

---

*Xavier Simón Fernández (\*)*

---

## *Economía ecológica, agroecología y desarrollo rural sostenible (\*\*)*

### INTRODUCCION

La economía ecológica es una disciplina científica que persigue la incorporación de las variables ambientales a los modelos de gestión de recursos económicos. Es una perspectiva, a diferencia de lo que en la literatura se conoce como economía medioambiental, con implicaciones no sólo en la escala económica sino también en la social, política y ambiental. Pero no es nuestro objetivo ahora el ocuparnos de sus implicaciones sino de sus raíces, de los argumentos que permiten definir y defender un nuevo modelo de desarrollo que garantice simultáneamente el equilibrio económico y ecológico.

El apartado inicial del presente artículo lo dedicaremos a reflexionar, en términos generales, sobre la forma en que la economía incorpora y/o olvida el medio ambiente, la naturaleza. En el segundo apartado centraremos la atención en la definición de los sistemas económicos como abiertos para, en el siguiente, defender la naturaleza entrópica del proceso económico. Efectivamente, las dos piedras angulares sobre las que se edifican las propuestas económico-ecológicas son que las actividades económicas ocurren, necesariamente, en conexión con los sistemas naturales y que, en razón de ello, todas las leyes y procesos que ocurren en esos sistemas ecológicos, como la Ley de la Entropía, deben

---

(\*) Profesor titular interino del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Vigo.

(\*\*) Este trabajo forma parte de mi Tesis de Doctorado. Está originalmente escrito en gallego.

ser variable independiente en todo modelo de desarrollo. A partir de estos considerandos iniciales, en el cuarto apartado presentamos el modelo de desarrollo sustentable defendido por la economía ecológica.

Finalmente, en el quinto apartado, trataremos de defender una visión particular del desarrollo agrario, la agroecología, pues es en este campo donde la economía ecológica ha alcanzado mayores y mejores resultados. Fundamentada en las estrategias de apropiación de comunidades campesinas y buscando un equilibrio entre sus desarrollos tecnológicos y la ciencia agronómica ha surgido el enfoque agroecológico. Su característica fundamental es que se construye *con* o *desde* el campesino y no *para* el campesino, tal y como sucede con el tradicional modelo «revolución verde».

## 1. LA ECONOMÍA INTERNALIZA LA NATURALEZA

No resulta fácil encontrar una definición única y convincente de los objetos económicos que nos permita circunscribir cual es su campo de actuación: la economía es lo que hacen los economistas; no existe definición de economía, ni es necesaria; o, la economía es la asignación de medios escasos a fines alternativos, son algunas de las pocas definiciones explícitas que se pueden encontrar en la literatura.

Sin embargo, tal y como demuestra J. M. Naredo en *La economía en evolución* (1), es posible definir los objetos económicos mediante la Contabilidad Nacional, esquema de representación del sistema económico. Así, podemos definir un objeto económico como aquel que cumple con tres características fundamentales: que sea apropiable, intercambiable y reproducible.

Para ser apropiable, un objeto debe tener un dueño claramente definido, los derechos de propiedad deben ser identificables. Un objeto será intercambiable cuando tenga valor de cambio, esto es, un precio mayor que cero. Y será reproducible cuando sea posible obtenerlo mediante

---

(1) Este trabajo (Naredo, J. M. [1987]) y otros del mismo autor y de Martínez Alier forman el cuerpo teórico de la economía ecológica desarrollada en el Estado español. En los primeros apartados de este artículo pueden aparecer ideas suyas sin ser citadas explícitamente.

proceso de producción. De esta forma, aquellos objetos que cumplan las tres restricciones serán considerados económicos, aquellos que incumplan alguna de ellas no serán preocupación para los economistas.

Las consecuencias de este razonamiento son variadas e importantes. En primer lugar, existen bienes (el aire puro, esencial para los procesos respiratorios de todas las especies, pero también los procesos ecológicos que permiten la actividad económica o fundamentan la biodiversidad) que incumplen los tres requisitos: no poseemos volúmenes de aire puro, ni existe mercado para su intercambio, ni es posible obtenerlo, a escala global, a través de un proceso productivo. En cambio, el aire acondicionado sí es un objeto económico pues cumple con los tres requisitos. Por otra parte, existen males (la cicuta o las bombas atómicas, por ejemplo) que sí son objetos económicos y, en consecuencia, se consideran positivamente al medir el bienestar social.

Efectivamente, una consecuencia esencial, resaltada desde la economía ecológica, derivada de la naturaleza de los objetos económicos es que las medidas de la actividad económica o del bienestar (PIB, PNB o RN) sólo tienen en cuenta una porción de los objetos existentes: aquellos que son reproductibles, intercambiables y apropiables. Es por ello, y he aquí la paradoja, que el accidente del petrolero *Mar Egeo* en la *Costa da Morte* incrementó el nivel de vida de los gallegos: los sueldos y salarios pagados a los trabajadores, los honorarios satisfechos a las armadoras que se emplearon en la «extinción» de la catástrofe, las compras de productos químicos utilizados para la desaparición de la marea negra, las indemnizaciones satisfechas a los afectados, etc., todo ello ha sumado en nuestra particular contabilidad sin que, al mismo tiempo, se hayan descontado los efectos que ese accidente ha tenido sobre la fauna y flora marinas o sobre los ciclos biogeoquímicos que regulan los mares. Así, la primera conclusión a sacar es que la economía ecológica rechaza la utilización del PIB como indicador del bienestar y que la economía formal solamente se ocupa accidentalmente de las funciones vitales de la naturaleza, solo en la medida que cumplan los tres requisitos señalados.

Efectivamente, los economistas tradicionalmente incorporan la naturaleza dentro de su función de producción de dos formas distintas: o bien bajo la categoría de tierra o bien bajo la categoría de recursos naturales.

La tierra, obviamente, es apropiable e intercambiable pero no reproducible. A pesar de incumplir con la tercera de las condiciones la tierra es considerada un objeto económico. ¿Cómo se soluciona esta paradoja? Quienes así proceden consideran a la tierra en sentido ricardiano, esto es, la tierra es inconsumible, no se deprecia con su uso. Proceder de esta forma es totalmente arbitrario pues la evidencia nos dice que la tierra se puede perder irremediamente: las pérdidas de tierra por la construcción de infraestructuras es un caso desgraciadamente presente en la actualidad, o la pérdida de tierra fértil por prácticas agrícolas nocivas son ejemplos suficientes que demuestran la consumibilidad de la tierra.

Por otra parte, la incorporación de la naturaleza en el proceso de producción mediante la categoría de recursos naturales acarrea problemas cuando consideramos los recursos no renovables que, claramente, incumplen el tercero de los requisitos. En este caso, además, no es posible equiparlos al concepto de tierra pues, por definición, los recursos no renovables se consumen con su uso. ¿Cuál es la solución en este caso? Considerar, de una forma nuevamente arbitraria, que el agotamiento de cualquier recurso natural nunca será un problema económico grave pues el hombre, mediante el progreso técnico, podrá suplir cualquier escasez (2).

A partir de estas consideraciones iniciales debemos preguntarnos sobre cual es el proceder de la economía en la asignación de los recursos. La economía es la ciencia de los precios y su formación consiste en que los individuos, con sus dotaciones respectivas, acuden al mercado y expresan sus preferencias formándose los precios de equilibrio cuando la oferta coincide con la demanda. De este proceder general podemos reflexionar sobre tres cuestiones.

La primera hace referencia a que aquellos individuos que no tienen dotación monetaria alguna no pueden acudir al mercado y, si nadie lo remedia, se morirán de hambre. Esto es, el intercambio se producirá no en función de las necesidades que tenga el demandante sino solamente cuando su demanda esté respaldada por divisas (los excedentes agrícolas producidos por la PAC son un ejemplo oportuno).

---

(2) Un claro exponente de este pensamiento es Solow, R. (1974).

La segunda cuestión hace referencia directa al objeto de este artículo: los recursos no renovables pueden ser utilizados en la actualidad, o pueden ser consumidos por generaciones futuras: esto es, un barril de petróleo consumido hoy significa un barril menos para mañana, o lo que es lo mismo, nuestro consumo actual tiene que ver con el consumo que puedan hacer los agentes futuros pero, dado que aún no han nacido, esos agentes no pueden acudir al mercado a expresar sus preferencias por ese recurso no renovable del cual dispondrán, o no, en función de la ética de la presente generación. ¿Cómo resuelve la economía este grave problema ontológico? Pues otorgando a la demanda de las generaciones futuras un peso determinado a través de una tasa de descuento. La economía y el mercado operan normalmente con tasas positivas considerando, así, que la riqueza del futuro es menos importante que la riqueza del presente. La cuestión no es «acertar» sobre cual es la tasa de descuento óptima sino modificar la operatividad de la economía en el sentido de que el economista se convierta en historiador de la tecnología (la demanda futura dependerá mucho de cual sea el estado de la técnica), en filósofo moral y sociólogo (se debe conocer como se forman las preferencias). Mientras, el mercado será un «óptimo» asignador.

Finalmente, si llevamos al límite extremo el individualismo metodológico y enfrentamos la cantidad limitada de combustibles fósiles, por ejemplo, con toda la demanda que se generará hasta que el sol deje de brillar, dentro de 5.000 millones de años, el resultado serán precios infinitos, vetándose su consumo actual. Esta solución sería consecuencia de aplicar una metodología, la individualista, que persigue la maximización del beneficio en el corto plazo a problemas que afectan a toda la humanidad en los que está en juego la supervivencia de la propia especie humana. En relación con esto es posible realizar una nueva pregunta: ¿en razón a qué lógica los precios del petróleo, del cual existe cada vez una menor cantidad, tienen tendencia descendente en los últimos años? La respuesta tiene que ver con las relaciones de poder, con el orden económico internacional vigente. Galeano lo explica formidablemente: los impuestos occidentales que gravan las materias primas importadas del Tercer Mundo superan al precio pagado al productor (3).

---

(3) Galeano, E.1993), p. 1.

Partiendo de la integración de las ciencias naturales y las ciencias sociales, la economía ecológica trata de definir la naturaleza entrópica del proceso económico y el carácter de abiertos de los sistemas económicos. A esto dedicamos los siguientes apartados.

## **2. LOS SISTEMAS ECONOMICOS COMO SISTEMAS ABIERTOS**

El planeta Tierra es, por definición, un sistema cerrado pues si exceptuamos el aporte material que suponen los meteoritos tan solo intercambia energía con su entorno al recibir continuamente la energía procedente del Sol. La economía es un ejemplo contrario. Los sistemas económicos intercambian energía y materiales con su entorno. Un sistema económico intercambia energía, materiales e información con otros sistemas económicos; un sistema económico intercambia energía, materiales y, también, información con los sistemas naturales. Es por ello que los sistemas económicos son, por definición, sistemas abiertos. Sin embargo, esta consideración no está presente en los modelos económicos convencionales.

Mientras que en la idea usual de sistema económico los objetos económicos nacen y desaparecen dentro del propio sistema, en la medida que lo haga su valor de cambio, en los sistemas económico-ecológicos los objetos económicos ya existen antes de entrar a formar parte del propio sistema en virtud de su existencia física y siguen existiendo después de que sean consumidos, en su forma de residuos.

Esto significa que en el primer tipo de sistemas solo entrarán en la toma de decisiones aquellos recursos y aquellos residuos que tengan un precio (ya sea creado en el propio mercado o imputado por un agente) mientras que partiendo de sistemas económico-ecológicos la posible «incomensurabilidad» debe ser sustituida por la comprensión de los fenómenos y de la interrelación entre los diversos elementos, adquiriendo los objetos el carácter de económicos independientemente de su conversión o no en un valor de cambio. En consecuencia, un sistema aislado en el que fluye continuamente en círculo el valor de cambio no tiene ninguna dependencia respecto al ambiente y, por tanto, en ese sistema no

existirá ningún problema de agotamiento de recursos, ni contaminación ambiental, ni ninguna dependencia de la economía respecto a los servicios ambientales (4).

La visión ecológica de la economía considera que ésta es un sistema abierto al establecer como relevantes tanto los efectos que un proceso económico tiene sobre su entorno, mientras aquel está en funcionamiento, como las consecuencias que sobre ese proceso tiene el entorno después que finalice esa actividad. Esto es, la asignación de los recursos, la elección de los insumos, la producción y su consumo no acontecen en sistemas cerrados, semiaislados de su entorno físico y eternamente equilibrados tal y como ocurre en los modelos de desarrollo que la ciencia económica convencional está utilizando desde su nacimiento.

Como afirma Kapp (5) «es posible que considerar a la economía como un sistema cerrado resulte positivo desde un punto de vista metodológico y que permita a la teoría económica formular sus conceptos y teorías de acuerdo con la lógica matemática formal, pero eso tiende a perpetuar una equivocada percepción de la realidad tornándose sus conclusiones equivocadas e intrascendentes».

Así, si consideramos los sistemas económicos como abiertos y «si las decisiones económicas incontroladas, basadas en el cálculo de costes y rendimientos empresariales, son básicamente incompatibles con el mantenimiento de estados dinámicos de equilibrio ecológico y económico, entonces será necesario volver a formular y definir no sólo los conceptos de costes y beneficio sino, sobretodo, los criterios de eficiencia y optimalidad económica, ... (de tal forma que) incluya el hecho de que lo que puede ser eficaz y óptimo en el caso de un sistema de producción y distribución cerrado, puede resultar ineficaz y para nada óptimo, en el largo plazo, y acaso destructivo desde un punto de vista social y global debido al descuidado efecto acumulativo de las acumulaciones intersistema entre los sistemas abiertos» (6).

Si el sistema económico es un subsistema abierto que opera dentro de un sistema mayor (la naturaleza) la cuestión de la relación entre

---

(4) Daly, H. E. (1991), pp. 33-34.

(5) Kapp, K. W. (1978), pp. 126-128.

(6) Kapp, K. W. (1978), pp. 142-143.

ambos gana en importancia. Los fenómenos que ocurran dentro del sistema mayor condicionan la dinámica del segundo, pero la actividad económica también puede modificar sustantivamente el funcionamiento del sistema mayor (la destrucción de la capa de ozono, por ejemplo). Quizás la cuestión más importante sea la escala a la cual el subsistema económico puede operar dentro del sistema global. Daly singulariza la problemática de la escala de la economía, definida como el producto de la población por los recursos usados per cápita, reclamando medidas políticas específicas para su cumplimiento (7).

Por último, podemos decir, siguiendo a Naredo (8), que aunque sea alcanzado ese sueño imposible de los economistas medio ambientales estableciendo una correspondencia completa entre su mundo de lo económico y aquel otro de lo físico, no por eso se habrán encontrado soluciones a los problemas que originalmente suscitaba la gestión del medio ambiente, si por solución satisfactoria se entiende aquella que al menos garantice la continuidad de la especie humana. Esto es, las condiciones que exige el equilibrio económico, de sistemas cerrados, no sólo no garantizan la estabilidad ecológica sino que pueden contribuir a perturbarla, en sistemas abiertos. Esto significa, desde la óptica de la economía ecológica, que la resolución de los múltiples problemas ecológicos (9) a los que se enfrenta hoy la humanidad debería realizarse no mediante la ampliación de los actuales sistemas, cerrados, hasta que toda la naturaleza sea objeto de valoración económica, sino mediante la definición de nuevos sistemas, que intercambian energía y materiales con su entorno, en los que los distintos componentes desempeñan una función independientemente de su contribución a la obtención de beneficio empresarial y en cuya gestión deben intervenir leyes, normas, restricciones no antropocéntricas (10).

---

(7) Vease Daly, H. E. (1992).

(8) Naredo, J. M. (1987 b).

(9) Son problemas ecológicos actuales, de diversa naturaleza y escala, los siguientes: calentamiento de la atmósfera, emisiones de CO<sub>2</sub>, lluvias ácidas, deforestación, hambrunas generalizadas, aglomeraciones urbanas, pérdida de diversidad ecológica y cultural, contaminación local, pérdida de tierra fértil, etc.

(10) Obviamente, son los hombres, y las mujeres, quienes deben tomar las decisiones. Esta aclaración es necesario realizarla para evitar que el lector sitúe a la economía ecológica en el limbo de las utopías, como aquella que supondría «naturalizar» en exceso el comportamiento humano.

Desde la perspectiva de la economía ecológica se tiene enfatizado la idea de que el objetivo de maximizar la producción de los valores crematísticos tiene favorecido en individuos y empresas una actitud depredadora que va en detrimento del medio ambiente y de la estabilidad ecológica pues en el corto plazo resulta más barato y, por lo tanto, más enriquecedor la apropiación de los recursos ya existentes que aquella otra que se adapte a la capacidad de renovación de los ciclos naturales (11).

Por lo tanto, si nuestro objetivo es satisfacer las necesidades humanas sin deteriorar el entorno físico sobre el que se desarrollan las actividades económicas con el objetivo de hacer perdurables los sistemas de apropiación/satisfacción debemos preocuparnos, tal y como hace la economía ecológica, de analizar directamente las características intrínsecas del entorno natural y enjuiciar el papel que cada una de sus partes y las relaciones entre las mismas juegan en el mantenimiento de la biosfera y de la vida humana.

### **3. EL PROCESO ECONOMICO COMO UN PROCESO ENTROPICO**

La economía es la única ciencia en la que la mecánica newtoniana, considerada pieza de museo desde mediados del siglo XIX, sigue siendo operativa y ello a pesar de que los pioneros trabajos del economista matemático Georgescu-Roegen tienen establecido la naturaleza entrópica del proceso económico.

Antes de analizar las implicaciones y el significado que esto tiene para la gestión de los recursos es necesario precisar que no existe unanimidad entre la academia a la hora de considerar relevante la Ley de la Entropía para la economía. Y eso a pesar de que autores que gozan de

---

(11) Un ejemplo es el libro VV.AA. (1979) en donde se analiza, en un espacio geográfico concreto como es Extremadura, la relación entre explotación acelerada de los recursos, enormes beneficios empresariales y desestructuración social observándose que, junto a condicionantes institucionales, el mercado favorece aquellas actividades fundamentadas en la destrucción de materias primas y energías no renovables cuyo impacto degradante, tanto mediante la exacción de recursos como a través de la inserción de residuos, resulta empíricamente evidente sin que el mercado «se entere» al considerar sistemas cerrados, y en detrimento de otras actividades más respetuosas con el medio ambiente en la medida que utilizan recursos renovables.

reconocido prestigio en la profesión han reconocido que «... el conocimiento acumulado en las ciencias naturales debería ser aplicado al proceso económico. Por ejemplo, la escala y la tasa del *throughput* (de materia y energía, que pasan a través del sistema económico están sujetos a una restricción entrópica» y que «la intervención es necesaria pues el mercado por sí mismo es incapaz de reflejar esa restricción» (12), existen algunos trabajos que desde la ortodoxia neoclásica tratan de convertir en irrelevante esta Ley para la gestión de los recursos (13).

La conocida igualdad entre recursos y empleos muestra el espíritu mecanicista de la visión convencional de la dinámica económica, por la que el sistema económico es un sistema permanentemente equilibrado y autosuficiente. Un sistema en el que el crecimiento puede ser infinito pues tomando como mecánico al proceso económico se está considerando, por definición, que no existen irreversibilidades ni escaseces, esto es, que un barril de petróleo puede ser usado una y otra vez. La epistemología mecanicista del proceso económico implica una representación circular del mismo, esto es, un movimiento pendular entre producción y consumo en un sistema completamente cerrado y autosostenido.

En cambio, la visión entrópica del proceso económico significa irreversibilidad, pérdida de cualidad en los flujos de energía y materiales a través del proceso económico que ocurren en un sistema abierto como el económico y, por lo tanto, el sistema económico permanece en constante desequilibrio y no existe aisladamente, por los imprescindibles vínculos que establece con el sustrato material, tal y como acabamos de ver (14).

(12) Pearce, D. *et al.* (1990), pp. 23-24.

(13) Young, J. T. (1991), pp. 169-179. Sus argumentaciones han sido rebatidas por Daly, H. E. (1992 b) y por Townsend, K. N. (1992). Además, en Naredo, J. M. (1987), pp. 478-494, ya se había apuntado que aunque hablar de entropía de la materia y de cuarta Ley de la Termodinámica no tiene entidad científica, ambos conceptos son «una intuición razonable y orientadora en lo que se refiere a la gestión de los recursos».

(14) Norgaard matiza lo que él denomina «determinismo entrópico» de Georgescu-Roegen pues según aquel éste no se da cuenta de la imposibilidad de la vida humana antes de que la vida evolucionara ganando en orden, esto es, mediante un proceso neguentrópico. Sin embargo, ambos autores llegan a conclusiones similares: primera, que el hombre debe aprender cual es su papel en el proceso evolutivo con el riesgo de «seguir el camino del dinosaurio» tarde o temprano; segundo, que la mayor parte de las tecnologías que se asocian con el desarrollo nos permiten, simplemente, utilizar los stocks de baja entropía mucho más rápidamente; y, finalmente, que demasiado poco de nuestro conocimiento y esfuerzos de investigación actuales son directamente aplicables a la inmensa tarea de influenciar la coevolución para nuestro beneficio. Véase Norgaard, R. B. (1984), pp. 531-532.

Dado que la hipótesis de partida de la economía ecológica es la necesidad de enmarcar a la economía dentro del soporte ecológico, será mediante el conocimiento del funcionamiento de la naturaleza, sustrato sobre el que se desarrollan las actividades económicas, como podemos acercarnos a definiciones y estructuras de funcionamiento operativas desde este punto de vista.

Así, si bien en virtud de la Primera Ley de la Termodinámica podemos decir que el proceso económico ni crea ni destruye energía, sino que solamente la absorbe y expulsa continuamente, cuestión de la que sí da cuenta la mecánica newtoniana, existe una diferencia cualitativa entre lo que entra y lo que sale del proceso económico. Según la Segunda Ley de la Termodinámica la materia y la energía entran en el proceso económico en un estado de baja entropía y salen en estado de alta entropía (15).

De esta forma, frente a la naturaleza mecánica del proceso económico por la que existe una equivalencia entre lo que entra y lo que sale, la naturaleza entrópica del proceso económico defendida por la economía ecológica supone la transformación ineludible de recursos materiales valiosos en desperdicios sin valor (16).

Debemos, a continuación, ahondar en la correspondencia entre recursos valiosos y baja entropía, lo que entra en el proceso económico, y desperdicios sin valor y alta entropía, lo que resulta de ese proceso.

El concepto fundamental sobre el que debemos retener nuestra atención es el de entropía. La primera definición dada del 2.º Principio de la Termodinámica correspondió a Clausius en 1850 al establecer que «el calor no puede pasar espontáneamente de un cuerpo a temperatura más

---

(15) Unos de los argumentos utilizados por Young en el artículo citado es que la entropía se refiere a la energía y no a los materiales, siendo una «invención» de Georgescu-Roegen (véase Georgescu-Roegen, N. (1983), p. 839) su aplicación al componente material (en Townsend, K. N. (1992), p. 97, leemos que «de hecho la entropía es un concepto que se aplica tan fácilmente a la materia como a la energía»). Sin embargo, es obvio que el CO<sub>2</sub> producido por la combustión de carbón, por ejemplo, no se puede reciclar y que el reciclaje completo de los materiales no es posible, reduciéndose, así, las existencias disponibles. Esta imposibilidad es, fundamentalmente, económica. El reciclaje de la energía «es siempre antieconómico» (Daly, H. E. [1992 b], p. 93) independientemente de su precio pues el reciclaje de energía degradada siempre costará más energía que la cantidad reciclada. Para los materiales es posible utilizar un razonamiento similar.

(16) Georgescu-Roegen, N. (1980).

baja a otro a temperatura más alta» (17). Junto a esto también se reconoció, por Thomson, que una vez que la temperatura de un sistema cerrado (como el universo, el planeta tierra o una habitación de una casa) sea uniforme en todo el sistema, el movimiento de calor no se puede invertir sin la intervención externa. Por ejemplo, el hielo transformado en agua no puede recuperar su estado inicial a menos que se intervenga suministrando nueva energía.

Lo que nos interesa son las implicaciones que esto tiene al nivel económico. Pues bien, la energía, y también los materiales, existen en dos estados cualitativamente diferentes: energía disponible y no disponible (18). Mientras que la primera puede ser utilizada, la segunda ya no es susceptible de reemplazarse nunca más. Por ejemplo, con la utilización de un barril de petróleo estamos haciendo uso de energía en su estado disponible, mientras que después de crear trabajo mediante su combustión pasa a estado de no disponibilidad.

Una equivalencia más puede ser hecha: la energía disponible presenta una estructura ordenada mientras que el desorden caracteriza a la energía no disponible. De esta forma, la entropía también puede ser definida como una medida del desorden o de la energía no disponible. Un incremento de la entropía nos indicará un mayor desorden, una pérdida de energía disponible. En cambio, una baja entropía hará referencia a una estructura organizativa ordenada, a una alta capacidad para generar trabajo.

Una segunda implicación de la Ley de la Entropía tiene que ver con la escasez, concepto central del pensamiento económico. Los economistas manejan un concepto de escasez que es relativo: esto es, las cosas (los bienes, los recursos, etc.) son más o menos abundantes en función de la demanda que exista sobre ellas. Por esta razón no es un problema económico fundamental el agotamiento de un recurso natural: su escasez podrá ser corregida dirigiendo la demanda sobre otros recursos, sin importar la función vital que ellos puedan cumplir. Sin embargo, a la luz

---

(17) Esta definición es obtenida de Paz Andrade, M. I. (1990).

(18) Esta distinción no tiene que ver con aquella otra de energía accesible y no accesible cuya distinción radica en la posibilidad de disponer de energía en función de la tecnología y de los precios existentes.

de las Leyes de la Termodinámica es necesario defender un concepto de escasez en términos absolutos, el cual hace referencia al carácter físicamente limitado de los recursos (19). Así, las fuentes ambientales de recursos de baja entropía y los sumideros ambientales de residuos de alta entropía son finitos y sufren degradación: existen en cantidades físicamente limitadas o, mejor dicho, tienen capacidad limitada para ofrecer/recibir baja/alta entropía siendo fundamentales para el desarrollo humano y no tienen sustituto posible, por lo que el mercado no puede corregir su escasez.

Podemos decir, para resumir lo anterior, que la Segunda Ley de la Termodinámica nos indica que en un sistema cerrado la entropía, la energía no disponible, se incrementa inexorablemente. Las implicaciones de esta Ley para la vida humana, en general, y para la vida económica, en particular, son de enorme transcendencia. A continuación tratamos de resumirlas en los siguientes puntos:

- a) Los organismos vivos, el hombre entre ellos, tienen la capacidad de cludir el crecimiento de su propia entropía, esto es, pueden tener una estructura cada vez más ordenada. Sin embargo, este inicial «fallo» del 2.º Principio no es tal pues para mantener su orden deben absorber baja entropía del entorno. Como consecuencia, la entropía total del sistema se habrá incrementado. Un ejemplo puede ayudar a entender esto: un litro de gasolina en nuestro automóvil tiene una menor entropía, una estructura más ordenada, que el petróleo original en el subsuelo. De aquí no podemos deducir que la actividad económica haya evitado la Segunda Ley de la Termodinámica pues para el procesamiento del combustible fósil se tendrán utilizado energía y materiales adicionales, en la forma de medios de producción, que tendrán incrementado el desorden en mayor medida que el orden ganado con la gasolina en nuestro automóvil (20).

Por su parte, los vegetales mediante el proceso de la fotosíntesis almacenan parte de la radiación solar de tal forma que de no tener actuado parte de esa radiación se convertiría en alta entropía.

---

(19) Naredo, J. M. (1987), pp. 234-235.

(20) Georgescu-Roegen, N. (1980).

pía, en energía no disponible. Esta es la razón por la que hoy es posible utilizar en la forma de combustibles fósiles la energía solar emitida hace millones de años.

- b) Al reconocer que el proceso económico transforma recursos naturales valiosos en desperdicios sin valor debemos añadir, para justificar la continuación de un proceso de tal naturaleza, que el verdadero producto del proceso económico es un flujo inmaterial: el disfrute de la vida (21). Solamente mediante este reconocimiento podremos diferenciar nuestro campo de estudio (el proceso económico) de otros procesos físicos cuyo comportamiento es similar.
- c) Este proceso entrópico, con capacidad para satisfacer las necesidades humanas, sólo continuará en la medida en que seamos capaces de alimentarlo de baja entropía. En este sentido, la economía ecológica afirma que todo objeto con valor económico posee una estructura ordenada, esto es, baja entropía. Lo cual no significa que todos los objetos con baja entropía tengan un alto valor económico: los hongos venenosos tienen una baja entropía pero su valor económico es nulo (22).
- d) Finalmente, reafirmar la irreversibilidad de la degradación entrópica de la materia y la energía. No es posible sostener, dado el estado actual del conocimiento en las ciencias naturales, una visión circular del proceso económico, una visión de continuo recomienzo de la actividad económica con los mismos recursos. El proceso económico está sostenido sólidamente en una base material, la naturaleza, y sujeto a determinadas restricciones que lo convierten en unidireccional e irrevocable. Esto no significa que debamos acudir a la Termodinámica para establecer los precios que midan la escasez relativa a las necesidades para una óptima asignación del flujo de recursos entre usos alternativos (23), ni que la Segunda Ley sea la base para una

---

(21) Georgescu-Roegen, N. (1975).

(22) Georgescu-Roegen, N. (1980), cita 12.

(23) Daly, H. E. (1991).

nueva teoría del valor (24), sino que el conocimiento de las ciencias naturales debe estar presente para entender el funcionamiento de los sistemas económicos y para establecer una escala sustentable del subsistema económico, como una parte del ecosistema global (25).

De todo lo anterior se deduce que el proceso económico, desde la perspectiva de la economía ecológica, debe realizarse en términos distintos a los típicos de la economía convencional. Siguiendo trabajos recientes de un equipo multidisciplinar de investigación (26), podemos escribir el proceso económico de la siguiente forma (27):

$$F - P = L + R = I$$

siendo,

F: Recursos utilizados en el proceso.

P: Producto obtenido en el proceso.

I: Irreversibilidad total.

L: Pérdida de cualidad interna.

R: Residuos generados.

Una formulación del proceso económico como esta permite «tan sólo» conocer los costes termodinámicos del proceso productivo: esto es, la cantidad de recursos utilizados en la producción de cada uno de los flujos físicos de los sistema energéticos, cualquiera que sea su complejidad estructural (28). Las unidades de medida utilizadas tienen la virtud de ser objetivas en relación al tiempo, lugar y apreciación social de un tipo u otro de manifestación energética o material. La exergía, o energía utilizable, es la medida que permite

---

(24) Georgescu-Roegen, N. (1983), pp. 834 y ss. Georgescu calificó estos intentos como «el dogma energético moderno».

(25) Daly, H. E. (1991).

(26) Formada por José Manuel Naredo, economista, Antonio Valero, químico, y otros miembros que como este último forman parte del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza. Sus trabajos, aún en marcha, constituyen un intento pionero en la formalización del proceso económico entrópico.

(27) Vease Valero, A. y Naredo, J. M. (1989).

(28) Valero, A. y Naredo, J. M. (1989), p. 8.

la obtención de una base objetiva para medir los costes de producción (29).

El principal hecho a resaltar de una formulación de este tipo es que toda actividad económica, en términos de exergía, conduce a una pérdida. Esto es, la irreversibilidad, **I**, siempre será mayor que cero o, dicho de otra forma, la energía utilizable que entra en el proceso, **F**, siempre será mayor que el producto obtenido, **P**.

Si estamos de acuerdo con esta formulación será posible cuantificar los graves problemas económicos relacionados con la interacción entre el subsistema económico y el ecosistema global. Como criterio operativo podríamos enumerar el siguiente: frente a los problemas ecológicos existentes parece razonable una estrategia que, al asignar recursos, persiga la reducción, a su mínima expresión, de las pérdidas de calidad en que se incurre.

Trabajos como los comentados son una base inicial para una nueva concepción de las categorías económicas, principalmente las que tienen que ver con la producción. Categorías económicas que, como esperamos tener demostrado, están alejadas de aquel estado ideal en el que se recogiesen todos los costes implicados en toda actividad económica. El desajuste entre economía y principios operativos en la base material que le sirve de soporte imprescindible debe corregirse incorporando las leyes naturales de la Biosfera a la forma de entender los problemas y plantear soluciones.

Es en este contexto en el que pretendemos realizar una aproximación al concepto de sustentabilidad defendido por la economía ecológica, cuestión a la que dedicamos el siguiente apartado.

---

(29) La representación formal, las implicaciones y comparaciones de ambas racionalidades productivas, mecánica o convencional y termodinámica o ecológica, pueden encontrarse en Valero, A. y Naredo, J. M. (1989). Los avances teóricos dados por el equipo de estos autores en el objetivo de establecer una función del coste exergético que permita dotar de mayor objetividad las actuaciones humanas pueden encontrarse en el libro editado por AEDENAT (Asociación Ecologista de Defensa de la Naturaleza) con motivo de la alternativa Conferencia Mundial sobre «Energía para un mundo sostenible» celebrada en Madrid, en septiembre de 1992. Véase Naredo, J. M. (1993) y Naredo, J. M. (1994).

#### 4. ECONOMIA ECOLOGICA Y SUSTENTABILIDAD

Presentamos en este apartado el marco general a partir del cual es posible encuadrar un modelo de desarrollo agroecológico. Efectivamente, estamos de acuerdo con Altieri cuando afirma que «es inconcebible defender cambios ecológicos en el sector agrario sin defender comparables cambios en todas las otras áreas interrelacionadas de la sociedad» (30).

En primer lugar, por lo tanto, detendremos nuestra atención en presentar las condiciones generales que debe cumplir, desde la óptica de la economía ecológica, una estrategia de desarrollo que se defina como sustentable (31). Siguiendo a Georgescu-Roegen (32) podemos afirmar que la supervivencia de la humanidad presenta problemas diferentes a los de las otras especies: no es sólo económica ni sólo biológica, es bioeconómica. Esto es, además de las necesidades endosomáticas (aquellas comunes a todas las especies: alimentación y abrigo) los hombres, y las mujeres, necesitan de otros bienes para reproducirse (automóviles, libros, ordenadores...). Para la resolución de este problema el hombre puede aprovechar dos formas distintas de energía disponible: el stock o acervo de energía disponible en los depósitos minerales existentes en las entrañas de la tierra o bien el flujo de radiaciones solares interceptadas por la tierra.

Georgescu afirma que entre ambas fuentes de energía disponible existen importantes asimetrías de las cuales depende la resolución del problema bioeconómico señalado:

1. La primera asimetría es que la componente terrestre es una existencia mientras que la radiación solar es un flujo. En teoría, los hombres podrían utilizar en un único periodo de tiempo todo el stock de recursos terrestres; sin embargo, no ejercen ningún control sobre el flujo solar, estando impedidos para usar ahora el flujo

---

(30) Altieri, M. (1987), p. 199.

(31) La sustentabilidad no es un concepto unívoco. En la Tesis de Doctorado que hemos realizado seguimos la pista a las distintas acepciones que este concepto puede tener. Podemos entender la sustentabilidad como perdurabilidad, sin indicar, por ahora, que es lo que debe permanecer a lo largo del tiempo.

(32) Georgescu-Roegen, N. (1975) e Georgescu-Roegen, N. (1980).

del futuro. En cambio, las existencias futuras de recursos terrestres están afectadas por el consumo que se haga en la actualidad.

2. Cada una de las fuentes de energía disponible cumple un papel específico. Mientras el stock terrestre permite elaborar todos los aparatos fundamentales para fines humanos que satisfacen las necesidades exosomáticas, la radiación solar es la fuente primaria, empezando con la fotosíntesis, de toda la vida sobre la tierra. Además, no existe a escala humana un mecanismo capaz de transformar energía en materia. Mientras que las generaciones futuras tendrán su parte inalienable de energía solar, sus existencias pueden estar a ser consumidas en la actualidad.
3. El stock de recursos terrestres es una fuente muy pequeña en comparación con la del sol. Mientras que la actividad del sol durará 5 mil millones de años, el stock de recursos terrestres es equivalente a únicamente unos cuantos días de energía solar (cálculos optimistas cifran en dos semanas la equivalencia entre todas las reservas de combustibles fósiles y la radiación solar llegada al planeta).
4. Desde el punto de vista de su uso industrial, la energía solar presenta una importante desventaja respecto a la energía terrestre: ésta se encuentra disponible en forma concentrada mientras que el uso directo de la energía solar no es sencillo. El flujo de energía solar no se acumula en ningún sitio a partir del cual pueda ser utilizada de una forma concentrada.
5. La principal virtud de la energía solar es que su uso no causa contaminación adicional: esto es, los rayos solares que no son utilizados se degradan inexorablemente. Sin embargo, de ser usada en un lugar distinto a donde fue recogida el clima de ese sitio se vería afectado.
6. La supervivencia de todas las especies terrestres y acuáticas depende, directa o indirectamente, de la radiación solar. Sólo los hombres y las mujeres, a causa de su adición exosomática, dependen también de los recursos minerales.

En la medida en que ambas son las fuentes principales de energía disponible y que presentan tan grandes asimetrías, Georgescu-Roegen

afirma que como consecuencia de la fuerte presión ejercida sobre el stock de existencias terrestres, debido a la moderna fiebre del desarrollo industrial, así como a la necesidad cada vez más urgente de reducir la contaminación ambiental y de hacerla menos dañina, lo que supone demandas adicionales de esas existencias, el hombre debe redoblar sus esfuerzos para encontrar la forma de utilizar con una mayor intensidad las radiaciones solares (33).

Georgescu-Roegen defiende, además, que al no existir coste de anulación del daño irrecuperable o coste de reversión del agotamiento irrecuperable (proceso que padece el consumo de materiales en virtud de la Ley de la Entropía, tal y como vimos en el apartado anterior), son necesarias las regulaciones cuantitativas; esto es, establecer cantidades máximas a utilizar de recursos no renovables y de emisiones al ambiente. Hasta donde sabemos, este autor no profundiza en esta cuestión. No obstante, defiende que «lo más que podemos hacer es prevenir cualquier deterioro innecesario de los recursos y del medio ambiente, pero sin pretender que sabemos lo que significa exactamente innecesario en este contexto» (34).

Establecer regulaciones cuantitativas significa definir límites a la actividad económica. La economía ecológica, en consecuencia, defiende explícitamente esta cuestión y afirma que el volumen físico de flujo de energía y materiales de baja entropía procedentes del medio ambiente y el flujo de desperdicios de alta entropía hacia la atmósfera deben ser limitados a una escala óptima, a una escala que sea sustentable.

Para hacer operativas estas cuestiones es posible enumerar una serie de indicadores del desarrollo sustentable, en estrecha conexión con las regulaciones cuantitativas a que nos referíamos anteriormente (35):

---

(33) En Naredo, J. M. (1993), p. 62, encontramos una posición similar a la del economista matemático. Afirma Naredo que «habida cuenta que los organismos, en general, y los hombres muy particularmente, necesitan degradar energía y materiales para mantenerse en vida, el único modo de evitar que esto lleve al deterioro entrópico de la Tierra es articular esa degradación sobre el único flujo de energía renovable que se recibe, el procedente del Sol y sus derivados, manteniendo un reciclaje completo de los ciclos materiales...».

(34) Georgescu-Roegen, N. (1975), p. 805. En Georgescu-Roegen, N. (1979), p. 102, el autor defiende que «... en vez de basar nuestras recomendaciones en el superfamiliar principio de la maximización de la utilidad, deberíamos intentar minimizar el “arrepentimiento futuro” dado que nos enfrentamos con la mayor de todas las incertezas: la incerteza histórica».

(35) Véase Daly, H. E. (1991), pp. 44-45 y Daly, H. E. (1991 b), pp. 38-41.

1. Daly defiende que la cuestión principal es limitar la escala humana, el flujo de energía y materiales, a un nivel que sea sustentable, que no erosione la capacidad de carga a través del tiempo (36). Una óptima escala sería aquella en la que los costes marginales de la expansión de la escala en el largo plazo son iguales a los beneficios marginales de esa expansión (37). Esta regla general no será operativa hasta que consigamos medir fácilmente esos costes y beneficios. Por eso es necesario establecer otra serie de normas, como las siguientes.
2. Daly defiende que, en una visión del desarrollo sustentable, el progreso técnico debería tender al crecimiento de la eficiencia más que al crecimiento del flujo de energía y materiales.
3. Al considerar como renovables tanto a los recursos naturales, en sentido clásico, como a la capacidad de asimilación de desperdicios por el entorno natural, las reglas básicas en la gestión de estos recursos serían: para los recursos renovables, la tasa de cosecha no debería exceder a su tasa de regeneración mientras que la emisión de desperdicios no debería superar a la capacidad asimilativa del ambiente.
4. Para los recursos no renovables el indicador es más difícil de establecer. En la ausencia de perfecta sustituibilidad entre recursos renovables y no renovables, el consumo de estos últimos difícilmente puede ser compensado mediante la creación de sustitutos renovables. En este caso, la regla debe ser su conservación. En el caso en que la sustitución sea posible, los recursos no renovables deben ser explotados a una tasa que no supere a la de creación de sustitutos renovables. De ser esta la opción, la regla anterior debe ser modificada en el sentido de que las tasas de cosecha de los recursos renovables deben ser mantenidas por debajo de las

---

(36) Es consciente de las dificultades de establecer en términos empíricos esa capacidad de carga, que define en relación al nivel de población y al nivel de consumo de recursos per cápita. Por otra parte, afirma que la capacidad de carga ambiental futura no debería ser descontada mediante el cálculo del valor presente. Véase, en este sentido, Daly, H. E. (1992), pp. 186-187.

(37) En Daly, H. E. (1991 b), p. 41, se defiende que «el crecimiento, como cualquier otra cosa, puede costar más de lo que vale en el margen».

tasas de regeneración en una amplitud necesaria para compensar el agotamiento de los recursos no renovables (38).

Todo esto lleva implícita una visión particular del proceso civilizatorio. En efecto, la racionalidad y el paradigma de la economía ecológica apuntan a un proceso social neguentrópico (39) tendente a revertir el creciente agotamiento de los recursos y la degradación de la energía disponible a través de la conservación de las estructuras materiales, ecológicas y culturales capaces de generar un desarrollo biológico y sociohistórico sostenible.

De esta forma, una racionalidad productiva fundada en el concepto heurístico de proceso neguentrópico tenderá a contrarrestar aquella tendencia al agotamiento y a la degradación mediante el máximo aprovechamiento (ecológico y cultural) del proceso fotosintético, como un proceso ecosistémico de generación de orden, de materia vegetal y de energía bioquímica utilizable, orientado hacia el incremento de la productividad social para la producción de satisfactores humanos mediante la creación de un proceso histórico de organización ecológica, de diversidad cultural y de complejidad productiva.

Mas allá del simple mantenimiento de una diversidad genética y cultural, esta nueva racionalidad apunta hacia un proceso de complejización de la organización productiva. De esta forma, este proyecto social se opone a las tendencias históricas que tienen determinado la uniformización ecológica, cultural y tecnológica de los pueblos y la unificación positivista del conocimiento, que han sido necesarios para elevar la productividad económica dentro de la racionalidad capitalista de producción.

---

(38) En Daly, H. E. (1991), p. 45, encontramos el siguiente argumento: los ingresos procedentes de la explotación de un recurso no renovable deben ser divididos en un componente renta y otro capital, de tal forma que la inversión de este último garantice, al final de la vida del recurso no renovable, un nuevo activo renovable que ofrezca una renta igual al componente renta del recurso que fue agotado. Puede verse, también, Pearce, D. W. *et al.* (1990), p. 145.

(39) Vease Leff, E. (1986). Este autor usa el concepto de proceso social neguentrópico no con la ilusión de negar las leyes termodinámicas sino con el propósito de revertir un proceso histórico-social que, fundado en la racionalidad tecnológica de la explotación de los recursos, tiene privilegiado un proceso creciente de transformación termodinámica de los recursos llevando a una degradación exponencial de la energía potencial acumulada en el planeta, a partir de la sobreexplotación y de la desorganización de los ecosistemas naturales, lo que tiene implicado la degradación de su potencial productivo.

Un proceso productivo construido a partir de una visión de este tipo conduce necesariamente al análisis de las condiciones ecológicas, tecnológicas, económicas, culturales y políticas que hagan factible un aprovechamiento y transformación de los recursos naturales orientado a maximizar el potencial productivo de los ecosistemas (en función de su productividad primaria, de su capacidad de carga, de sus condiciones de resiliencia y sus arreglos productivos que determinan sus tasas ecológicas de explotación) y a minimizar el consumo de recursos no renovables así como la descarga y acumulación de productos, subproductos y residuos de los procesos de producción y consumo (40).

En este sentido apunta la agroecología. Efectivamente, el modelo de desarrollo agroecológico es explícito al apuntar la necesidad del análisis de las condiciones ecológicas, económicas, sociales y culturales de los agroecosistemas con el objetivo de adaptar sus prescripciones a lo socialmente justo y aceptado, a lo económicamente equilibrado y a lo ecológicamente adecuado.

## **5. EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE: UNA PERSPECTIVA AGROECOLOGICA**

Son objetivamente ciertos los problemas económicos, sociales y ecológicos que acarrea el modelo convencional de desarrollo agrario: una agricultura escasamente competitiva que necesita de rígidas intervenciones públicas para garantizar precios adecuados a los consumidores y rentas lucrativas a los productores; una agricultura que, a pesar de su enorme capacidad de producción, no fue capaz de resolver el problema alimentario existente; unos sistemas de manejo de recursos, con grandes y difusos impactos ambientales, cuya lógica a la homogeneización contraviene principios fundamentales de la ecología y cuyo objetivo se puede resumir diciendo que produce recursos renovables (alimentos) mediante la utilización exponencial de recursos no renovables (combustibles fósiles) degradando, así, la fertilidad de la tierra y ponien-

---

(40) Leff, E. (1986), pp. 70 y ss.

do en peligro la reproducción de los sistema agrarios, en particular, y de los sistema humanos, en general (41).

En este contexto es totalmente razonable reflexionar sobre modelos de desarrollo rural que sean autosostenidos, económicamente viables y socialmente aceptables. Es necesario recalcar, sin embargo, que para el establecimiento de agroecosistemas sustentables no es posible separar los dos componentes del problema agrario, el socioeconómico y el ecológico, y que serán complicaciones sociales y políticas, más que técnicas, las que establezcan límites o retardos en la transición desde un modelo agrícola de altos insumos de recursos naturales no renovables, como el actual, a otro sistema de producción que se fundamente en la utilización de recursos naturales localmente disponibles. Por otra parte, es inconcebible defender cambios ecológicos en el sector agrícola sin defender similares cambios en otras áreas interrelacionadas de la sociedad. En general, podemos decir que una condición esencial de un agricultura sustentable, y por extensión de una sociedad sustentable, es un ser humano evolucionado cuya actitud hacia la naturaleza sea de coexistencia y no de explotación (42).

### 5.1. Definiendo el desarrollo rural sustentable

La agricultura es una actividad que depende necesariamente de los recursos naturales y de los procesos ecológicos, igualmente que de los desarrollos técnicos humanos y del trabajo, y en su toma de decisiones influyen tanto condicionantes internos a las explotaciones como las políticas impuestas desde el nivel local, nacional e internacional. Además, el diseño de tecnologías sustentable debe emerger de estudios integrados por las circunstancias naturales y socioeconómicas que influyen a los

---

(41) En Papendick, R. I. (1986) se reconoce que el principal problema ambiental es la erosión del suelo causada por la agricultura, siendo definida esta actividad como «la principal amenaza para la base de recursos acuáticos y terrestres de la nación», página 3. También puede consultarse Crosson, P. y Ekey Ostrov, J. (1990), pp. 38 y ss., donde encontramos interesantes referencias a los problemas de salud asociados al uso de pesticidas en las tareas agrícolas. Para un repaso de los problemas ambientales que acompañan a la PAC, consulte Robinson, G. M. (1991), pp. 95-107.

(42) Altieri, M (1987), pp. 198-199.

sistemas de cultivo: las circunstancias naturales imponen restricciones biológicas al sistema de cultivo, los factores socioeconómicos (transporte, capital, mercados, etc.) afectan al ambiente externo en el que los productores toman sus decisiones (43).

Así la sustentabilidad de un agroecosistema tiene dos componentes esenciales: puede ser observada ambiental y socialmente (44).

La sustentabilidad ambiental se refiere a los efectos que los agroecosistemas tienen sobre la base de recursos (su contribución a los problemas de contaminación, calentamiento global, erosión, deforestación, sobreexplotación de los recursos renovables y no renovables, etc.), tanto a una escala global como local. Al nivel local, la sustentabilidad de los agroecosistemas tiene que ver con su capacidad para aumentar, agotar o degradar la base de recursos naturales localmente disponibles. Entonces, la sustentabilidad ambiental a un nivel local puede ser positiva, cuando el manejo realizado en el agroecosistema aprovecha la productividad de los recursos naturales renovables (aquellos que funcionan mediante el inagotable flujo solar) o, contrariamente, nociva, cuando las prácticas productivas consisten en el mantenimiento de la productividad del agroecosistema mediante el intercambio económico, apareciendo la tierra únicamente como el soporte material de las especies (el control de plagas, la fertilización y otras prácticas necesarias son realizadas mediante capital hecho por el hombre, degradándose la base local de recursos naturales).

A una escala global, la sustentabilidad ambiental de los agroecosistemas se relaciona con los efectos, positivos o negativos, sobre la biosfera: esto es, los efectos que los agroecosistemas tienen sobre las condiciones de supervivencia de otros agroecosistemas a lo largo del tiempo. Hay problemas ambientales globales, como el efecto invernadero y el cambio climático, que son generados en la actualidad pero que van a ser sufridos por otras generaciones: un agroecosistema ambientalmente sustentable, desde una perspectiva global, será aquel que tenga un impacto nulo sobre agroecosistemas futuros.

---

(43) Altieri, M. (1987), pp. 52-53.

(44) Véase Chambers, R. *et al.* (1992), pp. 12-14.

En ambas escalas, global y local, la sustentabilidad ambiental de los agroecosistemas se refiere al impacto externo que ellos tienen sobre otros agroecosistemas. La sustentabilidad social, en cambio, se refiere a la capacidad interna de los agroecosistemas para resistir a las presiones o perturbaciones externas a que sean sometidos. En función de esta capacidad, los agroecosistemas cumplirán, o no, los objetivos socialmente marcados, y que tendrán que ver con la satisfacción, directa o indirecta, de las necesidades humanas.

## 5.2. La sustentabilidad ambiental

A partir de la definición dada anteriormente, la base de recursos disponibles (determinante de *¿con qué se produce?*), el uso dado a los recursos y la tecnología utilizada (definitorios de *¿cómo se produce?*) son cuestiones sustantivas para entender y definir la sustentabilidad rural desde su perspectiva ambiental (45).

Por ello, a continuación dedicamos nuestra atención a estas dos cuestiones. Primero, para saber *con qué se produce* es necesario conocer cuales son los recursos que se emplean en el proceso productivo rural, cual su naturaleza, cuales las leyes o normas que rigen su disposición. Segundo, para la definición del desarrollo rural sustentable precisamos saber *cómo se produce*, esto es, cuales son las tecnologías y conocimientos que se aplican, cual es la forma de adquirirlos y que incidencia tienen unas y otras tecnologías sobre la base de recursos localmente disponibles.

### 5.2.1. La base de recursos

Consideramos que el proceso de producción rural es «la membrana a partir de la cual las sociedades se apropian para si una parte del flujo

---

(45) Las preguntas *¿con que se produce?*, *¿cómo se produce?*, *¿qué y cuánto se produce?* y *¿para quién se produce?*, son los retos a vencer para comprender el funcionamiento de los agroecosistemas y valorar su funcionamiento desde la perspectiva agroecológica. A este objetivo dedican Víctor Toledo *et al.* el libro «Ecología y autosuficiencia alimentaria». Véase Toledo, V. *et al.* (1985).

energético» y que el apoyo natural a los procesos productivos no procede de elementos o recursos aislados (suelo, animales, plantas, minerales, etc.) sino de unidades-totalidades relacionadas de esos elementos (46). Así, cada ecosistema tiene una determinada estructura y modelo de funcionamiento y posee un límite, teóricamente reconocible, para su adecuada apropiación, más allá del cual se pone en peligro la existencia del propio ecosistema, sustrato sobre el que descansa la producción (47).

En consecuencia, la sustentabilidad ambiental local exige que reconozcamos las unidades naturales que vamos a manejar, los ecosistemas que son objeto de apropiación, y adaptemos la producción a las leyes ecológicas que informan y mantienen las capacidades de los ecosistemas; es decir, es necesario diseñar sistemas de producción que se realicen en armonía, y no en conflicto, con las leyes ecológicas.

En un lenguaje más propio de economistas podemos decir que si bien los recursos renovables pueden reproducirse continuamente, en función de la intervención humana y de las condiciones ambientales, los recursos no renovables, luego de consumidos, se convierten en desperdicios de alta entropía sin valor económico (48).

Así, un aprovechamiento sustentable de la base de recursos conduce al análisis de las condiciones ecológicas de los ecosistemas, de las condiciones tecnológicas, económicas y culturales de los sistemas sociales que permita un aprovechamiento y transformación de la base de recursos orientado a maximizar el potencial productivo de los ecosistemas y minimizar el agotamiento de los recursos no renovables así como la descarga y acumulación de productos, subproductos y residuos de los procesos de producción rural.

---

(46) No nos apropiamos de recursos naturales sino de ecosistemas. Un ecosistema es un conjunto en el que organismos y procesos ecológicos (energético, biogeoquímico, etc.) está en un equilibrio inestable, en el sentido de que son entidades capaces de automantenerse y autorregularse independientemente de los hombres y las sociedades, mediante leyes y principios naturales. Véase Toledo, V. (1981), pp. 120-121.

(47) Toledo, V. (1985), pp. 15-16.

(48) Esta argumentación concuerda con la defendida desde la Economía Ecológica. La racionalidad económico ecológica apunta hacia un proceso social neguentrópico tendente a revertir el creciente agotamiento de recursos y la degradación de la energía disponible por medio de la conservación de las estructuras materiales (ecológicas y culturales) capaces de generar un desarrollo biológico y socio-histórico sustentable. Véase, por ejemplo, Leff, E. (1986).

Por una parte, tenemos que concluir que la sustentabilidad ambiental de un agroecosistema está asociada positivamente con el uso hecho de los recursos renovables. Efectivamente, si mantenemos estructuras productivas que obtengan «apoyo vital» en recursos renovables cuya capacidad de autorrenovación sea garantizada tendrán una característica fundamental del modelo de sustentabilidad defendido: sus rendimientos económicos serán perdurables a lo largo del tiempo.

Por otra, es una ilusión de la profesión gestinar los recursos naturales no renovables mediante la introducción de una tasa de descuento en los modelos (49) y olvidarse del daño causado por los desperdicios generados en el consumo del recurso. Su destino sería la conservación, cuando no tengamos constancia científica de un sustituto renovable que garantice su función social, presente y potencial, o será consumido cuando no se incurra en irreversibilidades.

Finalmente, ya que la existencia local de recursos y la capacidad de control que sobre los mismos ejerce la comunidad determinan la capacidad de los agroecosistemas para mantener su productividad a lo largo del tiempo, en el análisis de las condiciones que facilitan o impiden la sustentabilidad resulta de interés clasificar los recursos en internos y externos (50). Los primeros, a diferencia de los inputs externos, no necesitan de intermediarios, ni desembolso monetario alguno para su utilización. Son los procesos ecológicos disponibles para obtener energía y agua, especies de plantas, animales y materiales localmente disponibles, el trabajo familiar y el conocimiento tradicional, etc. Estos criterios han sido utilizados por cierta literatura que ha definido la agricultura regenerativa o la agricultura de escasos inputs externos (51). En el artículo de Buttel se afirma que los sistemas de producción por ellos defendidos mejoran la productividad mediante la reducción del uso de inputs, y no mediante el incremento del output (52), mientras que en el de Francis se defienden sistemas de producción que maximizan el uso de los recursos

---

(49) Siempre cabe la pregunta ¿Por qué ese valor y no otro para medir las preferencias de los posibles beneficiarios o perjudicados?

(50) Véase Francis, Ch. A. y King, J. W. (1988).

(51) Véanse Buttel, F. H. *et al.* (1987) y Francis, Ch. *et al.* (1987).

(52) *Idem.* p. 58.

encontrados en la explotación, en vez de los caros recursos importados (53).

### 5.2.2. *La tecnología en el DRS*

Una cuestión inicial que se deriva de lo dicho anteriormente se refiere al activo papel que el conocimiento tradicional debe tener en el diseño de estrategias de producción que pretendan conservar la base de recursos existente (54). La visión sistémica en la que se inscribe nuestra visión exige una combinación de medios y conocimientos tradicionales y modernos sin que, a priori, exista superioridad por alguna de las formas de conocimiento existente.

Los recursos localmente disponibles, las percepciones de los productores, las disponibilidades monetarias y los objetivos marcados determinarán el «patrón tecnológico adecuado». La falta de sustentabilidad ambiental en un agroecosistema puede proceder de la destrucción de los recursos renovables pero puede, además, ser consecuencia de la utilización de tecnologías inadecuadas o de su inexistencia.

Una cuestión recurrente cuando nos enfrentamos a problemas de tecnologías inapropiadas se refiere a la pérdida de beneficios potenciales asociados a procesos ecológicos, recursos internos al agroecosistema. Por ejemplo, la sustitución del animal de tiro por equipos mecánicos ha impedido que los animales, mediante el aprovechamiento de biomasa, garanticen la disponibilidad de abonos orgánicos cuya utilización coopera a la conservación de la base de recursos, y por tanto a una mayor sustentabilidad ambiental en el agroecosistema.

En todo caso, las soluciones tecnológicas no pueden ser universales. Es necesario estudiar los condicionantes y los recursos locales para determinar la mejor opción tecnológica.

---

(53) Francis, Ch. *et al.* (1987), p. 65.

(54) Algunas tecnología sustentables son el cultivo múltiple, las tecnologías agroforestales, control biológico, etc.

### 5.3. La sustentabilidad social

El concepto de sustentabilidad que se defiende en este artículo se inscribe dentro del Análisis de Agroecosistemas, nuevo paradigma del desarrollo agrario que considera que los agroecosistemas tienen como primer objetivo el incremento de su valor social, entendido como la cantidad de bienes y servicios producidos, el nivel al que se satisfacen las necesidades humanas y su asignación entre la población humana (55).

La sustentabilidad social puede definirse como la capacidad de un agroecosistema para mantener la productividad, sea en un campo, en una explotación o en una nación cuando es sometido a una presión o a una perturbación (56). La diferencia entre ambas formas de distorsión es su grado de predictibilidad (57). Una presión es definida como una regular y continua distorsión, predecible y relativamente pequeña (por ejemplo, la reducción de la fuerza de trabajo disponible, deficiencias en el suelo, crecimiento de la deuda, etc.). Por otra parte, una perturbación es definida como una distorsión irregular, infrecuente, relativamente larga e impredecible (por ejemplo, inundaciones, sequías o repentinas epidemias, incendios, colapso de mercados, etc.).

Un sistema agrícola sustentable está dotado de abundantes mecanismos internos para recuperar la senda del desarrollo anterior a la actuación de un factor distorsionador cualquiera. Contrariamente, un sistema agrícola que se caracterice por la no disposición de esos mecanismos niveladores quedará sujeto a las distorsiones existentes y funcionará a un nivel de producción menor al existente antes de la distorsión.

¿Es posible medir la sustentabilidad así definida? La respuesta es afirmativa. Conway apunta cinco indicadores de la sustentabilidad pero para ser útiles es necesario disponer de series históricas de productividad (58). Cuando no se dispone de series históricas es posible anali-

---

(55) Vease Conway, G. R. (1993), pp. 49-50.

(56) Vease Conway, G. R. (1986).

(57) Chambers, R. *et al.* (1992), pp. 14-15.

(58) Conway, G. R. (1993), p. 55. La inercia, la elasticidad, la amplitud, la histéresis y la maleabilidad son las medidas definidas por Conway.

zar la sustentabilidad social de los agroecosistemas mediante análisis cualitativos (59).

Para la definición del desarrollo rural sustentable utilizaremos cinco propiedades de los agroecosistemas: la productividad, la estabilidad, la sustentabilidad, la equidad y la autonomía. Estas propiedades pueden ser usadas de una forma normativa, como indicadoras del funcionamiento, para valorar su potencial, simulando diferentes formas de asignar recursos o de introducción de nuevas tecnologías, y, finalmente, para enunciar la mayor o menor sustentabilidad social de un agroecosistema, para conocer el grado al que el agroecosistema garantiza los objetivos humanos (60).

Por tanto, la productividad, la estabilidad, la sustentabilidad, la equidad y la autonomía tienen una doble dimensión: son, al mismo tiempo, medios y fines, tienen un componente normativo, son un objeto deseable, y un componente descriptivo, pueden ser empíricamente observables y medibles. A continuación, para finalizar con nuestra argumentación, trataremos de definir concisamente cada una de estas propiedades.

La productividad la entendemos como la cantidad de producto por unidad de input, incluyendo aquellos productos que tengan, directa o indirectamente, utilidad humana. Para medir la producción y los insumos es posible utilizar unidades distintas (unidades energéticas, en relación con su masa o en función de su valor monetario) pero, en general, consideramos que el concepto de productividad que mejor transmite el comportamiento de los agroecosistemas es aquel que considera, tanto la producción como los inputs, en unidades físicas (61).

La realización de balances energéticos (62) o el cálculo del coste ecológico (63) complementa la información necesaria para la toma de

---

(59) La parte empírica de nuestro trabajo doctoral es un intento pionero de aplicar el Análisis de Agroecosistemas en la Península Ibérica, utilizando una aproximación cualitativa.

(60) Véase Conway, G. R. (1986), p. 25 y Chambers, R. *et al.* (1992), pp. 6-7.

(61) Esto no implica el rechazo de las unidades monetarias como indicadoras del comportamiento de los agroecosistemas. Todo lo contrario, pensamos que son un componente fundamental de un agroecosistema sustentable pues únicamente garantizando una renta adecuada a los productores podremos defender su replicabilidad.

(62) Véase, para el Estado español, Naredo, J. M. y Campos, P. (1980).

(63) Véase Puntí, A. (1982) y Puntí, A. (1988).

decisiones, que normalmente se reduce a la utilización de variables monetarias. Para el diseño de estrategias de desarrollo socialmente sostenibles se requiere la superación del mundo autosuficiente de los valores de cambio.

Por otra parte, la persistencia de la productividad de los agroecosistemas está en función de sus características intrínsecas, de la naturaleza e intensidad de la presión o perturbación a que es sometido y de los insumos disponibles para hacer frente a esa distorsión. Es decir, existe una relación directa entre artificialización de los ecosistemas y grado de control ambiental necesario para mantener el nivel de productividad.

Es necesario definir correctamente la productividad de los agroecosistemas pues las tres siguientes propiedades se derivan de ella. La estabilidad, en primer lugar, podemos definirla como la constancia de la producción bajo un conjunto de condiciones económicas, ambientales y de gestión y se entiende como el grado al que la productividad permanece constante frente a fluctuaciones, normales y en pequeña escala, de esas variables (64). Aunque Conway indica que la medida más conveniente de la estabilidad es el recíproco del coeficiente de variación de la productividad, un agroecosistema puede ser relativamente estable respecto a algunas medidas de la productividad y poco estable respecto a otras medidas (65).

La distinción entre estabilidad y sustentabilidad tiene que ver con las fuerzas actuantes. En el primer caso son relativamente pequeñas y ordinarias (variación normal de los precios, variaciones climáticas ordinarias, etc.) y son distorsiones cuyo impacto es pequeño pues los agroecosistemas han desarrollado defensas adecuadas. En el caso de la sustentabilidad son fuerzas raras, menos esperadas, para cuya superación el agroecosistema no ha desarrollado defensa alguna (66).

Finalmente, podemos decir que la estabilidad de un agroecosistema puede ser obtenida mediante la elección de las tecnologías mejor adaptadas a las necesidades y recursos de los agricultores (estabilidad de

---

(64) Véase Conway, G. R. (1986), p. 23.

(65) Marten, G. G. (1988), p. 298.

(66) Conway, G. R. (1993), p. 53.

gestión), mediante la adaptación de las estrategias productivas a unas correctas previsiones de evolución del mercado (estabilidad económica), o bien, mediante la toma en consideración de las estructuras organizativas y contexto sociocultural existente (estabilidad cultural) (67).

La equidad es la propiedad de los agroecosistemas que indica cómo de ecuanimemente es distribuida la producción entre sus beneficiarios humanos. De una forma más amplia, la equidad implica una menos desigual distribución de activos, capacidades y oportunidades, especialmente el incremento de los activos, capacidades y oportunidades de los más privados (68). Definida de esta forma podemos entender la equidad como aquella situación en la que se pone fin a la discriminación de las mujeres, de las minorías y de los más desposeídos, situación en la que desaparece la pobreza rural y urbana.

Los problemas de multidimensionalidad apuntados anteriormente también están presentes en esta propiedad. Al hablar de equidad nos referimos no únicamente a la distribución del producto sino también a la distribución de los costes. Es decir, la equidad se refiere a la distribución de los beneficios netos (69) y será alcanzada cuando un sistema productivo le haga frente a crecimientos razonables de la demanda de alimentos sin que se incremente el coste social de producción.

Además, la equidad puede ser analizada en relación a la distribución de los productos agrícolas o bien en relación al acceso a los inputs. Por otra parte, desde una perspectiva temporal, la equidad también presenta una doble dimensión. La equidad intrageneracional está relacionada con el suministro de un sustento más seguro para la sociedad, especialmente para los segmentos más pobres. La equidad intergeneracional podemos definirla como la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para garantizar sus propias necesidades (70). Existen autores que afir-

---

(67) Altieri, M. (1987), pp. 42-44.

(68) Chambers, R. (1992), p. 5.

(69) Conway, G. R. y Barbier, E. B. (1990), p. 43.

(70) Esta es la definición dada por la Comisión Brundtland. Véase CMMAD (1987), pp. 67 y ss. El desarrollo sustentable propuesto en este foro quizás no sea tan sustentable. Véase la crítica de Martínez Alier, J. (1994), pp. 87-109.

man que la conservación ambiental por sí misma no es suficiente para mantener a las generaciones futuras y que la equidad intergeneracional exige que los costes de la producción (económicos, sociales y ambientales) no se incrementen (71).

La autonomía, finalmente, tiene que ver con el grado de integración o control de los agroecosistemas reflejado en el movimiento de materiales, energía e información entre sus partes componentes, y entre el agroecosistema y el ambiente externo (72). La autosuficiencia de un sistema de producción se relaciona con la capacidad interna para suministrar los flujos necesarios para la producción. Es decir la autonomía de un agroecosistema descenderá a medida que se incrementa la necesidad de acudir al mercado para continuar en la producción (73).

Comentar, para acabar, que si bien un agroecosistema está bien explicado por las propiedades anteriores y que de alcanzar altos niveles de productividad, con producciones estables y equitativamente repartidas mediante sistemas de producción autónomos que, además, tengan capacidad para mantener los niveles de productividad cuando sean sometidos a una fuerza distorsionadora se cumplirían los requisitos del modelo de desarrollo rural sustentable que aquí tratamos de definir, la experiencia demuestra que existen conflictos entre ese grupo de propiedades, de tal forma que mejoras en la productividad pueden afectar negativamente a la sustentabilidad de los agroecosistemas o una mayor autonomía puede ser alcanzada afectando negativamente a la estabilidad.

---

(71) Véase Crosson, P. (1986), pp. 142-144. Este autor define los sistemas sustentables de producción de alimentos como aquéllos que garantizan, indefinidamente, la creciente demanda de alimentos y fibras sin incurrir en costes ambientales y económicos crecientes (equidad intergeneracional) y en los que se produce una distribución de la renta considerada como equitativa por los participantes menos aventajados (equidad intrageneracional). Véase, también, Crosson, P. y Ekey Ostrov, J. (1990), p. 37.

(72) Marten, G. G. (1988), p. 301. Conway no incorpora esta propiedad para definir el valor social de un agroecosistema.

(73) La distinción entre recursos internos y externos, realizada anteriormente, es válida para entender el significado de esta propiedad. Por otra parte, Lester R. Brown, al tratar de definir lo que él llama una sociedad perdurable, afirma que la autodependencia local es un prerrequisito ineludible: las sociedades deben fundamentar su desarrollo en los recursos localmente disponibles. Véase Brown, L. R. (1987), pp. 278-280.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. (1987): *Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture*. Westview Press, Boulder.
- BROWN, L. R. (1987): *Edificando una sociedad perdurable*. F.C.E., México.
- BUTTEL, F. *et al.* (1987): «Reduced-input agricultural systems: rationale and prospects». *American Journal of Alternative Agriculture*, vol. 1, núm. 2, pp. 58-64.
- CMMAD (1987): *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial. Madrid.
- CONWAY, G. R. (1986): *Agroecosystem analysis for research and development*. Winrock International, Bangkok.
- (1993): *Sustainable agriculture: the trade-offs with productivity, stability and equitability*. En Barbier, E. B. (Editor) (1993): *Economics and ecology. New frontiers and sustainable development*. Chapman & Hall. London.
- y BARBIER, E. B. (1990): *After green revolution*. Earthscan Publications Ltd. London.
- CROSSON, P. (1986): Sustainable food production. En *Food Policy*, Mayo de 1986.
- *et al.* (1990): «Sorting out the environmental benefits of alternative agriculture». *Journal Soil and Water Conservation*, Enero-Febrero, pp. 34-41.
- CHAMBERS, *et al.* (1992): «Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century». *Discussion Paper, n.º 296*. Institute of Development Studies. London.
- DALY, H. E. (1991): *Elements of environmental macroeconomics*. En Constanza, R. (Editor) (1991): *Ecological economics. The science and management of sustainability*. Columbia University Press. New York.
- (1991 b): «Criterios operativos para el desarrollo sostenible». *Debats*, núm. 35-36, pp. 38-41.
- (1992): «Allocation, distribution and scale: toward an economics that is efficient, just and sustainable». *Ecological Economics*, núm. 6, pp. 185-193.
- (1992 b): «Is the Entropy Law relevant to the economics of natural resource scarcity? - Yes, of course it is!». *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 23, pp. 91-95.
- FRANCIS, C. A.; HARWOOD, R. R. y PARR, J. F. (1987): «The potencial for regenerative agriculture in the developing world». *American Journal of Alternative Agriculture*, vol. I, núm. 2, pp. 65-73.
- FRANCIS, Ch. y KING, J. W. (1988): «Cropping systems based on farm-derived, renewable resources», *Agricultural Systems*, núm. 27, pp. 67-75.
- GALEANO, E. (1993): *Las venas abiertas de América Latina*, Siglo XXI editores, Madrid.

- GEORGESCU-ROEGER, N. (1975): «Energía y mitos económicos», *El Trimestre Económico*, núm. 168, pp. 779-836.
- (1979): *Comments on the papers by Daly and Stiglitz*. En, Smith, V. K. (1979): *Scarcity and growth reconsidered*. The Johns Hopkins University Press. Washington.
- (1980): The entropy law and the economic problem Daly, H. (1980) (editor) *Economics, ecology, ethics*, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 49-60.
- (1983): La teoría energética del valor económico: un sofisma particular. *El Trimestre Económico*, núm. 198, pp. 829-860.
- KAPP, K. W. (1978): «El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones». Dopfer, K. (1978) (Editor): *La economía del futuro*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 126-146.
- LEFF, E. (1986): *Ecología y capital*. UNAM, México.
- MARTEN, G. G. (1988): «Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment», *Agricultural Systems*, núm. 26, pp. 291-316.
- MARTINEZ ALIER, J. (1987): «Economía y ecología: cuestiones fundamentales». *Pensamiento Iberoamericano*, núm. 12.
- (1991): *La ecología y la economía*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- (1994): *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Segunda Edición, Icaria. Barcelona.
- NAREDO, J. M. (1987): *La economía en evolución*, Siglo XXI editores, Madrid.
- (1987 b): «¿Que pueden hacer los economistas para ocuparse de los recursos naturales? Desde el sistema económico hacia la economía de sistemas». *Pensamiento Iberoamericano*, núm. 12, pp. 61-74.
- (1993): *Energía, materia y entropía*. En, AEDENAT (1993): *Energía para el mañana*, Los libros de la catarata, Madrid, pp. 61-74.
- (1995): *Repensar la economía desde el medio ambiente*. En VV.AA. (1995): *De la economía a la ecología*. Editorial Trotta-Fundación 1.º de Mayo. Madrid.
- y CAMPOS, P. (1980): «Los balances energéticos y la agricultura española». *Agricultura y Sociedad*, núm. 15, pp. 163-255.
- NORGAARD, R. B. (1984): «Coevolutionary Agricultural Development», *Economic Development and Cultural Change*, núm. 32, pp. 524-546.
- PAPENDICK, R. I. et al. (1986): «Environmental consequences of modern production agriculture: How can alternative agriculture address these issues and concerns?». *American Journal of Alternative Agriculture*, vol. 1, núm. 1, pp. 3-10.

- PAZ ANDRADE, M. I. (1990): *La era del vapor y el nacimiento de una nueva ciencia. Servicio de publicaciones e intercambio científico*, Universidade de Santiago de Compostela.
- PEARCE, D. W. *et al.* (1990): *Economics of natural resources and the environment*. Harvester Wheatsheaf. London.
- PUNTI, A. (1982): «Balance energético y costo ecológico de la agricultura española». *Agricultura y Sociedad*, núm. 23, pp. 289-300.
- (1988): «Energy accounting: some new proposals». *Human Ecology*, vol. 16, núm. 1, pp. 79-86.
- ROBINSON, G. M. (1991): «EC agricultural policy and environmental». *Land Use Policy*, núm. 8, pp. 95-107.
- SOLOW, R. M. (1974): «The economics of resources or resources of economics», *American Economic Review*, vol. 64, pp. 1-14.
- TOLEDO, V. M. (1981): *Intercambio ecológico e intercambio económico en el proceso productivo primario*. En Leff, E. (1981): *Biosociología y articulación de las ciencias*. UNAM. México.
- *et al.* (1985): *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Siglo XXI. México.
- TOWNSEND, K. N. (1992): Is the entropy law relevant to the economics of natural resource scarcity? Comment. *Journal of Environmental Economics and Management*, núm. 23, pp. 96-100.
- VALERO, A. y NAREDO, J. M. (1989): «Sobre la conexión entre termodinámica y economía convencional», *Información Comercial Española*, Junio-Julio, pp. 7-16.
- VV.AA. (1979): *Extremadura saqueada. Recursos naturales y autonomía regional*, Ruedo Ibérico Ediciones.

**PALABRAS CLAVE:** Economía ecológica. Sistemas abiertos. Entropía. Sustentabilidad. Agroecología.

#### RESUMEN

Dos aproximaciones son las que existen para tratar de resolver, desde la economía, los problemas ecológicos hoy existentes con la intención de hacer perdurables los sistemas de apropiación/gestión de los recursos. En el presente artículo tratamos de sistematizar los puntos de partida de la economía ecológica, disciplina científica que persigue la compatibilización simultánea del equilibrio ecológico y económico. Para ello utilizamos dos conceptos fundamentales: los sistemas económicos como sistemas abiertos y la naturaleza entrópica del proceso económico. Además, defendemos el modelo de desarrollo sustentable postulado por la agroecología, definiéndolo y dando una serie de criterios operativos para medir la sustentabilidad de los agroecosistemas.

## RESUME

*Deux approches permettent d'aborder, à partir de l'économie, la solution aux problèmes écologiques existant aujourd'hui afin de rendre durables les systèmes d'appropriation/gestion de ressources. Cet article prétend systématiser les points de départ de l'économie écologique, science visant la compatibilisation simultanée de l'équilibre écologique et économique. Pour ce, il est utilisé deux notions fondamentales: les systèmes économiques en tant que systèmes ouverts et la nature entropique du processus économique. Par ailleurs, il y est montré un modèle de développement durable et on fait sa particularisation, en présentant une série de critères opérationnels, dans le domaine de l'agriculture.*

## SUMMARY

*From the viewpoint of economics, there are two approaches to trying to solve the ecological problems existing today and make for long-term resource appropriation/management systems. In this article, we attempt to systematize the premises of ecological economics, a scientific discipline that seeks to make a simultaneous ecological and economic balance feasible. For this purpose, we use two essential concepts: economic systems as open systems and the entropic nature of the economic process. Furthermore, we advocate a sustainable development model which we seek to customize, giving a series of operating criteria, for the field of agriculture.*