

ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA*



Francisco Correa Restrepo**



Recibido: enero 25 de 2006

Aprobado: mayo 10 de 2006

■ RESUMEN

Frente a la falta de respuestas de la economía neoclásica a los crecientes problemas ambientales producto de las actividades económicas ha comenzado a desarrollarse una nueva visión: *la economía ecológica*. En este nuevo enfoque se encuentran las bases de una nueva forma de ver la relación entre el mundo natural y el mundo económico. Este artículo tiene como objetivo central realizar una revisión analítica de las principales ideas planteadas desde la economía ecológica y establece un referente acerca del nuevo debate entre la economía ecológica y la economía neoclásica. Como conclusión central, se plantea que es necesario redireccionar la gestión de la relación economía-medio ambiente a partir de un nuevo examen de dos aspectos centrales de la economía ambiental: 1. el juicio de valor de que los problemas ambientales deben analizarse con el criterio del bienestar y, 2. la concepción de que se puede partir del análisis de problemas individuales en la búsqueda de criterios para orientar la gestión económica de los recursos naturales.

* Este trabajo es producto de la reflexión y discusión teórica a raíz de los siguientes proyectos de investigación: "Directrices metodológicas para la determinación de la tasa social de descuento aplicada en la evaluación de proyectos públicos en Colombia" y "Crecimiento económico, desigualdad social y medioambiente: evidencia empírica para América Latina", los cuales fueron desarrollados por el Grupo de Economía Ambiental (GEA), del programa de Economía, Universidad de Medellín. Deseo agradecer los valiosos comentarios del evaluador anónimo de la Revista Semestre Económico.

** Economista y especialista en Evaluación socioeconómica de proyectos de la Universidad de Antioquia, Magíster en Ciencias Económicas, Área de economía de la energía y los recursos naturales, Universidad Nacional, Profesor Auxiliar, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Medellín. Coordinador del Grupo de Economía Ambiental (GEA). Bloque 6, apartado aéreo 1983, Medellín, Colombia.
Dirección electrónica: fcorrea@udem.edu.co.

PALABRAS CLAVE: Economía ecológica, termodinámica, energía, sostenibilidad, sustituibilidad, crecimiento económico.

■ ABSTRACT

Because of the lack of answers on behalf of the neo-classical economy to the ever-increasing environmental problems as a result of the economical activities, a new vision has started to develop: *the ecological economy*. In this new focus, the bases for a new way of seeing the relationship between the natural world and the economical world take root. This article mainly aims at undertaking an analytical review of the main ideas expounded within the ecological economy; and at establishing a referent about the new debate between the ecological economy and the neo-classical economy. As a core conclusion, the article explains that it is necessary to redirect the economy-environment relationship towards a new examination of two core aspects of the environmental economy: 1) the value judgment through which the environmental problems should be analyzed with the criteria of the wellbeing; and 2) the conception that it can initiate with the analysis of individual problems in the search for criteria that would orientate the economical administration of natural resources.

KEY WORDS: Ecological Economy, Thermodynamics, Energy, sustainability, substitutability, economical growth.

INTRODUCCIÓN

La visión de la economía ortodoxa tiende a ignorar el carácter limitado de los recursos naturales y la vulnerabilidad del ambiente. Sin embargo, la extracción acelerada de los recursos naturales renovables y no renovables, el agotamiento de la capa de ozono, el calentamiento global, la degradación de los bosques y la extinción de numerosas especies es una creciente preocupación hoy, pues muchos de estos cambios tienen carácter irreversible. Así, los minerales extraídos, los suelos erosionados, los acuíferos secos, las especies extinguidas habrán desaparecido para

siempre. Al mismo tiempo, los elementos de la naturaleza que son utilizados en volúmenes y números crecientes por los procesos industriales son transformados en productos y residuos. Los productos son usados o consumidos, generando, a su vez, más residuos. Según los modelos de la economía dominante, parecería que estos residuos que se vierten en el ambiente se reciclaran de alguna manera para volver a aparecer en la cadena productiva como recursos naturales.

En la realidad, esto es posible sólo en algunos casos a través de la utilización de una tecnología adecuada y un cierto consumo

de energía. En otros casos, este reciclaje resulta poco factible o impracticable, ya sea debido a los costos elevados, o a la imposibilidad física o tecnológica. De un modo u otro, una porción creciente y acumulativa de los recursos en forma de residuos permanecerá en el ambiente indefinidamente como materia degradada.

Este fenómeno de la irreversibilidad final de los procesos industriales fue ignorado durante mucho tiempo por políticos y economistas. El resultado palpable de esta indiferencia ha sido una creciente utilización de los recursos naturales y un acelerado deterioro de los sistemas ecológicos del mundo.

Ahora, desde la primera mitad del siglo XX aparecieron pensadores que pusieron en tela de juicio los principios y bases físicas de la economía ortodoxa. Los trabajos y afirmaciones de estos autores fueron desestimados. Sin embargo, a medida que ha transcurrido el tiempo, ha sido más evidente que la economía ortodoxa ha estado fallando en sus apreciaciones. Frente a las evidencias acumuladas, ha comenzado a desarrollarse una nueva visión: *la economía ecológica*. A pesar de la cierta solidez de sus afirmaciones, los economistas ecológicos son todavía una minoría que no ha logrado ganar aceptación en los círculos económicos y políticos nacionales y mundiales. No obstante, en este nuevo enfoque se

encuentran las bases de una nueva forma de ver el mundo natural y el rol que pueden jugar las sociedades en su preservación o destrucción. Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión analítica de las principales ideas planteadas desde la economía ecológica. En particular, el trabajo busca analizar los conceptos que establece dicha visión en torno a la conexión entre termodinámica y economía. Asimismo, establece un referente acerca del nuevo debate entre la economía ecológica y la economía neoclásica. De esta forma, en la primera parte se establecen los antecedentes de la economía ecológica. En particular, se describe la evolución de las ideas de dos autores del siglo XIX que sentaron las bases para la economía ecológica: F. Soddy y S. Podolinsky. En la segunda parte, se plantean las principales ideas de Nicolás Georgescu Roegen alrededor de la relación existente entre termodinámica y economía. Por su parte, la tercera sección sintetiza los aportes conceptuales de José Manuel Naredo y Antonio Valero a la consolidación de la economía ecológica como una nueva perspectiva para el análisis de la relación economía- naturaleza. La cuarta parte ilustra el nuevo debate entre la perspectiva ecológica y la perspectiva económica en torno al concepto de *sostenibilidad*. Por último, en la quinta parte se presentan las conclusiones.

1. LOS ANTECEDENTES DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA: LAS IDEAS DE PODOLINSKY Y SODDY

1.1. Los planteamientos de Podolinsky

Probablemente, el pensador que estableció los primeros elementos para desarrollar una economía sobre bases ecológicas fue el autor ruso S. Podolinsky. Este pensador quiso estudiar la economía como un sistema de conversión de energía. Para ello, comparó la productividad energética de los ecosistemas rurales: por un lado, bosques y praderas naturales; por el otro, prados “artificiales” y campos agrícolas. La producción de biomasa útil para los humanos era mayor cuando intervenía el trabajo humano y de animales. Los cálculos indicaban que este tipo de trabajo contribuía a producir entre 20 y 40 calorías adicionales (Martínez Alier y Roca, 2001). ¿De donde provenía la capacidad del ser humano para trabajar? Si se considera el cuerpo humano como un tipo de “máquina térmica, se sabe que la capacidad de trabajar viene del consumo de alimentos (lo que se ha llamado “energía endosomática”). La conversión o *coeficiente económico* (como lo llamó Podolinsky, con la terminología de los ingenieros de las máquinas de vapor) era en el cuerpo humano de un quinta parte. Naturalmente, la humanidad no comía sólo para trabajar;

no todos los humanos se dedicaban a la agricultura, y existían otras necesidades aparte de la alimentación. Además, las clases sociales ricas usaban mucha más energía en sus lujos que las clases pobres. Por tanto, según el tipo de economía y de sociedad, ese *coeficiente económico* —es decir, la relación entre consumo de energía y trabajo efectuado— sería distinto (Martínez Alier y Roca, 2001). En la sociedad más simple y más trabajadora imaginable ese coeficiente estaría cerca de ser 5:1. En este caso, la productividad energética del trabajo, es decir su contribución a una mayor disponibilidad de energía, debía ser como mínimo de 1:5 para que la sociedad en cuestión fuera sostenible. Bajo esta perspectiva, en sociedades con mayores necesidades y con mayor diferenciación social, la productividad energética mínima debía ser mucho mayor. Por supuesto, en actividades como la extracción de carbón se comprobaría que la productividad energética del trabajo humano (la relación entre energía obtenida y energía gastada) era muy alta, pero esto es falso porque el carbón es un recurso agotable.

En síntesis, de acuerdo con Podolinsky, por medio de la agricultura la especie humana era *una máquina termodinámicamente perfecta*, pues con la energía generada por el trabajo obtenía *el alimento* para su propia *caldera*. Como señalan Martínez Alier y Roca (2001)

"el secreto estaba no sólo en el ingenio y en el trabajo físico humano, sino en el proceso de la fotosíntesis: el flujo principal de energía procedente del sol no entra en nuestros cálculos económicos".

El trabajo como forma de conservación de la energía

Profundizando en el análisis de Podolinsky, se percibe claramente que la categoría más importante de su argumento es la *energía*. Para él, la energía constituye la suma de las fuerzas físicas que están contenidas en un determinado sistema de cuerpos. Así, la caracterización de la energía en la tierra va a ser el primer paso en el argumento de Podolinsky. Para este autor, la energía del universo pasa constantemente de formas fácilmente transformables a otras formas más constantes, por lo que la posibilidad de transformación de la energía disminuye en forma constante. En este sentido, en el planteamiento de Podolinsky va a ser importante el concepto de entropía o "dispersión de la energía".

Otra categoría económica importante en el análisis realizado por Podolinsky es el concepto de *trabajo*. Para este autor, el exceso de energía que es indispensable para la producción de material nutritivo calórico proviene tanto del trabajo humano como del trabajo de los animales domésticos. En

este sentido, Podolinsky define el trabajo como "utilización del trabajo mecánico y psíquico acumulado en el organismo que tiene como resultado el aumento de la cantidad de energía disponible en la tierra". En este sentido, Podolinsky plantea que el inicio de la aplicación del concepto trabajo está en el movimiento mecánico. Por su parte, el trabajo como concepto positivo tiene como resultado aumentar la energía disponible o evitar que se disperse y así aumenta la reserva de energía. De este modo, para Podolinsky el movimiento que no tenga una finalidad no es trabajo.

Seguidamente, al asociar las actividades del hombre con el concepto de trabajo traído a colación, la agricultura ocupa un primer plano en el argumento de Podolinsky. El trabajo humano aumenta la energía en las tierras. Para el autor la agricultura es el mejor modelo del trabajo útil. De otro lado, al hablar de trabajo con una finalidad, Podolinsky plantea que ésta es la forma de conservar la energía. Así, el hombre se plantea métodos para realizar esta conservación. Estos métodos se asocian con la satisfacción de necesidades. En este sentido, la construcción de vivienda tiene como objetivo evitar pérdidas de calor y una mejor distribución de la energía en el cuerpo humano. Igualmente, la educación permite una mejor distribución de la energía durante el trabajo.

La orientación de la exposición del Podolinsky, en este punto, se dibuja bajo el planteamiento del ser humano como máquina térmica. Así, se plantea un presupuesto energético, en términos de necesidades de energía. Cuanto más importante es el desarrollo del hombre mayor es este presupuesto energético. Adicionalmente, el coeficiente económico del organismo humano está cercano a (1/10), si se tiene en cuenta que el hombre pasa algún tiempo de su vida sin trabajar. No obstante, el autor señala que el trabajo humano acumula 10 veces más energía que la que su propio trabajo contiene. De esta manera, si la energía acumulada correspondiese siempre a las necesidades de todos los hombres, no existiría la pobreza. Ahora, el grado en que se satisfacen las necesidades depende de las reservas de energía transformable, de la población, de la magnitud de las necesidades y de la productividad del trabajo.

Siguiendo esta línea de argumentación, para Podolinsky el trabajo no crea materia. Su productividad estriba en unir *algo creado con el trabajo a la materia*. Ese *algo* es la energía disponible. Así, el autor se une a Quesnay (citado por Roll (1996)) para plantear que el trabajo no produce riqueza real, porque no crea materia. No obstante, afirma que la satisfacción de necesidades, o consumo de energía, se hace sólo mediante trabajo.

Cuanto mayor desarrollo tiene la sociedad más trabajo hace falta para satisfacerla. Así, el trabajo debe incrementarse porque aumenta la población y el presupuesto energético por individuo. Por tanto, argumenta Podolinsky, con el aumento de las necesidades y la caída del equivalente económico se produce un aumento de la productividad del trabajo.

Medio siglo más tarde, las ideas de Podolinsky fueron desarrolladas en forma independiente por Frederick Soddy, que tampoco había surgido de los entornos académicos de la economía, sino de la física y de la química. Soddy (1877-1956) fue más conocido como un sobresaliente investigador que estudió la desintegración radiactiva y contribuyó a la elaboración de la teoría moderna de la estructura atómica, que como economista. Así, en el ámbito de la química obtuvo el Premio Nobel en 1921. Si bien Soddy creía en el progreso científico, también pensaba que la ciencia era a la vez una bendición y una maldición para la humanidad. No aceptaba la idea en boga de que los científicos no tenían responsabilidad por el uso que se hacía de sus trabajos. Éste argumentaba que si bien los banqueros y economistas tenían más responsabilidad que los científicos, estos últimos tampoco eran completamente *inocentes*. Según Soddy el verdadero problema del mundo contemporáneo no era que la

ciencia estuviese errada sino que estaba dirigida por una economía inapropiada.

Ahora, para la segunda década del siglo veinte se había comenzado a descubrir la enorme energía que residía en el átomo. Frente a estos nuevos conocimientos, Soddy planteaba que "al disponer de esta fuente fantástica de energía, todas las naciones se lanzarían a la tarea de aplicarla para la guerra" Soddy (1995) –cosa que ya estaban haciendo con las armas químicas–. Sostenía que el sistema económico imperante contenía en sí los elementos necesarios para destruir a la humanidad, sólo faltaba que la ciencia le proporcionara los medios técnicos para hacerlo.

Este autor afirmaba que debía haber algo sustancialmente erróneo con la economía mundial que impedía el aprovechamiento positivo de los descubrimientos de la ciencia. Fue en esa época que Soddy se dedicó a la tarea de elaborar una nueva visión crítica de la economía, que finalmente plasmó en su obra "Wealth, Virtual Wealth and Debt", escrita en 1926. Su trabajo no fue bien recibido por los economistas de la corriente teórica de la época. En ese momento, los trabajos de F. Soddy fueron ignorados. Habrían de pasar cuatro décadas antes que pudieran ser retomados por otros autores.

Cuanto mayor desarrollo tiene la sociedad más trabajo hace falta para satisfacerla. Así, el trabajo debe incrementarse porque aumenta la población y el presupuesto energético por individuo. ■

Para Soddy "la economía está a mitad de camino entre el electrón y el alma" además "los principios y la ética de la ley y las convenciones humanas no pueden ir contra las leyes de la termodinámica¹. Para los humanos, como para otras máquinas, los problemas físicos de la vida son problemas de energía" Soddy (1995).

1.2 Los aportes de Soddy a la economía ecológica: la redefinición del concepto de riqueza a partir de las leyes de la termodinámica

En el intento de analizar cómo vive la humanidad, el punto de partida de este autor es determinar las formas de conocimiento más útiles para la vida. Desde esta visión, la energía es la categoría central de análisis, y en ese sentido Soddy argumenta que ésta (ya sea energía humana, mecánica o eléctrica) es el punto de partida de la

economía cartesiana. Frente a la pregunta ¿cómo vive la humanidad? Soddy quiere cuestionarse es cómo existe y permanece la gente en la tierra. La respuesta que establece el autor es que la humanidad vive del sol, pues si no se tuviera sol el mundo quedaría sin vida. Para Soddy, el sol brinda la fuerza original, pues es la fuerza de toda forma de vida conocida.

Dado lo anterior, las leyes de la termodinámica (las leyes conservación y la transformación de la energía) establecen el punto de partida de la economía cartesiana. Para este autor, la ciencia vegetal y animal es el único eslabón de la cadena de las ciencias que está, en relación con los otros eslabones, en ambos extremos. Para Soddy (1995), la ciencia económica está en el eslabón intermedio que se ocupa de la interacción entre el mundo de la física y la mente, pero en sus aspectos más habituales con el mundo intermedio de la vida. Así, en un extremo están la materia y la energía que obedecen a las leyes de la probabilidad matemática, y en el otro extremo está el guiar estas fuerzas y procesos ciegos hacia fines predeterminados. A partir de este razonamiento, el autor identifica dos errores que impiden que se progrese. El primer error consiste en unir en un gran círculo lo dos extremos de la cadena del conocimiento, pues, adicional a ser extremos, van en direcciones

contrarias. No se puede mezclar el mundo físico con las concepciones elevadas de la mente. El segundo error lo vincula al campo de la economía. Soddy explica que este segundo error consiste en el intento de deducir todos los fenómenos de la vida a partir del mundo inanimado. De esta manera, Soddy no concibe que un mecanismo inanimado que obedece a las leyes de la probabilidad llegue a desarrollar las facultades de elección y reproducción mediante pasos sucesivos, así como no concibe que "la creciente complejidad de una máquina llegue a tener como resultado la producción del mismo maquinista y la facultad de reproducirse".

Así mismo, Soddy plantea que el economista tiende a confundir las leyes de la naturaleza con las leyes de la naturaleza humana y a dignificar los fenómenos termodinámicos y sociales que estudia dándole el nombre de *leyes económicas*. Para Soddy, ni desde el mundo físico ni desde el mundo mental se logra dar solución a los problemas de la vida. Se debería estudiar más bien la interacción entre las formas más comunes de ambos mundos, es decir, de un lado la materia y la energía, y, del otro, la voluntad y la posibilidad de guiar o dirigir. De esta manera, Soddy analiza lo que la ciencia física puede contribuir a la ciencia económica. Para F. Soddy, la vida, en la búsqueda de su preservación física,

sigue los principios de la máquina de vapor. Plantea, entonces, que la ética y las leyes humanas no deben ir en contra de estos principios termodinámicos. Al llegar a este punto, Soddy expone uno de los argumentos importantes de su discurso: los problemas físicos de la vida son problemas energéticos. Así, establece que la fuente de la energía, o sea el sol, proporciona un ingreso continuo de energía que es consumido por el hombre para poder vivir. De este modo, consumo significa dejar la energía en un estado no apto para uso posterior. Por tanto, la energía radiante va a parar al gran sumidero de energía.

En este orden de ideas, Soddy trae a colación el tema de la transformación de la energía. Para este autor, la transformación de la energía ocurre sólo en una dirección, como por ejemplo: el agua sólo corre cuesta abajo. Ahora, en cuanto a la utilización de la energía, Soddy distingue dentro del campo de la economía cartesiana dos usos: un uso metabólico, fundamental para la vida, que él denomina como *uso vital*, y un uso alternativo al primero que sirve para realizar trabajo externo al cual llama *uso laboral*. El primer uso no puede ser dirigido por el hombre, pues es un mecanismo de la naturaleza. En cambio el segundo, puntualiza Soddy, ha sido siempre conscientemente dirigido mucho antes de que se establecieran los principios de la termodinámica.

Bajo estos preliminares, Soddy establece que el mundo vegetal continúa siendo el único mundo que puede transformar el flujo original de energía inanimada en energía vital. Así, la idea central es que cualquiera que sea el origen de la energía, el penúltimo paso será siempre el almacenamiento en las plantas antes de que ella sea usada por el hombre o por los animales, como alimento. Así mismo, argumenta F. Soddy, el carbón se usa del mismo modo, sólo que con costos directos de extracción, pero el capital de energía (el ingreso energético) de este combustible no se utiliza como uso vital sino en usos laborales. Para el uso vital se requiere el mundo vegetal como intermediario y el carbón es vegetal que murió hace ya mucho tiempo.

1.2.1. La gran paradoja del capitalismo y el concepto de riqueza

Siguiendo con el desarrollo argumentativo de Soddy en torno a la energía como el capital de la sociedad, éste plantea que la agricultura sigue siendo la actividad económica dominante. Sin embargo, la utilización del capital de energía –la energía del carbón– permitió aumentar la producción de mercancías, las cuales se intercambiaban por los alimentos que no se producían. Así, la población de Inglaterra para el siglo XIX creció de 10.5 millones en 1801 a 40.9 millones en 1911,

lo cual contrasta con la situación de Irlanda que, en el mismo periodo, incrementó su población de 5 a 4.3 millones. Frente a lo anterior, Soddy advierte la situación diferencial de tener a una Inglaterra con carbón y a una Irlanda sin él. Ahora, este intercambio de productos fabricados llevó a que el mundo fuera gastando cada vez más el capital de energía en combustibles para usos laborales. Siguiendo esta línea de análisis de Soddy, se llega a plantear que el carbón es capital real, sobre cuyo consumo se ha erigido la civilización capitalista, pero cuya utilidad pronto cesará. Esta conclusión es de gran importancia en el objetivo que persigue el autor, pues aquí se encuentra la *gran paradoja del capitalismo*, ya que la civilización es capitalista con respecto a los accesorios, comodidades y lujos, pero en el nivel de necesidades depende aún del ingreso corriente, de flujos de energía.

Frente a esta paradoja, Soddy (1995) se hace una gran pregunta: ¿Cuáles son las causas de la riqueza de la sociedad, esto es, de los medios de subsistencia y de las comodidades de los individuos que la componen? Soddy determina que los medios de subsistencia se obtienen del ingreso diario de energía solar a través de las actividades agrícolas, y las cosas accesorias como vestido, vivienda, calefacción, comodidades y lujos se obtienen

en gran parte del aumento en el ingreso, en detrimento del capital de energía acumulado desde épocas remotas. Así, la vida depende siempre de un flujo continuo de energía, por lo que este autor plantea que la riqueza es más un flujo y no un fondo. Esta explicación es importante para la ciencia social pero no para los sistemas económicos vigentes. La economía ortodoxa confunde así los conceptos de riqueza y deuda. Al respecto Soddy asocia riqueza a riqueza de la comunidad, y deuda a riqueza individual. La primera es un ingreso de energía disponible cuyo propósito es la vida, por lo que es imposible ahorrar o acumular este flujo en una cantidad apreciable.

Bajo el enfoque de Soddy, los activos tangibles están sujetos a una ley de rendimientos decrecientes, pues se necesita un gasto anual siempre mayor de riqueza para mantenerlos funcionando. De esta manera, estos activos no pueden ser riqueza acumulada sino ayudas para mantener e incrementar la riqueza, entendida ella como el ingreso de energía disponible. Por tanto, concluye que la verdadera riqueza es el ingreso de energía disponible, y ésta no puede ser ahorrada. Ahora, la riqueza del individuo es diferente; la comunidad reconoce su deuda hacia el poseedor de dinero y la facultad para apropiarse de una parte de la riqueza real que se distribuye

en los mercados a cada momento. Así, lo individual y lo colectivo se contraponen. Entre más se apropie un individuo del ingreso de energía disponible menos queda para el beneficio general. Dado lo anterior, Soddy se plantea que la verdadera preocupación de la economía debería ser cómo aumentar este ingreso de energía disponible para el logro del bienestar colectivo. El anterior análisis Soddy lo retoma de Ruskin (Daly, 1996), por lo cual él plantea que dicho autor descubrió la diferencia central entre los intereses del individuo y el interés del Estado.

Se argumenta así que tanto Ruskin como Marx entendían claramente que la economía debe tener que explicarse desde el punto de vista de los creadores de riqueza y no desde el punto de vista de los financieros o comerciantes, pues la riqueza de la sociedad sólo crece por la producción y las innovaciones y no por el intercambio de bienes (Daly, 1996).

Desde el punto de vista de la economía ortodoxa, si un recurso existe en abundancia ilimitada no es riqueza en sentido económico. Así, los rayos del sol, el oxígeno, el agua, dada su abundancia, a pesar de ser requisitos esenciales para la vida, no tienen el carácter de riqueza para la economía ortodoxa, a pesar de que sin ellos es imposible la vida. La ignorancia de las leyes científicas de la vida lleva a los eco-

nomistas a no tener claro, según Soddy, el concepto de riqueza. Este concepto sólo se entenderá, dado el planteamiento de Soddy, si se entienden y aplican las leyes de la termodinámica.

En último término, el autor en mención analiza una última categoría: el dinero. Para él, el dinero y el ingreso –entendido éste como ingreso de energía disponible– tienen poca relación. Para Soddy el ingreso real depende de lo que pase con las cosechas y con sus causas –lluvias, pestes, cantidad de horas/sol–. Sin embargo, el dinero depende, por ejemplo, de la suerte del buscador de oro y de las innovaciones que faciliten la extracción o del empleo del sistema de cheques. Igualmente, F. Soddy plantea que si el dinero ha de cumplir su función de medida del

La economía ortodoxa confunde así los conceptos de riqueza y deuda. Al respecto Soddy asocia riqueza a riqueza de la comunidad, y deuda a riqueza individual. La primera es un ingreso de energía disponible cuyo propósito es la vida, por lo que es imposible ahorrar o acumular este flujo en una cantidad apreciable.

■

valor, se debe regular su cantidad según los cambios en el ingreso, de modo que al crecer el ingreso crezca el dinero, pero si disminuye el ingreso el dinero debe destruirse. Así, se debe tener más dinero cuando los precios tiendan a bajar, y se debe retirar dinero cuando dichos precios tiendan a subir. No obstante, a las naciones les interesan las medidas relativas y no las magnitudes absolutas. No interesa a los países cuánto carbón hay, como sí les interesa cuánto cuesta dicha cantidad de carbón. De esta manera, la civilización, para Soddy, ha estado en manos de los acreedores de riqueza y no en manos de los creadores de riqueza, al menos en sus intereses más vitales.

1.2.2 El origen de la producción de riqueza según Soddy

En cuanto al origen de la producción de riqueza, Soddy se plantea otra gran inquietud: ¿cómo se produce riqueza y cuáles son los límites, si existen, de la riqueza de una sociedad? Para Soddy existen tres factores de producción de riqueza: el primero es la existencia de un flujo de energía continuo y disponible. Éste como tal, según Soddy, no es limitante de la riqueza. El segundo factor es el conocimiento, el cual sí limita la producción de riqueza. En este sentido, se argumenta que los factores que explican la expansión en el siglo XIX

ya existían desde antes, pero no existía el conocimiento de cómo controlar el capital de la luz solar guardado en los combustibles para usarlos para la vida.

Así, hasta aquí, se tienen dos factores de producción de riqueza: energía y conocimiento. El tercer factor es el trabajo. Hasta ahora, según Soddy, este factor no ha supuesto un límite a la expansión de la riqueza, pues este ha ido creciendo con ella. Para este autor, la producción de riqueza puede mantenerse de generación en generación con la contribución del trabajo, dado cierto nivel tecnológico, pues el conocimiento no se destruye. En conclusión, se tienen tres factores de producción de riqueza, dos continuos: la energía y el trabajo y uno discontinuo: la creación de conocimiento.

Frente a la reflexión anterior, Soddy argumenta que el mundo debería reconsiderar, desde un punto de vista científico, las normas sociales que permiten que unos individuos ahorren y acumulen riquezas. Las normas deberían plantear que el ingreso sirva para beneficio público y no individual. Se debería orientar el ingreso hacia, por ejemplo, proveer cosas para la infancia, la vejez y para creación científica, mediante el desvío de una parte de éste hacia esos fines.

Por otro lado, un aporte importante de Soddy a la economía ecológica es el aná-

lisis que realiza del concepto capitalista del interés compuesto. Plantea que la economía ortodoxa atribuye al usurero –que sólo desarrolla deuda, en el sentido ya mencionado– el mérito que debería darle al científico, que es el que desarrolla la riqueza. Argumenta Soddy que la forma común de capital en economía es simplemente deuda, lo cual es un simple crédito permanente contra el ingreso futuro de riqueza. Capital, en su acepción más común, es simplemente la renta dividida por el tipo de interés y multiplicada por 100. Sin embargo, esto no es riqueza sino un gasto de capital acumulado (energía disponible) de las generaciones humanas.

Aquí, Soddy retoma la idea de que la riqueza es un flujo y no puede ser ahorrada; hay que gastarla a medida que llega, sea en consumo o en algún tipo de capital que ayude a producir riqueza futura. Así, prosigue Soddy, aunque la ética convencional humana tenga sus propios códigos y normas, estos deben adecuarse a los principios de la termodinámica en vez de ir en contra de ellos. Debe haber, pues, según Soddy, un equilibrio entre ética y leyes de la termodinámica. Dado este análisis, las propuestas desde la economía ortodoxa, es decir, un sistema basado en la usura, son sólo *alivios temporales*, pues un sistema establecido bajo la usura es inestable. Para Soddy, el dominio del usurero en lo político

y en lo social se ha tornado imposible y debe desaparecer. Para Soddy, hace falta volver a una forma de gobierno según unos principios económicos y no crematísticos. Las leyes de la termodinámica proveen, según él, una base intelectual a la sociología y a la economía, y muestran algunas de las causas principales del fracaso de la civilización. Dichas leyes no proporcionan toda la verdad pero no pueden ser falsas en la medida que son correctas en la física y en la química. Con ampliaciones y modificaciones, para Soddy, estas leyes darían un punto de partida científico a todos los que se preocupan por los asuntos públicos. El primer paso, afirma, sería delimitar adecuadamente los derechos de los acreedores de la comunidad, conteniendo al demonio de la deuda que “engaña a los ignorantes bajo el disfraz de la riqueza”.

2. GEORGESCU-ROEGEN Y LA RELACIÓN TERMODINÁMICA - ECONOMÍA

Muchos años habrían de pasar antes que otros autores retomaran los conceptos de este pionero de la economía ecológica. Fue a principios la década de 1960 que un economista rumano, residente en los Estados Unidos, habría de desarrollar a profundidad una visión análoga a la propuesta por Soddy, Nicholas Georgescu-Roegen². Si bien Georgescu-Roegen no conocía

los trabajos de Soddy, éstos representaron el primer antecedente, injustamente desconocido y relegado, del pensamiento económico ecológico contemporáneo.

Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994) fue durante la primera parte de su vida académica un economista "ortodoxo". A los 59 años (en 1965), presentó un trabajo en donde proponía repensar la economía analítica, y 6 años más tarde, en 1971, publicó su trascendente libro titulado: "The Entropy Law and the Economic Process".

Básicamente la revisión económica propuesta por Georgescu se basa en el "rediseño" del diagrama de flujo del proceso económico utilizado hasta entonces en los tratados de economía. Bajo la economía convencional, los procesos económicos estaban habitualmente representados por un flujo circular, que iba desde las industrias a los hogares y viceversa, sin entradas ni salidas. De acuerdo con Georgescu, este diagrama circular servía en cierta medida para analizar los intercambios, pero fallaba como instrumento para estudiar la producción y el consumo en forma apropiada. En el diagrama ortodoxo se representaba la economía como un circuito en que el mantenimiento y el reemplazo tenían lugar internamente, sin dependencia del ambiente.

La conclusión a que llegaba Georgescu era que los textos económicos revisados

debían basarse en un diagrama diferente: el flujo de materia y energía debía provenir de las fuentes ambientales, pasando a través de las industrias y hogares, y evacuarse al ambiente por una *boca de salida*. Por un lado entran las materias primas (básicamente, recursos naturales), y por el otro, salen los residuos degradados. Argumentaba Georgescu que "si bien era imaginable una economía sin flujo circular (por ejemplo, una economía de campesinos autosuficientes en donde no hubiera intercambio)" (Georgescu-Roegen, 1971), no podía existir una economía que careciera de este flujo entrópico. Las ideas de Georgescu no podían ser aceptadas por la ortodoxia económica mundial, pues tenían demasiadas implicaciones para los circuitos económicos que mantenían los estamentos de poder.

El flujo circular *mecanicista* es reversible y no cualitativo, según G. Roegen. Se basa en los mecanismos de las ganancias y el *auto-interés*. Al utilizar la mecánica como instrumento de análisis, los fenómenos económicos se presentan como si fueran reversibles y desprovistos de *calidades*. Por el contrario, el flujo entrópico es cualitativo e irreversible. De acuerdo con la visión de Georgescu-Roegen, la economía es un sistema abierto que extrae energía y materia utilizable del ambiente y lo retorna bajo la forma de residuos inutilizables. Por su parte, el sistema global, en lo referente

a la materia, puede ser considerado como un sistema cerrado, porque intercambia cantidades insignificantes de materias con el espacio circundante. En lo referente a la energía, en cambio, el sistema es abierto, al recibir radiaciones solares y emitir ondas térmicas.

2.1. Georgescu Roegen y el flujo entrópico

La entropía es la medida de la diferencia cualitativa entre recursos útiles y residuos inútiles. El cambio entrópico que se produce al pasar de los primeros a los segundos es cualitativo e irreversible. Por esa razón, los modelos de la economía convencional no son adecuados para analizar los flujos económicos pues están también sujetos a la segunda ley de la termodinámica. Agrega Georgescu que el flujo entrópico, necesario para mantener el proceso económico induce necesariamente cambios cualitativos en el mismo ambiente del que depende, porque lo que a él se devuelve es cualitativamente distinto de lo que de él se extrae. A medida que el ambiente cambia, la economía debe adaptarse. En ese sentido puede considerarse como un proceso de *coevolución*.

De acuerdo con la visión circular de la economía, la producción consistiría en *ordenar* bloques indestructibles con el fin de obtener ganancias, mientras el efecto del consumo sería *desordenar* dichos bloques,

destruyendo su capacidad para brindar utilidad. En ese esquema de la economía, la producción podría tomar los bloques desordenados nuevamente y reordenarlos. De esa forma, el ciclo podría continuar indefinidamente. Esto no es contradictorio con la primera ley de la termodinámica (de la conservación de la materia y energía), pero sí lo es con la segunda ley: la ley de la entropía. En la visión dominante de la economía los recursos naturales y el ambiente son algo *adicional*. Sin embargo, en la visión de Georgescu-Roegen, a la luz del flujo entrópico, ellos constituyen el eje central del análisis.

2.2. Los planteamientos de Georgescu-Roegen en torno al crecimiento económico

Otra diferencia entre la ortodoxia económica y el economista rumano es la que se relaciona con el crecimiento ilimitado. De acuerdo con la teoría neoclásica, el crecimiento puede continuar indefinidamente, pues el valor de cambio abstracto no tiene dimensión física. Las *anomalías* ambientales que se producen, tales como agotamiento de los recursos o degradación del ambiente, son meramente definidas como *externalidades*, que se ubican fuera del circuito económico. El enfoque de G. Roegen es totalmente diferente. Para él, el crecimiento económico se encuentra con

barreras de orden físico como el vaciamiento de recursos, la degradación ecológica y la polución. Para Georgescu Roegen, en las economías agrarias tradicionales estas diferencias de enfoques no tienen mayor trascendencia, pues dependen de la luz solar que es una fuente abundante de recursos de baja entropía. No obstante, las economías industriales, por el contrario, son dependientes de fuentes de baja entropía que son bastante escasas –combustibles fósiles y minerales– y se focalizan en la acumulación de valores de cambio abstractos o sea de *deudas*, a la manera de Soddy.

En la visión entrópica de la economía, la polución y vaciamiento son consecuencias predecibles y no externalidades sorprendentes como en el diagrama de flujo circular. Por supuesto, se reconoce la posibilidad de la adaptación tecnológica. Pero aún cuando ella ocurre, ambos enfoques se hacen notar. Las nuevas tecnologías pueden ser concebidas para lograr simplemente más producción –beneficiando a la generación presente a expensas de las generaciones futuras– o más calidad de vida –beneficiando las generaciones futuras y a la generación presente a la vez–. En la ideología económica ortodoxa se piensa que los bloques de recursos naturales sólo tienen valor porque la sociedad se los agrega. Georgescu señalaba que la natu-

raleza también les agrega valor y que ese valor es lo que verdaderamente diferencia los recursos de los residuos.

Filosóficamente, según G. Roegen, ambos sistemas conceptuales presentan también profundas diferencias. En el diagrama de flujo circular existe una armonía intergeneracional y una mano amiga. En el diagrama de flujo entrópico existen los elementos para el conflicto intergeneracional y una zancadilla potencial.

Para G. Roegen, los países pobres no podrán salir de la pobreza simplemente dando vuelta más rápido a las ruedas de su diagrama circular. Según este autor, los países deberán redistribuir sus riquezas, controlar su población, repensar el ritmo y la forma de utilización de sus recursos. En la actualidad, las cuentas nacionales de los países se calculan de acuerdo con los principios de la economía del flujo circular. Se tiene en cuenta la depreciación de los bienes artificiales, pero se olvida la depreciación de los recursos naturales. Un país podría agotar sus minas, cortar sus bosques, erosionar sus suelos y terminar con la vida silvestre y acuática, mientras sus cuentas nacionales registran crecimiento y prosperidad.

Los postulados básicos que formuló Georgescu aún están ausentes en los análisis económicos contemporáneos. Hace más

de treinta años que Georgescu presentó su visión revolucionaria de la economía. Sus puntos de vista no han sido rebatidos. A falta de buenos argumentos, los economistas ortodoxos han preferido ignorarlos. Sin embargo, las ideas de Georgescu cada vez aparecen más sólidas y congruentes. Su obra ha pasado a ser un punto de referencia para modificar los enfoques y políticas económicas cuyo carácter insostenible se hace cada vez más evidente.

3. LA CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA: LOS APORTES DE NAREDO Y VALERO

Hoy, las críticas sobre la economía convencional se centran, en general, en dos aspectos relevantes de la economía ambiental: 1. el juicio de valor de que los problemas ambientales deben analizarse con el criterio del bienestar y, 2. la concepción de que se puede partir del análisis de problemas individuales en la búsqueda de la determinación de criterios para orientar la gestión económica de los recursos naturales. En primera instancia, tratándose de un juicio de valor, caben múltiples posibilidades, entre las que se incluye que el medio ambiente puede tener un valor objetivo. En este sentido, Naredo propone *la exergía* como medida objetiva que equipara todas las potencialidades termodinámicas de un fluido físico. La propuesta de Naredo surge

de un trabajo realizado por Antonio Valero en 1986 llamado *Teoría general de ahorro de energía*. Partiendo de la finalidad aparentemente modesta de aportar el instrumental teórico necesario para desagregar el análisis de la eficiencia energética de ciertas instalaciones industriales, plantea Naredo, esta teoría propuesta por Valero apuntaba hacia aplicaciones mucho más amplias y orientadoras de la gestión económica de la energía y de los recursos naturales en general, respondiendo a las demandas antes mencionadas de establecer las conexiones cuantitativas entre termodinámica y economía.

Esta teoría, según Naredo, unificó conceptos previamente establecidos y sentó las bases termodinámicas para la investigación del proceso de formación del costo en los sistemas energéticos, basada en dos ideas fundamentales: la primera, que el ahorro de energía –recursos naturales y energía– debe basarse en el segundo principio de la termodinámica, a través de la cuantificación sistemática de la energía utilizable en los procesos o exergía. La segunda, que la física no es suficiente para calcular los costos de los sistemas diseñados por el hombre. Estas condiciones permiten determinar, según se deriva del argumento de Naredo, los costos termodinámicos, es decir, la cantidad de recursos empleados en producir cada uno de los

Hoy, las críticas sobre la economía convencional se centran, en general, en dos aspectos relevantes de la economía ambiental: 1. el juicio de valor de que los problemas ambientales deben analizarse con el criterio del bienestar y, 2. la concepción de que se puede partir del análisis de problemas individuales en la búsqueda de la determinación de criterios para orientar la gestión económica de los recursos naturales.



fluidos físicos de los sistemas energéticos, no importando su complejidad estructural. Así, a partir del conocimiento de los costos exergéticos o termodinámicos es posible dar una base o medida objetiva para el proceso de formación de los costos monetarios en los sistemas térmicos, conociendo sólo los precios de los recursos energéticos y de las materias primas, así como los costos del capital involucrado en el diseño y mantenimiento de todos sus componentes.

De acuerdo con los planteamientos de Naredo y Valero, es evidente la convenien-

cia de profundizar en los planteamientos formulados por la economía convencional en torno a los procesos de producción y consumo, trascendiendo más allá del marco puntual y mediado por la subjetividad y las instituciones humanas y por el simple análisis monetario. Se debe comparar el análisis de la teoría neoclásica en términos de los procesos entrópicos en el espacio y en el tiempo. Para Naredo y Valero "el problema estriba en que los objetivos de mejorar la eficiencia de un sistema no pueden ser objetivos absolutos, sino relativos a un determinado *consumo energético* de materiales, dada una utilidad finita". De ahí que, según estos autores, orientar la termodinámica hacia la solución de los problemas de gestión de los recursos naturales sea una de las tareas, en términos de investigación teórica, más importantes a abordar en el futuro.

Por último, afirma Naredo (1996), la termodinámica tradicional deja de lado el análisis de la finalidad *neguentrópica* de los procesos de producción, que apunta, según él, a lograr ganancias de orden y de estructura en los materiales procesados, dejando a su paso pérdidas y deterioros. No obstante, concluye Naredo (1995), las relaciones entre termodinámica y teoría de la información, y entre estructura productiva de un sistema y energía de interacción que la mantiene, brindan la posibilidad

de desarrollar un análisis termodinámico que apoye la orientación de la gestión económica de los recursos naturales y el medio ambiente, permitiendo así avanzar en la construcción de una nueva teoría físico-económica que permita estudiar la relación del hombre con la biosfera.

Así, todo lo anterior daría origen a una formulación de la economía que permitiría cuantificar, a la luz de la segunda ley de la termodinámica, problemas relacionados con la disposición y degradación de los recursos naturales, la evolución del medio ambiente hacia temperaturas más elevadas, el problema de ahorro de recursos por reciclado, la valoración más objetiva y en diferentes niveles de agregación de los efectos negativos de la producción y, por tanto, del cada vez más acelerado aumento de residuos (Naredo y Valero, 1989). Esta nueva visión es lo que se conoce hoy como *Economía Ecológica*.

Ahora, desde la perspectiva de la economía ecológica, la economía se ve como un subsistema dentro de un ecosistema global finito. En este sentido, la economía ecológica ve al planeta Tierra como un sistema abierto a la entrada de economía solar. Así, la economía necesita la entrada de energía y materiales, y produce dos tipos de residuos: el calor disipado o energía degradada (segunda ley de la termodinámica) y los residuos materiales, que mediante el

reciclaje pueden volver a ser parcialmente utilizados. En este sentido, se plantea que parte del reciclaje se da en el mercado (papel, cartón), y otra parte mucho mayor se recicla naturalmente mediante los ciclos naturales que convierten *residuos* en recursos. Esto último es el caso del dióxido de carbono que los animales emiten como residuo de la respiración, el cual es absorbido por las plantas para formar materia orgánica. Por el contrario, en las economías modernas los residuos—debido a cantidad y composición— en gran parte se acumulan y sólo a veces se convierten en nuevos recursos a través de procesos que requieren la intervención humana y que no permiten una recuperación al cien por cien. Esta escuela ve una interrelación fundamental entre el uso de recursos naturales (energía, materiales, agua, espacio) y los impactos ambientales.

De otro lado, la economía neoclásica analiza sobre todo los precios—fundamentalmente es crematística— y tiene una concepción metafísica de la realidad económica que funcionaría, en palabras de Martínez Alier (1995), como un "*perpetuum mobile*" lubricado por el dinero (ver gráfico 1). Las empresas venden servicios, y con esto remuneran los factores de producción (tierra, trabajo y capital).

Por su parte, la economía ecológica (gráfico 2) contabiliza los flujos de energía y

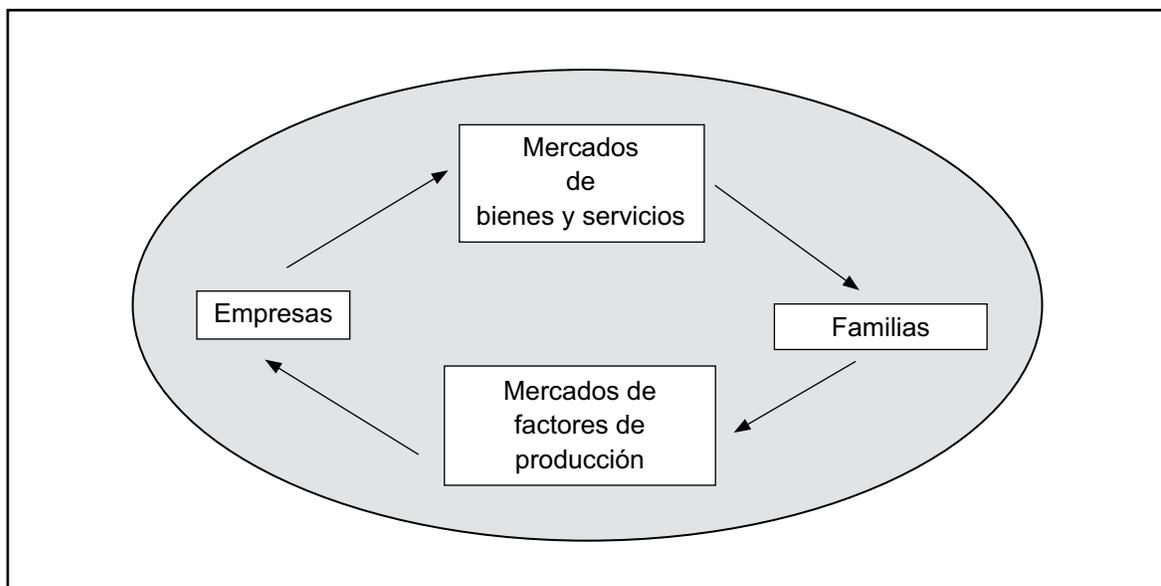
los ciclos de materiales en la economía humana, analiza las discrepancias entre el tiempo económico y el tiempo biogeoquímico, y estudia también la coevolución de las especies con los seres humanos. De esta manera, el objeto básico de estudio es la sostenibilidad ecológica de la economía, sin recurrir a un solo tipo de valor expresado en un único numerario. Por el contrario, argumentan Martínez Alier y Roca (2001), la economía ecológica abarca la economía neoclásica ambiental y la trasciende al incluir también la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana. No obstante, en las últimas décadas ha renacido el debate entre los seguidores de estas dos pers-

pectivas de la economía. Esencialmente, esta controversia ha girado en torno a uno de los supuestos utilizados en el análisis económico neoclásico para la asignación de recursos: la sustituibilidad perfecta entre capital y recursos naturales.

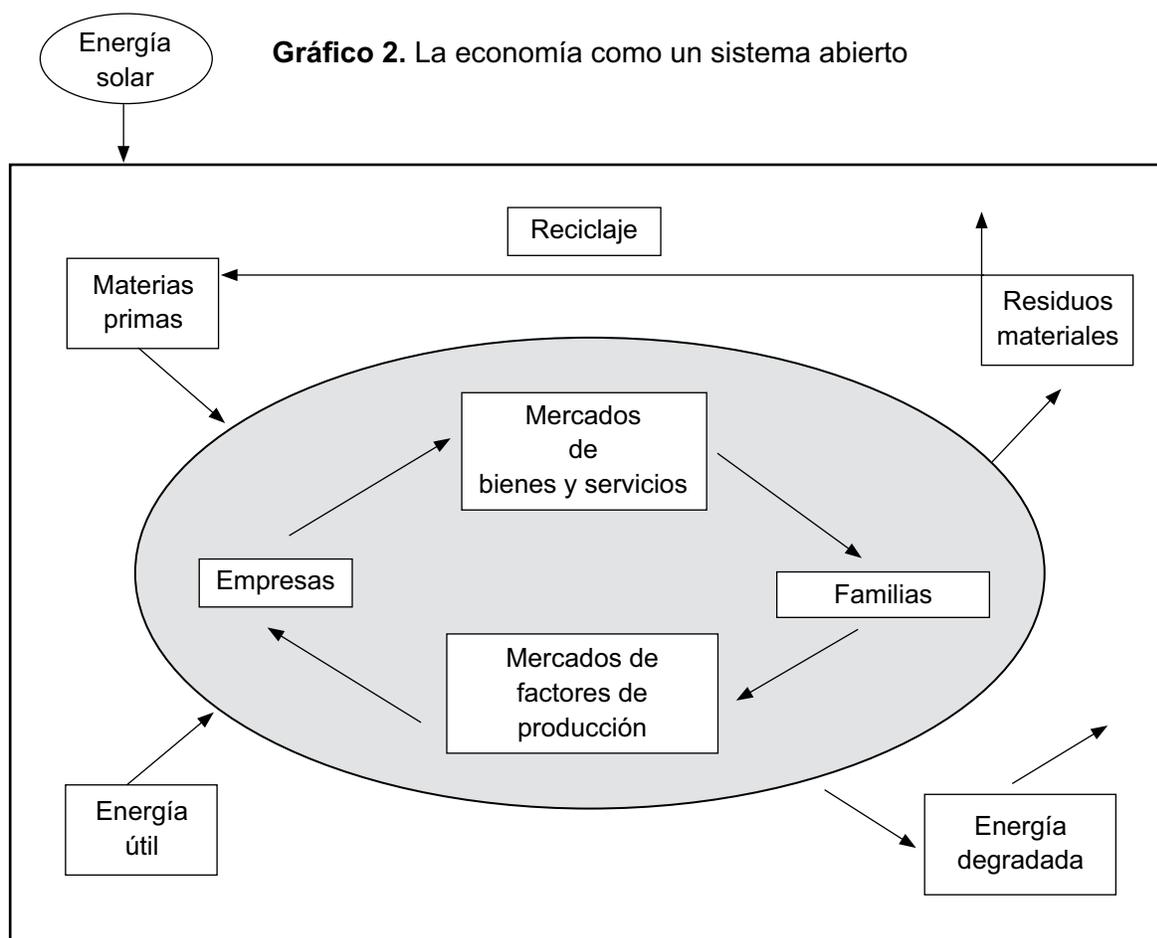
4. EL NUEVO DEBATE ENTRE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA Y LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Como se ha planteado antes, el debate entre estas dos visiones de la economía ha cobrado gran fuerza en años recientes. El eje central de este debate es el supuesto de sustituibilidad perfecta entre capital y recursos naturales (Van Kooten y Bulte

Gráfico 1. La economía como un sistema cerrado



Fuente: Martínez Alier y Roca (2001)



Fuente: Martínez Alier y Roca (2001)

2000). En particular, estas perspectivas se han enfrentado en torno al concepto de sostenibilidad, dado que éste es un concepto de gran complejidad. Así, son dos las grandes posiciones enfrentadas. En primer lugar, está la posición que se conoce como "sostenibilidad débil", la cual tiene sus raíces en la economía neoclásica y tiene dos características básicas: 1. La complejidad de funciones que tiene el

patrimonio natural tiende a diluirse en un agregado que es el capital natural y, 2. Se suponen enormes posibilidades de sustituir capital natural por capital manufacturado. Esta última, como ya se ha mencionado antes, es el eje del debate hoy entre estas dos visiones acerca de la interacción entre el mundo físico y el mundo económico.

En segundo lugar, está la "sostenibilidad fuerte", asociada a la perspectiva de la economía ecológica, que destaca las funciones diversas, y en muchos aspectos insustituibles, del patrimonio natural. Ahora, es a partir de esta última posición que se discuten los indicadores físicos de sostenibilidad.

4.1. El paradigma neoclásico: la sostenibilidad débil

Autores como David Ricardo y Malthus se habían preocupado por las consecuencias de la limitación del recurso "tierra", el cual acabaría, según estos autores, conduciendo a una situación de estancamiento económico. Más tarde tales preocupaciones se dejaron totalmente a un lado, aparentemente refutadas por los hechos, dado el gran aumento de la producción agraria que se daría más adelante (Martínez Alier y Roca, 2001). Así, durante las décadas de 1950 y 1960, desde la economía estándar, se olvidó por completo del papel de los recursos naturales en la economía. En este sentido, los modelos de crecimiento económico develaban la ausencia de los recursos naturales como un insumo y un exagerado optimismo en términos del papel del progreso tecnológico, con lo cual se predecían altas tasas de crecimiento del consumo per cápita³. Ahora bien, es sólo después de la primera crisis del pe-

tróleo y luego de conocer las proyecciones pesimistas de Meadows (1972) que aparecen contribuciones desde la corriente neoclásica que extendían el modelo de crecimiento tradicional para incorporar los recursos naturales. Entre estos estaban modelos planteados por Solow (1974), Dasgupta y Heal (1974), Stiglitz (1974a, 1974b) y Hartwick (1977).

En general, el punto de vista neoclásico actual plantea que a medida que los recursos naturales son escasos, sus precios relativos se incrementan, lo cual lleva a la conservación y a la sustitución hacia recursos alternativos y al desarrollo y uso de nuevas tecnologías. El incremento de los precios relativos causa una sustitución de aquellos recursos que se están volviendo escasos. Los neoclásicos subrayan la evidencia empírica para indicar que lo que ha sucedido en el pasado continúa hoy (Correa, 2004). Igualmente, la perspectiva neoclásica se basa en la idea de que la elasticidad de sustitución entre el capital natural y el capital reproducible es alta –algunos neoclásicos más ortodoxos incluso han llegado a sugerir que es infinita–. Estos economistas establecen que hay dos posibilidades para el sostenimiento del crecimiento económico: primero, hay una probabilidad de sustituibilidad entre capital reproducible y recursos no renovables de modo que el crecimiento económico

pueda ser sostenido mientras se genera una continua disminución en el stock de los recursos no renovables⁴; segundo, el cambio tecnológico permitirá que la sociedad aumente la confianza en la sustitución de unos recursos naturales por otros de la misma clase, así como en el avance en la sustitución de recursos no renovables. Sin embargo, la articulación entre la evidencia del pasado y las proyecciones futuras es un tema controversial entre estas dos perspectivas. En este sentido, basado en las tendencias históricas y actuales, Simon (1996) no considera que el crecimiento de la población haya sido un problema, mientras que otros autores consideran, a partir de los mismos datos, que el crecimiento de la población es la principal amenaza al ambiente y al desarrollo sostenible.

De otro lado, muchos economistas plantean que ha habido pocas extinciones de especies que estén documentadas. La respuesta frente a esto, desde la visión ecológica, es que el pasado no es la guía hacia el futuro. Sin embargo, Simon (1996) afirma que "en la ausencia de otra información, el pasado es una guía confiable para el futuro". Por tanto, los diversos puntos de vista con respecto al futuro son evidentes. Un ejemplo de ello es el debate alrededor de la hipótesis de la *curva ambiental de Kuznets* (Correa, 2004). Esta hipótesis plantea que la relación entre el

nivel de ingresos y calidad ambiental tiene forma de *U* invertida. Así, se afirma que en niveles de bajos ingresos la degradación del medio ambiente aumenta hasta un *punto umbral* donde el deterioro ambiental se detiene para luego disminuir a medida que el nivel de actividad económica, y por tanto el nivel de ingresos, se incrementa. De esta manera, tal hipótesis ha llevado a algunos investigadores a especular que puede ser posible crecer por fuera de los problemas ambientales (Van Kooten y Bulte, 2000).

En resumen, el mensaje básico de la economía neoclásica es que el agotamiento de capital natural no representa ningún problema para la posibilidad de un consumo sostenido, e incluso de un crecimiento exponencial del consumo –que

En general, el punto de vista neoclásico actual plantea que a medida que los recursos naturales son escasos, sus precios relativos se incrementan, lo cual lleva a la conservación y a la sustitución hacia recursos alternativos y al desarrollo y uso de nuevas tecnologías.



se identifica con un mayor bienestar—, siempre que se suponga un grado elevado de sustituibilidad entre capital natural y capital manufacturado, además de que se tenga la confianza de que habrá un progreso técnico. Así, lo importante no es conservar, según la economía estándar, el capital natural sino mantener un stock de capital total que permita que no disminuya el consumo (Pearce y Turner, 1995). Según la perspectiva neoclásica, para asegurar que el stock de capital se mantuviera constante, bastaría que en los modelos de crecimiento económico se aplicara la *regla de Hartwick*, según la cual todos los ingresos que se deriven de la propiedad de los recursos naturales deberían invertirse en acumular capital manufacturado⁵.

4.2. La sostenibilidad fuerte: el paradigma ecológico

Para los seguidores de la economía ecológica, la posición esbozada desde la economía neoclásica tiene dos problemas básicos: en primer lugar, la economía estándar sólo considera una de las funciones económicas de los recursos naturales: la de brindar recursos para la actividad de producción. En este sentido, la economía ecológica plantea que el mayor o menor grado de sostenibilidad de una economía depende no sólo de conservar esta función, sino también de mantener otros

servicios ambientales que proporciona el medio ambiente. No existe proceso productivo que permita reproducir recursos naturales de los que los individuos también obtienen utilidad y que, además, valoren más en el futuro (Martínez Alier y Roca, 2001). Igualmente, no hay procesos productivos que reemplacen funciones ambientales como la regulación del ciclo de carbono, la regulación hidrológica, el abastecimiento de agua, la formación de suelos y el control de la erosión.

En segundo lugar, se plantea que el modelo neoclásico no logra mostrar la relación entre el medio ambiente y la actividad económica, en la medida que no hace ninguna referencia al rol que los diversos tipos de recursos naturales juegan en las actividades económicas. Martínez Alier y Roca (2001) exponen que aunque los modelos de análisis sean abstractos, ellos deben dar percepciones adecuadas sobre los problemas que requieren discutir.

Así, autores como Daly y Cobb (1994), entre otros economistas, se inclinan a favor de la sostenibilidad fuerte por varias razones. Primero, algunos recursos naturales son esenciales para la producción, y su pérdida puede constituir un evento catastrófico. Segundo, aun para los procesos de producción donde el capital natural no es todavía un ingrediente esencial, la sustituibilidad declina a medida que los stocks

de recursos son agotados. Finalmente, estos economistas argumentan que no hay sustitutos para muchos recursos naturales, especialmente los recursos silvestres donde la elasticidad de sustitución entre capital manufacturado y recursos naturales es cero debido al carácter único de algunas formas de capital natural. La implicación es que ciertos stocks de capital natural *crítico* deben ser conservados, sin consideración del costo de oportunidad que esto genera.

Por otra parte, la posición planteada desde la economía ecológica disminuye el rol de los precios y del cambio tecnológico. En esta visión, los precios son considerados señales imperfectas de la escasez del recurso debido a las imperfecciones del mercado –por el poder de las grandes compañías, el poder de los gobiernos propietarios de los recursos o porque los efectos ambientales de la extracción del recurso no son reflejados en el precio del recurso–. Asimismo, los precios no capturan los intereses de las generaciones futuras, tan sólo reflejan las condiciones en el margen y, por tanto, no pueden ser usados para valorar stocks completos del recurso natural. Van Kooten y Bulte (2000) afirman que no se puede confiar en los precios para señalar la escasez porque los propietarios de recursos tienen, probablemente, un punto de vista demasiado

optimista del cambio tecnológico. Así, ellos continuarán ofreciendo recursos naturales, aunque su escasez se agudice, por miedo a que el cambio tecnológico los lleve a tener precios más bajos en el futuro. Además, los horizontes de tiempo de los propietarios privados de los recursos son demasiado cortos para conducir a un uso sostenible del recurso. Así, el horizonte de corto plazo causa una excesiva oferta de recursos naturales, en la medida que los precios disminuyen. De esta manera, puede plantearse que el punto de vista ecológico es pesimista acerca de la contribución futura del cambio tecnológico, el cual es considerado demasiado incierto para confiar en la resolución de los problemas ambientales.

Una implicación para la gestión de recursos, desde la perspectiva de la economía ecológica, es que no es el capital manufacturado el que debe ser mantenido, sino que ambos capitales deben ser mantenidos de forma independiente. Sin embargo, aún dentro de la tradición de la *sostenibilidad fuerte* hay diferentes puntos de vista con respecto al tema de si el capital natural es más amplio que una simple categoría. Algunos invocan por el mantenimiento separado de cada elemento del stock de capital natural, o de todos los componentes y las relaciones estructurales entre ellos. Otro punto de vista establece que

únicamente los elementos críticos específicos del stock de capital natural deben ser protegidos, mientras que se permite la sustitución entre otros (Barbier y Markandya, 1990). Cuando es permitida la sustitución entre dos diferentes subclases de capital natural se encuentra, en muchos casos, un problema de agregación. Por tanto, se debe preguntar ¿Es significativo agregar stocks de peces, biodiversidad y recursos agotables en unidades físicas? ¿Deben ser usadas unidades monetarias en vez de unidades físicas?

Finalmente, debe decirse que el punto de vista ecológico ha estado influenciado por los desarrollos de la biología y la ecología. El interés acerca del fallecimiento (biológico, meteorológico) de los sistemas naturales es un tema común en la literatura de la biología y la ecología, y está en el centro de la perspectiva de la sostenibilidad fuerte. Este punto de vista recomienda políticas públicas como control de población, regulación e incentivos para prevenir la pérdida de especies, acuerdos para limitar el comercio de especies amenazadas y en peligro de extinción, acuerdos internacionales para reducir las emisiones de CO₂, restricciones sobre el libre comercio y otras políticas intervencionistas similares.

5. CONCLUSIONES

Desde la primera mitad del siglo XX aparecieron pensadores que pusieron en tela de juicio los principios y bases físicas de la economía estándar. No obstante, Las reflexiones teóricas de autores como Soddy y Podolinsky no se tuvieron en cuenta en su época, por parte de la economía ortodoxa. Ahora, a medida que ha transcurrido el tiempo, ha sido más evidente que la economía neoclásica ha estado fallando en el análisis que ha establecido para estudiar la relación economía-naturaleza. Frente a las evidencias acumuladas, ha comenzado a desarrollarse una nueva visión: *la economía ecológica*. En este nuevo enfoque se encuentran las bases de una nueva forma de ver la relación entre el mundo natural y el mundo económico y el rol que pueden jugar las sociedades en su preservación o destrucción. El nacimiento formal de esta visión se da en la década de 1980 entre un grupo de académicos que comprendieron que los avances en la política ambiental, así como la protección del bienestar de las generaciones futuras, dependían de la integración de estos campos del pensamiento.

Ahora, las críticas de la economía ecológica sobre la economía convencional se centran, en general, en dos aspectos básicos de la economía ambiental: 1. el

juicio de valor de que los problemas ambientales deben analizarse con el criterio del bienestar y, 2. la concepción de que se puede partir del análisis de problemas individuales en la búsqueda de la determinación de criterios para orientar la gestión económica de los recursos naturales. En primera instancia, tratándose de un juicio de valor, hay múltiples posibilidades, entre las que se incluye que el medio ambiente puede tener un valor objetivo. En este sentido, Naredo propone *la exergía* como medida objetiva que equipara todas las potencialidades termodinámicas de un fluido físico. Así, a partir del conocimiento de los costos exergéticos o termodinámicos es posible dar una base o medida objetiva para el proceso de formación de los costos monetarios en los sistemas térmicos, conociendo sólo los precios de los recursos energéticos y de las materias primas, así como los costos del capital involucrado en el diseño y mantenimiento de todos sus componentes.

Finalmente, el debate entre la economía ecológica y la economía neoclásica ha cobrado gran fuerza en años recientes. Esencialmente, este debate ha girado en torno al concepto de sostenibilidad. En este sentido, la conclusión central que se deduce desde la perspectiva de la economía ecológica es que para garantizar la sostenibilidad del desarrollo económico no es el capital manufacturado el que debe ser mantenido, sino que ambos capitales –natural y manufacturado– deben ser mantenidos de forma independiente.

Sin embargo, aún dentro del paradigma de la tradición de la *sostenibilidad fuerte* hay diferentes puntos de vista en relación con tema de si el capital natural es más amplio que una simple categoría. Algunos invocan por el mantenimiento separado de cada elemento del stock de capital natural, o de todos los componentes y las relaciones estructurales entre ellos. Otro punto de vista establece que únicamente los elementos críticos específicos del stock de capital natural deben ser protegidos, mientras que se permite la sustitución entre otros.

■ BIBLIOGRAFÍA

- BARBIER, E., MARCANDYA, A., (1990). "The condition for achieving environmentally sustainable development", *European Economic Review*, No. 34, pp. 659-669.
- CORREA R., Francisco, (2004). "Economía de la sostenibilidad: perspectivas económicas y ecológicas", *Ensayos de economía*, Vol. 14, No. 24, pp. 60-91.

- DALY, Herman, (1996). *Beyond Growth*, Boston, Beacon Press.
- GEORGESCU, Roegen, N., (1971). *The entropy Law and the Economic Process*, Cambridge- Mass, Harvard University Press.
- HARTWICK, John, (1977). "Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources", *American Economic Review*, Vol. 67, No. 5, pp. 972-974.
- MARTÍNEZ Alier, Joan, (editor), (1995). *Principios de economía ecológica*, Madrid, Fundación Argentaria.
- MARTÍNEZ Alier, Joan, ROCA, Jordi, (2001). *Economía ecológica y política ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica, segunda edición.
- NAREDO, José Manuel, (1996). "Los recursos naturales y la ciencia económica", En: José Manuel Naredo, *La economía en evolución*, Madrid, editorial siglo XXI, segunda edición.
- NAREDO, José Manuel., VALERO, Antonio, (dirs.), (1999). *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria.
- NAREDO, José Manuel., VALERO, Antonio, (1989). "Sobre la conexión entre termodinámica y economía convencional", *Revista ICE*, junio-julio.
- PEARCE, David, TURNER, Kerry, (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Madrid, Celeste Ediciones.
- PODOLINSKY, S. A., (1995). "El trabajo del ser humano y su relación con la distribución de la energía" En: Joan Martínez Alier, (editor), *Principios de economía ecológica*, Madrid, Fundación Argentaria.
- ROLL, Eric, (1996). *Historia de las doctrinas económicas*, cuarta edición, México, Fondo de Cultura Económica.
- SIMON, J., (1996). *The Ultimate Resource 2*, Princeton, New York, University Press.
- SODDY, Frederick, (1995). "Economía cartesiana: la influencia de la ciencia física en la administración del Estado", en: Joan Martínez Alier, (editor), *Principios de economía ecológica*, Madrid, Fundación Argentaria.
- SOLOW, Robert, (1974). "Intergenerational Equity and Exhaustible Resources", *Review of Economic Studies*, No. 41, Symposium, pp. 29-45.
- STIGLITZ, Joseph, (1974a). "Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths", *Review of Economic Studies*, No. 41, Symposium, pp. 123-137.
- STIGLITZ, Joseph, (1974b). "Growth with exhaustible natural resources: the competitive economy", *Review of Economic Studies*, No. 41, Symposium, pp. 139-152.
- VALERO, Antonio, *et al*, (1986). *A general theory of exergy saving*, ASME book, no.40341C, WAM-186, AES.
- VAN Kooten P., BULTE, J., (2000). *The Economics of Nature: managing biological assets*, Great Britain, Blackwell Publishers, 550 ps.

■ NOTAS

- 1 La termodinámica es la rama de la Física que se ocupa de estudiar los fenómenos relacionados con la energía. A su vez, las leyes (o principios) de la termodinámica son dos: 1. Ley de conservación de la energía, la cual postula que la energía no se crea ni se destruye, sino que solamente se transforma. Este principio permite recurrir a la técnica del balance para comprobar, con la estimación de saldos, las mediciones directas en el seguimiento de las transformaciones de la energía. 2. La Ley de la entropía, que señala el sentido hacia el que fluye la energía, indicando que todas sus transformaciones conllevan pérdidas de calidad: la cantidad de energía se conserva en sus transformaciones, pero la energía utilizable con respecto a algún referente, llamada también energía, tiende siempre a disminuir. Para profundizar en el estudio de las leyes de la termodinámica ver Valero (1986).
- 2 Georgescu-Roegen estudió matemática estadística en las universidades de Bucarest y la Sorbona y estudió economía durante tres años en Harvard, como alumno de Joseph Schumpeter.
- 3 Incluso algunos modelos propuestos de la década de 1950 planteaban que aún sin cambio técnico sería posible un crecimiento exponencial sin límite que permitiría un consumo constante para una población creciente. Según Martínez Alier y Roca (2001), la única condición que establecían estos modelos es que la acumulación de capital –inversión neta– debería aumentar al mismo ritmo que la población y la fuerza de trabajo, de modo que no disminuyera la relación capital/producto.
- 4 En el caso de recursos como el petróleo, esto puede ser verdad si las economías llegan a confiar más en el transporte público y si se aumenta la demanda por vehículos más eficientes en la utilización de combustible (Correa, 2004).
- 5 En particular, Hartwick (1977) demuestra que el logro de un sendero de consumo constante per cápita (el cual sería compatible con la definición de sostenibilidad) resulta cuando el total de la renta de escasez de un recurso natural no renovable es invertido en capital.