestará a través del hambre, la guerra y la enfermedad (consecuencias, precisamente, de unas condiciones de población densa y recursos escasos). Los supervivientes, si los hay, no serán capaces de mantener las bases de la civilización: la compleja asociación de rasgos culturales de la que los humanos modernos están tan orgullosos –añade– es una consecuencia de la abundancia de recursos y no puede sobrevivir mucho tiempo después del agotamiento de éstos. Las sociedades post-colapso tendrán que vivir vidas más sencillas, como los cazadores y agricultores de subsistencia del pasado. No tendrán los recursos para construir grandes obras públicas o para realizar investigación científica. No podrán permitir que algunos individuos se mantengan improductivos, escribiendo novelas o componiendo sinfonías. Después de unas pocas generaciones -asevera- creerán que las ruinas entre las que viven son los restos de ciudades construidas por los dioses. Price añade que, en su opinión, no es sólo que la civilización se verá arrastrada por la espiral descendente del colapso, sino que es poco probable que la especie misma pueda persistir mucho tiempo sin la energía cuya explotación es una parte tan decisiva de su *modus vivendi*.

He citado en extenso este artículo de Price porque es una forma muy pura de determinismo energético-biológico: contiene lo esencial de esta línea de argumentación y es extremadamente austero en datos y, desde luego, en matices. Precisamente por eso constituye una referencia útil para el debate cuyo planteamiento se desarrolla en las páginas siguientes.

Richard Duncan (1993; 2001; 2006), un ingeniero eléctrico, ha desarrollado una versión más específica del mismo conjunto de ideas a la que ha denominado “teoría Olduvai” (tomando el nombre de la garganta en Tanzania donde Leakey descubrió algunos de los restos más antiguos que se conocen de la edad de piedra). La teoría establece que la civilización industrial colapsará pronto, lo que someterá a la humanidad a un declive abrupto. Más concretamente, afirma que la civilización industrial durará en total unos 100 años: aproximadamente de 1930 a 2030. La base del análisis es la ratio ( $e$ ) entre producción de energía y población (es decir, la energía usada por persona). La duración de la civilización industrial se mide, entonces, por el tiempo en años desde que  $e$  alcanza el 30% de su valor máximo hasta que ha retrocedido a ese mismo nivel inicial (lo que conduce a la estimación temporal arriba apuntada). Las conclusiones más significativas del análisis son las siguientes:

- 1) El crecimiento exponencial de la producción mundial de energía finalizó en 1970.
- 2) En promedio,  $e$  no ha crecido desde 1979 y seguirá así hasta más o menos 2008.
- 3) La tasa de cambio de  $e$  comenzará a ser persistentemente negativa en torno a 2008.
- 4) La población mundial irá decreciendo más o menos al mismo ritmo en que lo haga  $e$ .

La presentación más reciente de estas ideas (Duncan 2006) incluye un intento de contrastación empírica (apoyado en datos históricos hasta 2003) sobre cuya base el período examinado resulta puntuado por siete acontecimientos. A) En 1930 se alcanzó el 30% del valor máximo de  $e$ . B) En 1945 se inició un período de crecimiento muy rápido de  $e$ . C) En 1970 se sitúa el inicio de un crecimiento más lento: ninguna de las cinco mayores fuentes de energía primaria ha crecido exponencialmente desde 1975 y la producción total de energía en el mundo no ha crecido exponencialmente desde 1970 (por lo que Duncan considera confirmada la primera de sus conclusiones). D) En 1979 se inició una fase de meseta escarpada sin crecimiento: en promedio, de 1979 a 2003, la tasa de crecimiento de la producción de energía por persona en el mundo ( $e$ ) fue igual a cero (lo que confirma provisionalmente la conclusión 2). E) 2004 ha significado el principio de la aproximación al abismo. F) En torno a 2008 (entre 2006 y 2012) se llegará al borde del precipicio en que  $e$  inicia su caída. G) El último punto de referencia, hacia 2030, predice el regreso de  $e$  a sus niveles de 1930, regreso con el que se asocia la implicación más arriesgada de la teoría: que la población mundial habrá caído en 2050 hasta los 2 mil millones (el mismo valor de 1925). Naturalmente, la tercera y la cuarta de las conclusiones, con todo lo que a ellas se asocia, restan pendientes del futuro.

Hay un marcado paralelismo entre la evolución de  $e$  y la historia de la producción de petróleo, tanto en el fuerte crecimiento entre 1945 y 1970 como en el más lento de 1970 a 1979 y en la dinámica paralela de población y energía hasta 2003. En él se apoya la coincidencia temporal entre el pico del petróleo y el inicio del descenso previsto por Duncan. Ello no obstante, en la versión de este autor, la señal del declive, si y cuando ocurra, tendrá que ver con el papel de la electricidad como forma crucial de uso de energía final en la sociedad industrial. Éste es el único punto en que el artículo que comento se permite algo de poesía –no demasiado sutil, por cierto–: la electricidad fluye a numerosos puntos de consumo (calefactores, motores, teléfonos, bombillas, antenas, radios, televisores, sistemas de fibra óptica, internet, etc.) de forma que nadamos continuamente en ese mar de energía electromagnética como los peces nadan en el agua; y, como el agua para los peces, esa energía etérea es vital para la

civilización moderna. Como consecuencia de la imposibilidad de llevar a cabo la inversión económica necesaria para mantener las redes eléctricas en las dos próximas décadas, la causa inmediata del colapso será la aparición reiterada de grandes apagones y caídas del suministro eléctrico, previa a la caída definitiva de la red. El resumen de la teoría Olduvai es que, si bien la translimitación y el consiguiente colapso de la civilización industrial quedaron garantizados desde que la humanidad se hizo dependiente de la rápida explotación de recursos no renovables en un planeta finito, el insaciable apetito de energía eléctrica ha acelerado el proceso y ha provocado que el descenso vaya a resultar más pronunciado.

La peculiaridad de las teorías examinadas es que prolongan el determinismo energético más allá del ámbito del que éste puede dar cuenta, pretendiendo que puede explicar también formas o manifestaciones específicas de la complejidad. La afirmación de que una reducción de la energía disponible ha de comportar una reducción de la población, el consumo y/o la complejidad organizativa me parece poco discutible. Más allá de eso comienza la incertidumbre, incluso si nos limitamos a las aplicaciones aparentemente más inmediatas (es el caso, por ejemplo, de la estricta correspondencia entre reducción de la energía por persona y decrecimiento demográfico que postula Duncan). Por este motivo, la afirmación de que el agotamiento de los combustibles fósiles comportará el final de la civilización (o incluso el de la especie humana) es mucho menos sólida que la mencionada unas líneas antes. De hecho, para sustentarla de algún modo, el planteamiento reduccionista ha de acudir a referentes distintos a los invocados por Price o Duncan. Por ejemplo, a la hipótesis de que todos los sistemas complejos adaptativos cambian para disipar tan rápidamente como sea posible los potenciales a su alcance (Schneider y Kay 1994; Schneider y Sagan 2005). O a que la evolución empuja a cualquier población de organismos a expandirse sin límite hasta agotar los recursos que hacen posible dicha expansión (Morrison 1999). Pero éstos son ámbitos donde llega a la escena la discusión, mucho más compleja e indeterminista, sobre la contribución relativa de los genes y la cultura al comportamiento humano.

En resumen, el determinismo energético no puede eludirse en el campo en que es aplicable: impone ciertos límites de escala y duración a toda forma de organización social posible. Ahora bien, que permita explicar una u otra manifestación concreta de reducción de la complejidad, uno u otro rasgo preciso de la organización social, una u otra restricción determinada a la vida civilizada, cualesquiera que sean, eso es otra cuestión. Lo que da pie a otros puntos de vista, como los comentados en la sección siguiente.

### Otras visiones del decrecimiento

Me parece obvio que cualquier intento de predecir *detalladamente* cómo serán las sociedades post-fosilistas está condenado a ser en buena medida desmentido por los hechos. En este sentido, la proliferación en curso de propuestas al respecto recuerda mucho las características (y seguramente el destino) de los diversos socialismos del siglo XIX. Se podría hablar con bastante propiedad del florecimiento en ciernes de una nueva oleada de pensamiento utópico. Y, en realidad, lo único que pretendo con este artículo es darle la bienvenida. No por lo que nos anuncia sobre el futuro, que vaya usted a saber, sino por lo que revela sobre la vuelta de la historia (con toda su opaca incertidumbre). Sin más ambición, pues, que recibir debidamente a la señora que regresa triunfalmente de su presunto final, comento a continuación algunas de mis utopías preferidas de entre las recientemente formuladas. Preferidas, insisto, no por su exactitud ni por su dudosa potencia predictiva, sino por diversas y heterogéneas razones, en buena medida subjetivas (la principal de las cuales, aparte de la antes apuntada, es su capacidad de sugerencia, de apertura de novedosos horizontes culturales).

Hasta el momento, mi favorito es un libro publicado en 2001 por Howard y Elisabeth Odum (Odum and Odum 2001). Su argumento, en síntesis, mantiene que los ecosistemas y las civilizaciones tienen en común un ciclo con cuatro fases (crecimiento, clímax, descenso, lenta recuperación de los recursos previa a una nueva fase ascendente). Añaden que la sociedad industrial está ahora viviendo su clímax y que, en consecuencia, el descenso es inminente e ineludible. Que mantener las políticas propias de la fase de crecimiento más allá del clímax, pese a que tales políticas (gran escala, velocidad y competición) se habían adaptado bien a la fase ascendente, produce el deterioro de las condiciones de vida y, finalmente, reemplaza el posible descenso ordenado por el colapso. Y que la aplicación de principios más adecuados a una situación de recursos limitados (escala reducida, eficiencia y cooperación) puede hacer que el descenso sea benigno y compatible con el mantenimiento de un nivel suficiente de bienestar. La utopía de los Odum, pues, no es en absoluto apocalíptica, más bien al contrario: “Los precedentes de los sistemas ecológicos sugieren que la sociedad global puede mirar hacia abajo y descender prósperamente, reduciendo los equipamientos materiales, la población y las posesiones no esenciales mientras se mantiene en equilibrio con el sistema medioambiental que sustenta la vida. Conservando la información más importante, una sociedad más delgada puede reorganizarse y seguir progresando” (Odum & Odum 2001:3). Y

es, por otra parte, una visión sumamente detallada en sus concreciones en ámbitos tales como la economía, las características de los asentamientos humanos, la información y la cultura, etc.

Kunstler, que es principalmente un escritor y un ideólogo del “nuevo urbanismo”, ha compuesto recientemente su propia versión del tema que vengo comentando. Toma también el pico del petróleo como la señal de partida de una crisis prolongada, cuyo rasgo más característico será, afirma, una contracción crónica y generalizada, que ve sobre todo como la oportunidad para el ajuste a una escala adecuada: un cambio en la dirección hacia más pequeño, menos y mejor. La parte más elaborada y más rica en matices de su propuesta es la relativa al “fin de la suburbanización”. Contiene una reformulación de la crítica que había venido elaborando durante largo tiempo: “El sucio secreto de la economía estadounidense en los noventa fue que ya no tenía que ver con nada excepto con la creación de dispersión suburbana y la provisión de mobiliario, accesorios y financiación para ella” (Kunstler 2005:222), un proceso que ha ido acompañado por la mercantilización y la conversión de bienes públicos en lujos privados, el empobrecimiento de los espacios públicos y la violación del paisaje. Un proceso de mala asignación de recursos cuyo final viene anunciado, precisamente, por la crisis energética. Y que dará paso –sostiene- a un patrón territorial de ciudades pequeñas rodeadas por tierras agrícolas, al restablecimiento de las diferencias entre lo urbano y lo rural, a la desaparición de los grandes centros comerciales, al surgimiento de geografías cotidianas definidas por distancias susceptibles de ser recorridas a pie, a la rehabilitación de buena parte de los edificios de dos a cinco pisos y a la construcción de otros nuevos de similares características, a la obsolescencia de los rascacielos y de las áreas de aparcamiento... En el libro que comento, esa interesante visión del urbanismo durante la “larga crisis” viene acompañada de muchas otras cosas, en una mezcla muy subjetiva, ciertamente intrigante y más bien caótica: reaparición de la artesanía, fragmentación del estado-nación, desaparición de productos y profesiones inútiles (como los repelentes de insectos, los agentes de viajes y el *marketing*), reducción del período de escolarización, resurgimiento del ferrocarril, intensificación de la desigualdad social, drástica contracción del consumo de masas... Del conjunto se desprende un espíritu que podría describirse como medio ácrata y medio neo-feudal, adobado aquí y allá con gotas de fanatismo cristiano, xenofobia y pseudoheroísmo macho, confusamente compensadas por la esperanza depositada en un resurgimiento de los valores comunitarios. En más de una ocasión, se transparenta el deseo de una civilización mantenida en términos similares a los conocidos durante la primera mitad del siglo XX; mantenida por cierto, a falta de combustibles fósiles, por electricidad de

origen nuclear: “El argumento del autor no es que la Larga Crisis represente el apocalipsis, sino que está basado en la continuidad de la vida humana y, en particular, del proyecto de la civilización” (Kunstler 2005:288). Que el particular autor que comento no vea problemático el recurso a centrales atómicas en una sociedad sin gobierno y con una cohesión social fuertemente erosionada es sólo una de las múltiples contradicciones presentes en un libro que, por lo demás, ofrece muchas sugerencias de interés y es bien exuberante.

De entre los proponentes de nuevas utopías post-fosilistas, el más políticamente correcto para una perspectiva de izquierdas es posiblemente Richard Heinberg, un autor que en sus dos últimos libros (2003; 2004) y en muchas de las entregas de su excelente serie en internet (*MuseLetter*) ha argumentado que el pico del petróleo podría ofrecer la oportunidad de “un cambio fundamental de dirección de las sociedades industriales –de lo más grande, más rápido y más centralizado a lo más pequeño, más lento y más localizado-; de la competencia a la cooperación; y del crecimiento ilimitado a la autolimitación” (Heinberg 2004:22-23). En su opinión, si las recomendaciones asociadas a ese cambio de dirección fuesen tomadas en serio, dentro de un siglo habría un mundo con menos población usando menos energía por persona, toda ella de fuentes renovables, y disfrutando de una calidad de vida envidiable para el habitante típico de las ciudades industriales de hoy en día. El argumento, un poco más detallado, es como sigue.

A comienzos del siglo XXI –sigo el hilo de Heinberg 2004- la situación del mundo está caracterizada por el agravamiento de la emergencia ecológica al superarse los límites al crecimiento, por la probable crisis del sistema financiero y por una marcada inestabilidad internacional y un estado de guerra. El pico del petróleo aparece, también aquí, como el dato de referencia más importante. Como consecuencia, el colapso es inevitable y dará lugar a un largo descenso prolongado durante uno o dos siglos. Los rasgos del cambio social en ese período dependerán del camino que se siga entre cuatro posibles: a) la competición por recursos escasos en términos de quién es el último en caer (lo que tendría como resultado guerras, crisis económica y catástrofes ambientales); b) la adaptación a un suministro energético declinante (*powerdown*), siguiendo una vía de cooperar, conservar y compartir hacia una sociedad más modesta, igualitaria y justa; c) la espera de un remedio mágico, basada en falsas esperanzas y en definitiva frustrante; y d) la construcción de “botes salvavidas”, con episodios de solidaridad y preservación comunitarias que salvarían la civilización en algunos lugares. A lo largo del libro se discuten estos cuatro escenarios.

Heinberg sostiene que la combinación de las estrategias a) y c) haría que el colapso fuera catastrófico y reduciría las opciones de recuperación tras el mismo. Cito en extenso su planteamiento de este punto, de un dramatismo contenido pero vívido: “Un posible escenario para el colapso de nuestra civilización podría ser como sigue. La escasez de energía comienza en la segunda década del siglo, conduciendo a turbulencias económicas, apagones frecuentes y prolongados y caos generalizado. En unos años, la producción de alimentos se desploma, dando lugar a la difusión de hambrunas, incluso en países anteriormente ricos. Estallan guerras intermitentes –incluyendo guerras civiles-. Mientras tanto la crisis ecológica desgarrar el tejido social, y la escasez de agua, el nivel del mar en aumento y la severidad de los temporales producen estragos adicionales. A diferencia de lo ocurrido en episodios desastrosos anteriores, cuando los esfuerzos de rescate y gestión de la catástrofe permitían gestionarlos, ahora las sociedades están demasiado desorganizadas para llevar a cabo eficazmente tales intervenciones. Uno tras otro, los gobiernos centrales colapsan. Las sociedades tratan de perder complejidad por etapas, a fin de ganar tiempo. Los imperios revierten en naciones, las naciones en organizaciones regionales o tribales menores. Pero cada sucesiva etapa, aunque al principio parece ofrecer un nuevo comienzo y una plataforma de estabilidad, llega a su propio momento de inestabilidad y colapsa a su vez. De 2020 a 2100, la población mundial declina rápidamente, tal vez a menos de mil millones. En los inicios del nuevo siglo, se entretiene a los nietos de los supervivientes con historias acerca de una gran civilización del pasado reciente en la que la gente volaba en pájaros metálicos y obtenía todo lo que deseaba apretando un botón” (Heinberg 2004:149-150). Por el contrario, sostiene que una combinación de las estrategias b) y d) conduciría tras el descenso –aunque ¡faltaría más! no sin un enorme esfuerzo- a una sociedad menos poblada, menos consumidora de energía y con más bienestar, con más satisfacción artística y menos consumismo, organizada de forma más convivencial, abierta a experiencias espirituales más profundas, distribuida en pequeñas comunidades en las que las personas tendrían más control sobre sus propias vidas, menos propiciadora del viaje pero más facilitadora de un satisfactorio echar raíces... En fin: aunque en el frente utópico que estoy comentando los humanistas acostumbran a ser más blandos que los tecnólogos, muchos aspectos de la propuesta de Heinberg son sorprendentemente idílicos, dadas las condiciones de partida que asume. No hay en dicha propuesta mucho de realmente nuevo (para lectoras y lectores de una cierta edad: casi todo en ella saldría de una mezcla de Schumacher y el Rudi Bahro de principios de los ochenta), pero muchas de las formulaciones están elegantemente expresadas y la articulación del conjunto tiene una estimable coherencia.

Puede considerarse, en definitiva, como la primera divulgación en términos relativamente fáciles de digerir de la problemática aquí discutida.

### **Punto final (por ahora)**

He utilizado deliberadamente la palabra “utopía” para aludir a las teorizaciones sobre la sociedad post-fosilista. Y creo que la palabra se aplica bien en ese contexto, más en un sentido histórico-técnico que valorativo. En los inicios de la sociedad industrial, los primeros pasos de la teoría social fueron acompañados e influidos por un buen número de propuestas utópicas. Un brote similar está registrándose en los primeros años del tercer milenio. Y no son pocos los rasgos que se repiten. Es el caso, por ejemplo, de la pretensión de aplicar teorías básicas de la física o la biología más allá del ámbito que les es propio. Característicamente, también, aparecen muchas prescripciones sobre el orden social de un tono marcadamente doctrinario y arbitrista. Creo, no obstante, que sería un error no prestar atención a esas propuestas, pese a sus sesgos y debilidades: a falta de teorías sociológicas adecuadas, son la mejor opción disponible. Pues es muy posible que, a lo largo del siglo XXI, las sociedades respondan más a esas visiones pre-sociológicas que a las líneas hoy consagradas en las ciencias sociales. Las visiones que dominan hoy las ciencias humanas, muy sofisticadas en lo que respecta a la percepción de las complejidades inherentes a los cambios sociales y políticos, están radicalmente limitadas por su incapacidad para integrar la información científica sobre el estado de los ecosistemas del planeta. Quienes se mantienen atentos a dicha información tienden con frecuencia a menospreciar las complejidades de la acción social o –por lo menos– a intentar dar cuenta de las mismas de una forma demasiado expeditiva. Esta escisión es indeseable, pues nos incapacita para comprender bien el mundo en que vivimos. El debate en torno al pico del petróleo es un ejemplo paradigmático de todo ello.

### **Bibliografía**

AA.VV. (1999): *Els valors de La Punta: 18 arguments en defensa de l'horta*. Valencia, Publicacions de la Universitat de València.

Adelman, M.A. (2004): "The Real Oil Problem". *Regulation*, vol. 27, nº 1, pp. 16-21.

Ahlbrandt, T.S. y P.J. McCabe (2002): "Global petroleum resources: A view to the future". *Geotimes*, november, <[http://www.geotimes.org/nov02/feature\\_oil.html](http://www.geotimes.org/nov02/feature_oil.html)>.

Campbell, C.J. (1997) : *The coming oil crisis*. Brentwood, MultiScience & Petroconsultants.

- Campbell, C.J. (2003): *The essence of oil and gas depletion: Collected papers and excerpts*. Brentwood, MultiScience Publishing Co.
- Campbell, C.J. y J. Laherrère (1998): "Fin de la era del petróleo barato". *Investigación y Ciencia*, nº 260, pp. 66-71.
- Clark, W.R. (2005): *Petrodollar Warfare: Oil, Iraq and the Future of the Dollar*. Gabriola Island, New Society.
- Deffeyes, K.S. (2001): *Hubbert's peak: The impending world oil shortage*. Princeton (NJ), Princeton University Press.
- Diamond, J. (2005): *Collapse: How societies choose to fail or survive*. London, Allen Lane.
- Duncan, R.C. (1993): "The life-expectancy of industrial civilization: The decline to global equilibrium". *Population and Environment*, vol. 14, nº 4, pp. 325-357.
- Duncan, R.C. (2001): "World energy production, population growth, and the road to the Olduvai Gorge". *Population and Environment*, vol. 22, nº 5, pp. 503-522.
- Duncan, R.C. (2006): "The Olduvai theory: Energy, population, and industrial civilization". *The Social Contract*, vol. 16, nº 2, winter 2005-6, <<http://www.hubbertypeak.com/duncan/OlduvaiTheorySocialContract.pdf>>.
- Dunn, S. (2001): *Hydrogen futures: Toward a sustainable energy system*. Washington, Worldwatch Institute.
- Evans, D. (2005): "A risk of total collapse: We would be foolish to take for granted the permanence of our fragile global civilisation". *The Guardian*, December 21.
- Furusawa, K. (1992): "Co-operative alternatives in Japan". Conford, P. (ed.): *A future for the land: organic practice from a global perspective*. Hartland/Bideford/Devon, Green Books, pp. 139-150.
- Garcia, E. (1995): *El trampolí fàustic: Ciència, mite i poder en el desenvolupament sostenible*. Alzira, Germania.
- Garcia, E. (2001): "Entre la información y el petróleo: Luces y sombras de la promesa de una 'modernización ecológica' y un 'desarrollo sustentable'". *Sistema*, nº 162-163, pp. 149-173.
- Garcia, E. (2003): "Civilització industrial, petroli barat, alternatives incertes". *L'Espill*, nº 13, pp. 6-17.
- Garcia, E. (2004): *Medio ambiente y sociedad: La civilización industrial y los límites del planeta*. Madrid, Alianza.
- Georgescu-Roegen, N. (1982): "La dégradation entropique et la destinée prométhéenne de la technologie humaine". *Économie Appliquée*, vol. XXXV, nº 1-2, pp. 1-26.
- Georgescu-Roegen, N. (1984): "Feasible recipes versus viable technologies". *Atlantic Economic Journal*, vol. XII, nº 1, pp. 21-31.
- Gever, J.; Kaufmann, R.; Skole, D. y C. Vörösmarty (1986): *Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades*. Cambridge (MA), Ballinger.
- Goodstein, D. (2004): *Out of gas: The end of the age of oil*. New York, W.W. Norton.
- Gowdy, J. (2005): "Sustainability and collapse: What can economics bring to the debate?". *Global Environmental Change*, vol. 15, pp. 181-183.
- Heinberg, R. (2003): *The party's over: Oil, war, and the fate of industrial societies*. Gabriola Island, New Society.
- Heinberg, R. (2004): *Powerdown: Options and actions for a post-carbon world*. Gabriola Island, New Society.

Heinberg, R. (2005): How to Avoid Oil Wars, Terrorism and Economic Collapse. *MuseLetter* nº 160, august, <<http://www.museletter.com/archive/160.html>>.

Henderson, E. y R. Van En (1999): *Sharing the harvest: A guide to community-supported agriculture*. White River Junction (Vermont), Chelsea Green.

Hirsch, R.L. (2005): "The inevitable peaking of world oil production". *Bulletin of the Atlantic Council of the United States*, vol. XVI, nº 3, October, pp. 1-9.

Hoffert, M.I. et al. (2002): "Advanced technology paths to global climate stability: Energy for a greenhouse planet". *Science*, vol. 298, noviembre, pp. 981-987.

Homer-Dixon, T.F. (1999): *Environment, scarcity and violence*. Princeton (NJ), Princeton University Press.

Hubbert, M.K. (1976): "Exponential growth as a transient phenomenon in human history". Comunicación presentada al World Wildlife Fund Fourth International Congress, San Francisco, <<http://www.hubbertypeak.com/hubbertywwf1976/print.htm>>.

Imhoff, D. (1996): "Community supported agriculture: farming with a face on it". Mander, J. y E. Goldsmith (ed.): *The case against the global economy. And for a turn toward the local*. San Francisco, Sierra Club Books, pp. 425-434.

Kaufmann, R.K. (2005): "Oil and the american way of life: Don't ask, don't tell", June 1, <<http://www.bu.edu/cees/people/faculty/kaufmann/index.html>>.

Kirch, P. (2000): *On the Road of the Winds: An Archaeological History of the Pacific Islands before European Contact*. Berkeley, University of California Press.

Klare, M.T. (2002): *Resource wars: The new landscape of global conflict*. New York, Henry Holt and Co.

Klare, M.T. (2004): *Blood and oil: The dangers and consequences of America's growing petroleum dependency*. London, Hamish Hamilton/Penguin.

Kunstler, J.H. (2005): *The long emergency: Surviving the converging catastrophes of the twenty-first century*. New York, Atlantic Monthly Press.

Kuykendall, C. (2005): "M. King Hubbert and his successors: A Hubbert peak half-bibliography". ASPO-USA Denver World Oil Conference Version (Draft 53), <<http://www.hubbertypeak.com/hubbertyBibliographyKuykendall53.pdf>>.

Laherrère, J. (2005): "Forecasting production from discovery". ASPO Lisbon May 19-20, <[http://www.cge.uevora.pt/aspo2005/abscom/ASPO2005\\_Laherrere.pdf](http://www.cge.uevora.pt/aspo2005/abscom/ASPO2005_Laherrere.pdf)>.

Lovelock, J. (2006): *The Revenge of Gaia*. London, Penguin.

Lovins, A.B. et al. (2005): *Winning the oil endgame: Innovation for profits, jobs, and security*. London, Earthscan.

Lynch, M.C. (2004): "The new pessimism about petroleum resources: Debunking the Hubbert model (and Hubbert modelers)", <[http://www.gasresources.net/Lynch\(HubbertyDeffeyes\).htm](http://www.gasresources.net/Lynch(HubbertyDeffeyes).htm)>.

McCluney, R. (2005): "Renewable energy limits". McKillop, A. y S. Newman: *The final energy crisis*. London, Pluto, pp. 153-176.

Meadows, D.; Randers, J. y D. Meadows (2004): *Limits to growth: The 30-year update*. White River Junction, Chelsea Green.

Morrison, R. (1999): *The spirit in the gene: Humanity's proud illusion and the laws of nature*. Ithaca (NY), Cornell University Press.

- Odum, H.T. y E.C. Odum (2001): *A prosperous way down: Principles and policies*. Boulder, University Press of Colorado.
- Orlove, B. (2005): "Human adaptation to climate change: a review of three historical cases and some general perspectives". *Environmental Science & Policy*, vol. 8, pp. 589–600, (doi:10.1016/j.envsci.2005.06.009).
- Páez, A. (2002): *La dimensión sociopolítica del fin del petróleo: desafíos a la sostenibilidad*, <<http://www.monografias.com/trabajos17/sociopolitica-petroleo/sociopolitica-petroleo.shtml>>.
- Pfeiffer, D.A. (2004): *The end of the oil age*. Morrisville, Lulu Press.
- Ponting, C. (1992) : *Historia verde del mundo*. Barcelona, Paidós.
- Price, D. (1995) : "Energy and human evolution". *Population and Environment*, vol. 16, nº 4, pp. 301-319.
- Roberts, P. (2004): *The end of oil: On the edge of a perilous new world*. Boston, Houghton Mifflin.
- Romm, J.J. (2004): *The hype about hydrogen: Fact and fiction in the race to save the climate*. Washington, Island Press.
- Roszak, T. (1993): *The Voice of the Earth: An Exploration of Ecopsychology*. London, Bantam.
- Scheer, H. (1993) : *Estrategia solar : Para el acuerdo pacífico con la naturaleza*. Barcelona, Plaza & Janés.
- Schneider, E. y J. Kay (1994): "Life as a manifestation of the second law of thermodynamics". *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 19, nº 6-8, pp. 25-48.
- Schneider, E.D. y D. Sagan (2005): *Into the cool: Energy flow, thermodynamics, and life*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Simmons, M.R. (2005): *Twilight in the desert: The coming saudi shock and the world economy*. New York, Wiley.
- Smil, V. (2003): *Energy at the crossroads: Global perspectives and uncertainties*. Cambridge (MA), The MIT Press.
- Tainter, J. (1995): *The collapse of complex societies*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Tainter, J. (1996): "Complexity, problem solving, and sustainable societies". En R. Costanza (ed.), *Getting down to earth: Practical applications of ecological economics*, Washington, Island Press, pp. 61-76.
- Walter, J. y A. Simms (2005): *The end of development? Global warming, disasters and the great reversal of human progress*. London, New Economics Foundation.
- White, L.A. (1943): "Energy and the evolution of culture". *American Anthropologist*, vol. 45, nº 3, pp. 335-356.
- WWF (2004): *Living planet report 2004*. Gland, World Wide Fund for Nature.
- Youngquist, W. (1997): *GeoDestinies: The inevitable control of earth resources over nations and individuals*. Portland (OR), National Book Co.