

ECONOMÍA ECOLÓGICA Y AGROECOLOGÍA

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- LA ECONOMÍA INTERNALIZA LA NATURALES
- 3.- LOS SISTEMAS ECONÓMICOS COMO SISTEMAS ABIERTOS
- 4.- EL PROCESO ECONÓMICO COMO UN PROCESO ENTRÓPICO
- 5.- UN MODELO DE DESARROLLO AGROECOLÓGICO
 - 5.1.- La sustentabilidad ecológica
 - 5.2.- Criterios de valoración agroecológica
- 6.- BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN.

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 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 (Trabajos amplios y profundos que pueden ser consultados sobre esta cuestión son ya clásicos para los seguidores de la economía ecológica. Nos referimos a Naredo, J. M. (1987) y Martínez-Alier, J. (1987). El primero de los apartados del presente escrito sigue diversos trabajos de estos autores que no citaremos salvo considerarlo imprescindible.). 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 económicos. 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 ser variables independientes en todo modelo de desarrollo.

Finalmente, en el cuarto apartado, trataremos de defender una visión particular del desarrollo agrario: la agroecología. Efectivamente, es en el campo de la agricultura 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". Para no hacer demasiada extensa esta comunicación, y dado que aspectos fundamentales de la agroecología son tratados en otras partes de este libro, centraremos nuestra atención en defender los criterios que permitan dirigir el funcionamiento de los sistemas económicos (agrícolas en nuestro caso) en la dirección marcada por la economía ecológica.

2.- LA ECONOMÍA INTERNALIZA LA NATURALES

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 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 Naredo en La economía en evolución, 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 un 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 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 reproductible. 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 irremediablemente: 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 (Un claro exponente de este pensamiento es Solow, R. (1974).).

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 política agraria comunitaria (PAC) son un ejemplo oportuno.

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 a la pregunta formulada debemos buscarla en las relaciones de poder, en 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 (Galeano, E. 1993), página 1).

3.- LOS SISTEMAS ECONÓMICOS 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 "inconmensurabilidad" 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.

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 (Kapp, K.W. (1978), p. 126-128) "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 tomándose sus conclusiones equivocadas e intrascendentes".

Así, si consideramos los sistemas económicos como abiertos y "si las decisiones económicas incontroladas, basadas en el cálculo de costos 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 costos y beneficios 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 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" (Kapp, K.W. (1978), p. 142-143)

Por último, podemos decir, siguiendo a Naredo (Naredo, J. M. (1987,b.)), 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 (Son problemas ecológicos actuales, de diversa naturaleza y escala, los siguientes: calentamiento de la atmósfera, emisiones de CO₂. Lluvias ácidas, deforestación, hambrunas generalizadas, aglomeraciones urbanas, pérdida de diversidad ecológica y cultural, contaminación local, pérdida de tierra fértil, etc.) a los que se enfrenta hoy la humanidad deberán ser resueltos 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 (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 enfatizada 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 (Un ejemplo es el libro VV. AA. (1979) en donde se analiza, en un espacio geográfico concreto como en la 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 materia 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.).

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.

4.- EL PROCESO ECONÓMICO COMO UN PROCESO ENTRÓPICO

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. (El trabajo de 1971,

todavía no traducido a ninguna lengua ibérica, es un ejemplo pertinente.)

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 auto sostenido.

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 (Norgaard matiza lo que él denomina "determinismo entrópico" de Georgescu-Roegen pues según aquel este 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 esfuerzo de investigación actuales son directamente aplicables a la inmensa tarea de influenciar la coevolución para nuestro beneficio. Véase Norgaard, R. B. (1984), 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.

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

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 este proceso.

El concepto fundamental sobre el que debemos retener nuestra atención es el de entropía. La primera definición dada del 2º Principio de la Termodinámica correspondió a Clausius en 1850 al establecer que "el calor no puede pasar espontáneamente de un cuerpo a temperatura más baja a otro a temperatura más alta" (Esta definición es obtenida de Paz Andrade, M. L. (1990)). 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, existe en dos estados cualitativamente diferentes: energía disponible y no disponible (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). 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.

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 trascendencia. A continuación tratamos de resumirlas en los siguientes puntos:

A.- Los organismos vivos, el hombre entre ellos, tienen la capacidad de eludir el crecimiento de su propia entropía. Esto es, pueden tener una estructura cada vez más ordenada. Sin embargo, este inicial "fallo" del 2º. 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 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 (Georgescu-Roegen, N. (1980)).

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 esta radiación se convertiría en alta entropía, 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 (Georgescu-Roegen, N. (1975)). 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 (Georgescu- Roegen, N. (1980), cita 12.).

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 en el uso de la energía.

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 (Véase Valero, A. Y Naredo, J.M. (1989)), podemos escribir el proceso económico de la siguiente forma:

$$\mathbf{F - P = L + R = I}$$

Siendo,

F: Recursos utilizados en el proceso

P: Producto obtenido en el proceso

I: Irreversibilidad total

L: Pérdida de cualidad interna

R: Residuos generados

De esta definición se deduce que la irreversibilidad es siempre positiva; esto es; que en todo proceso económico, sea de la escala que sea, existe una pérdida de cualidad generada por su naturaleza entrópica: frente a los problemas ecológicos existentes parecería razonable una estrategia que persiguiese reducir a su mínima expresión las pérdidas de cualidad en que se incurre al asignar recursos. Aclaremos, sin embargo, que la formulación del proceso económico en los términos anteriores permite "únicamente" conocer los costes termodinámicos del proceso productivo, esto es, la cantidad de recursos utilizados en producir todos y cada uno de los flujos físicos de los sistemas energéticos, cualquiera que sea su complejidad estructural. Las unidades de medida tienen la virtud de ser objetivas respecto a tiempo, lugar y apreciación social de un tipo u otro de manifestación material o energética. La exergía, o energía utilizable, será la medida que permita la obtención de una base objetiva para medir los costos de producción (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 puede encontrarse en el libro editado por AEDENAT (Asociación Ecológica 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).

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 .

5.- UN MODELO DE DESARROLLO AGROECOLÓGICO

Hemos dividido este último apartado en dos secciones. En la primera presentamos el marco general a partir del cual es posible encuadrar el 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" (Altieri, M. (1987), página 199. Este trabajo es, sin duda, un pilar básico de la Agroecología.).

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 (La sustentabilidad no es un concepto unívoco. En la tesis de Doctorado que estamos realizando seguimos la pista a las distintas acepciones que este concepto puede tener. Por el momento, podemos entender la sustentabilidad como perdurabilidad, sin indicar que es lo que debe permanecer a lo largo del tiempo.) y, en segundo lugar, defenderemos la utilización de 5 criterios para "valorar" el funcionamiento económico-ecológico de los sistemas rurales.

5.1.- La sustentabilidad ecológica

Siguiendo a Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, N. (1975), e Georgescu-Roegen, N (1980).) 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 hombre, y las mujeres, necesitan de otros bienes para eproducirse 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 ene los depósitos minerales

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 período 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 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.

Afirma, 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" (Georgescu-Roegen, N. (1975), página 805).

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 (Véase Leff, E. (1986) Este autor usa el concepto de proceso social neguentrópico no con la ilusión de negar las leyes de la termodinámica sino con el propósito de revertir un proceso histórico-social que, fundado en la racionalidad tecnológica de la explotación de los recursos naturales, 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.) tendiente 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.

Más 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.

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 (Leff, E. (1986), páginas 70 y siguientes).

Para hacer operativos estos conceptos generales es posible enumerar una serie de indicadores del desarrollo sustentable en estrecha conexión con las regulaciones cuantitativas a que nos referíamos anteriormente al citar a Georgescu-Roegen:

- 1) Para los recursos renovables, la tasa de cosecha no debería exceder a su tasa de regeneración.
- 2) La emisión de desperdicios no debería superar a la capacidad asimilativa del ambiente.
- 3) Para los recursos no renovables el indicador es más difícil de establecer. En la ausencia de perfecta sustentabilidad 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 número 1 debe ser modificada en el sentido de que las tasas de cosecha de los recursos renovables deben ser mantenidas por debajo de las tasas de regeneración en una amplitud necesaria para compensar el agotamiento de los recursos no renovables.

5.2.- Criterios de valoración agroecológica

En la actualidad, como consecuencia del dominio de un modelo de desarrollo excesivamente economicista, únicamente se utilizan variables monetarias para "medir" la viabilidad de las actividades económicas, en general, y de las rurales en particular. De esta forma, para decidir sobre la viabilidad de un sistemas de gestión se tienen en cuenta aquellos bienes y procesos que son objeto de transacción mercantil. El hecho de que los ingresos superen a los gastos y que esa diferencia suponga una tasa lucrativa respecto a la inversión realizada es suficiente para defender la persistencia de una actividad económica.

Sin embargo, desde la economía ecológica se defiende la utilización de mayor información para decidir en uno y otro sentido. Obviamente, la viabilidad económica, tal y como tradicionalmente se entiende, es una variable fundamental que condiciona la actuación de los agentes económicos. Sin embargo, no debe ser la única. Pues bien, desde la economía ecológica todo sistema productivo agrario puede y debe ser analizado a través de un conjunto de 5 propiedades. (Estas propiedades han sido, originalmente, diseñadas para estudiar sistema rurales, sin embargo, pensamos, se pueden aplicar a cualquier sistema de apropiación de recursos. Las cuatro primeras propiedades, productividad, sustentabilidad, estabilidad y equidad, han sido propuestas por Conway, G.R. (1986). Marten, G. G. (1988) añade una nueva propiedad, la autonomía de los sistemas de gestión de los recursos.)

1.- La productividad. Lo primero que debemos reseñar es que la productividad puede ser medida en diferentes unidades y que, en función de las unidades elegidas, tendremos un resultado u otro. Por ejemplo, podemos estar delante de un sistema de gestión de recursos altamente remunerador en términos monetarios pero que suponga una utilización ineficiente de los recursos energéticos o que sus rendimientos, medidos en unidades de masa, presenten tendencia decreciente. En consecuencia, dependiendo del tipo de unidades que utilicemos podremos calificar a un sistema de gestión de más o menos productivo.

En general, podemos decir que el objetivo es maximizar la productividad del factor más escaso (Esto significa que la productividad de la fuerza de trabajo, indicador más común de la eficiencia de un sistema de producción, solamente será adecuado cuando se trate de un contexto en el que la mano de obra sea escasa. Si lo escaso es la tierra fértil, por ejemplo, el productor estará interesado en maximizar la producción por unidad de superficie.).

Desde la perspectiva de la economía ecológica se defiende la utilización de unidades físicas para medir la productividad de los

sistemas rurales pues ese tipo de unidades son, por definición, invariantes en el tiempo y en el espacio y no están sujetas a apreciación humana. Esto no significa que se rechacen frontalmente las unidades monetarias.

Vamos a comentar, a continuación, algunas de las iniciativas más interesantes que trataron de medir eficiencias no convencionales. Un ejemplo, ya clásico, son los balances energéticos (Pueden consultarse los dos trabajos de Naredo, J. M. y Campos, P. (1980) en el número 15 de Agricultura y Sociedad.); trasladando a unidades energéticas todos los inputs y outputs, con costo de oportunidad, y comparando sus cuantías se llega a la conclusión de que la modernización agraria estilo revolución verde conduce a la pérdida de eficiencia energética: esto es, mediante la aplicación de variedades de alto rendimiento, mediante la sustitución de métodos tradicionales de gestión por modernas tecnologías estamos, por así decirlo, comiéndonos el petróleo.

La metodología de los balances energéticos presenta un problema y es que no distingue entre la procedencia de los recursos. El coste ecológico propuesto por Puntí (Puntí, A. (1988)), definido como la cantidad de recursos necesarios para obtener un producto dado nos permite tanto distinguir entre recursos renovables y no renovables como comparar la velocidad de consumo de recursos con el ritmo de los ciclos naturales de producción de esos recursos. De esta forma podremos conocer el balance de las existencias o las variaciones en la velocidad de consumo de los stocks de recursos. Puntí llega a resultados patéticos: de los años 50 a los años 70 la agricultura española multiplicó por 29 la velocidad en el consumo del stock de recursos accesibles (Puntí, A. (1982), página 297.).

Podemos decir, para concluir, que el objetivo debe ser maximizar la productividad de los ecosistemas (será aquella que garantice la rentabilidad económica del sistema de producción mediante un consumo reducido de recursos no renovables, de tal forma que se cumplan las reglas 1 y 3 apuntadas en la sección anterior) no mediante la utilización de cantidades crecientes de insumos de producto (nuevos y caros recursos: abonos industriales, pesticidas, variedades de alto rendimiento, etc.) sino mediante nuevos insumos de proceso (cambios estructurales en los ecosistemas, asociación de cultivos, rotaciones, etc.) Por ejemplo, el control e plagas mediante plaguicidas (insumo de producto) exige la aplicación reiterada de los mismos para mantener los niveles de productividad. En cambio, mediante la introducción de agentes biológicos que alteren permanentemente las características intrínsecas del sistema (insumo de proceso) podremos garantizar continuamente elevados niveles de productividad.

2.- La sustentabilidad. La sustentabilidad, desde la perspectiva de la economía ecológica, puede definirse como la capacidad que tienen los sistemas productivos para mantener a lo largo del tiempo sus niveles de productividad cuando son sujetos a una presión o perturbación (Definición que procede, originalmente, de Conway, G. R. (1986), página 23, pero que es asumida por otros defensores de la Agroecología. Véase Altieri, M. (1987), página 41.). La diferencia entre ambos elementos distorsionadores radica en el grado de productividad. La presión es una distorsión regular y continua a la que están sometidos los sistemas productivos (agroecosistemas, en nuestro caso). Deficiencias del suelo, toxicidades o crecimiento de la deuda son ejemplos de este tipo de distorsión. La perturbación, por su parte, es una distorsión irregular, infrecuente e impredecible tal como una repentina devaluación (dificultaría la importación de abonos inorgánicos, por ejemplo) o una inundación.

Un sistema productivo será sustentable cuando esté dotado de abundantes mecanismos internos para recuperar la senda de desarrollo anterior a la actuación del elemento distorsionador.

3.- La estabilidad. Es definida esta propiedad como la constancia de la producción bajo un conjunto de condiciones económicas, ambientales y de gestión cambiantes. Por una parte, existen presiones ecológicas que son datos para los productores (régimen de lluvias, temperatura, etc.) y no es posible su modificación. En otros casos, la estabilidad de los sistemas productivos si puede ser modificada mediante la elección de determinados cultivos o estrategias de manejo que mejore la capacidad de esos sistemas para superar determinadas tensiones. Altieri (Altieri, M. (1987), páginas 42.44) señala tres fuentes de estabilidad:

3.1.- La estabilidad de gestión. Se deriva de la elección de las tecnologías mejor adaptadas a las necesidades y recursos de los agricultores.

3.2.- Estabilidad económica. Está asociada con la capacidad de los agricultores para predecir precios de mercado y adaptar sus cultivos y estrategias a los mismos con el fin de sostener su renta.

3.3.- Estabilidad cultural. Depende del mantenimiento de la organización y contexto socio-cultural que creó el sistema productivo a través de generaciones.

4.- La equidad. Igual que para las anteriores propiedades, no existe una única aceptación del concepto de equidad. Bien podemos concebir la equidad en el sentido de cómo de equánime es distribuida la productividad de un sistema entre sus beneficiarios humanos. También es posible definirla diciendo que es alcanzada cuando un sistema productivo puede hacer frente a elevaciones de la demanda de alimentos sin que se incremente el costo social de producción.

Bien es sabido que en la actualidad los sistemas de gestión no incorporan esta variable. Sin embargo, ya a principios del presente siglo había una corriente económica que defendía la necesidad de que junto a la productividad se instaurasen criterios de equidad en la asignación de los recursos productivos (Nos estamos refiriendo a Chaianov, A. V. (1988). Este autor defiende que para valorar la organización de la producción agraria es necesario utilizar dos criterios elevar el grado de desarrollo e las fuerzas productivas y democratizar la distribución del beneficio nacional.).

5.- La autonomía. Tiene que ver con el grado de integración de los agroecosistemas, reflejado en el movimiento de materiales, energía e información entre sus componentes y entre el agroecosistema y el ambiente externo, y también con el grado de control de esos movimientos.

En consecuencia, la autonomía de un sistema de producción está estrechamente relacionado con su capacidad interna para suministrar los flujos necesarios para la producción. Para entender este concepto resulta operativa la clasificación de los recursos en internos y externos que realizan Francis y King (Francis, Ch. A. Y King, J.W. (1988). Los recursos internos son aquellos recursos propios, de fácil acceso y de costes reducidos mientras que los extremos son aquellos recursos ajenos, monetariamente costosos.). Así, la autonomía de un sistema de producción descenderán en la medida que se incremente la necesidad de acudir al mercado para continuar la producción.

Debemos decir, para acabar con esta introducción a las aplicaciones agrarias de la economía ecológica que estas propiedades no son independientes unas de otras. Esto es, si bien el objetivo es alcanzar sistemas de producción que sean simultáneamente productivos, sustentables, estables, equitativos y autónomos existen incompatibilidades entre esas propiedades. Para alcanzar alta productividad se debe sacrificar una parte de la sustentabilidad: sistemas altamente estables pueden gozar de falta de equidad, etc. Aunque fundamentales, estas cuestiones no las tratamos aquí pues nuestro objetivo ha sido presentar las líneas argumentales fundamentales que permitan elaborar, posteriormente, estrategias de manejo de los recursos que sean compatibles con los postulados de la economía ecológica y con los condicionantes ineludibles de las comunidades locales.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. (1987): Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Westview Press, Boulder.

Chaianov, A. V. (1988): L' Economia di lávoro. Franco Angeli, Italia.

- Conway, G.R. (1986): Agroecosystem analysis for research and development. Winrock International, Bangkok.
- Francis, Ch. Y King, J. W. (1988): Cropping systems based on farm-derived, renewable resources, *Agricultural Systems*, No. 27, páginas 67-75.
- Galeano, E. (1993): *Las venas abiertas de América Latina*, Siglo XXI editores. Madrid.
- Georgescu-Roegen, N. (1975): "Energía y mitos económicos", *El Trimestre Económico*, no. 168, páginas 779-836.
- Georgescu-Roegen, N. (1971): *The entropy law and the economic process*, Harvard University Press, Cambridge.
- Georgescu-Roegen, N. (1980): *The entropy law and the economic problem* Daly, H. (1980) (editor) *Economics, ecology, ethics*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, páginas 49-60.
- 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, páginas 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*. No. 26, páginas 291-316.
- Martínez-Alier, J. (1991): *La ecología y la economía*. Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- Naredo, J. M. (1987): *La economía en evolución*, Siglo XXI editores, Madrid.
- Naredo, J. M. (1987,b): "¿Qué pueden hacer los economistas para ocuparse de los recursos naturales?. Desde el sistema económico hacia la economía de sistemas" *Pensamiento Iberoamericano*, no. 12, páginas 61-74.
- Naredo, J. M. (1993): *Energía, materia y entropía*, AEDENAT (1993): *Energía para el mañana*. Los libros de la catarata, Madrid, páginas 61-74
- Naredo, J. M. y Campos, P. (1980, a): *La energía en los sistemas agrarios*. *Agricultura y Sociedad*, No. 15, páginas 17-113.
- Naredo, J. M. y Campos, P. (1980,b): *Los balances energéticos y la agricultura española*. *Agricultura y Sociedad*. No. 15, páginas 163-255.
- Norgaard, R.B. (1984): "Coevolutionary Agricultural Development". *Economic Development and Cultural Change*, no. 32, páginas 524-546.
- Paz Andrade, M. I. (1990): *La era del vapor y el nacimiento de una nueva ciencia*. Servicio de publicaciones e intercambio científico, Universidad de Santiago de Compostela.
- Punti, A. (1982): *Balance energético y costo ecológico de la agricultura española*. *Agricultura y Sociedad*, no. 23, páginas 289-300.
- Punti, A. (1988): *energy accounting: some new proposals*. *Human*

Ecology, vol. 16, no.1, páginas 79-86.

Solow, R.M. (1974): "The economics of resources or resources of economics", American Economic Review, vol. 64, páginas 1-14.

Valero, A. y Naredo, J. M. (1989): Sobre la conexión entre termodinámica y economía convencional. Información Comercial Española, Junio-Julio, páginas 7- 16

VV. AA. (1979). Extremadura saqueada. Recursos naturales y autonomía regional. Ruedo Ibérico Ediciones.

Xavier Simón Fernández

Profesor Asociado del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Vigo.