

# Una propuesta de formación de precios para la economía ecológica, mediante un sistema de equilibrio general

A price formation proposal related to ecological economics through a general equilibrium system

Iván A. Montoya<sup>1</sup> y Luz Alexandra Montoya<sup>2</sup>

## RESUMEN

Los principales enfoques conceptuales en Economía Ambiental suelen provenir de orientaciones epistemológicas que privilegian el análisis de *trade-off* entre el empleo marginal de recursos y sus costos de recuperación; sin embargo, dificultan procesos de recurrencia o circularidad como la producción limpia o el empleo de subproductos en un sistema productivo complejo. La utilización de un modelo clásico para la determinación de precios en equilibrio general, originado por los trabajos de Piero Sraffa, puede constituirse en una interesante alternativa conceptual para concebir la formación de precios en un enfoque enriquecido y alterno, que permita incluir la problemática ambiental en el análisis económico, pues facilita la recolección de información sobre la realización de procesos y actividades con recurrencia. El objetivo del documento es proponer un sistema de precios en equilibrio general clásico y sugerir la valoración de bienes y servicios ambientales mediante el uso de rentas diferenciales. La metodología incluye revisión de fuentes bibliográficas, formulación de la pregunta de investigación, identificación de modelos alternativos teóricos relevantes a la pregunta y realización de una propuesta teórica en los términos del objetivo propuesto.

**Palabras clave:** precios, estudios ambientales, economía clásica.

## ABSTRACT

The main conceptual approaches in Environmental Economics often come from epistemological considerations related with a trade-off analysis between marginal utilization of resources and its abatement costs. However, this protocol offers some difficulties in order to include recurrence processes, clean production circularity or the use of wastes in a complex productive system. The use of a classic model for price formation (general equilibrium) originated by the works of Piero Sraffa's can be an interesting conceptual alternative to conceive price formation allowing for environmental concerns in an economic analysis since it facilitates the collection of information on the process implementation and recurrence activities. The objective of this report is to propose a price system in a classic general equilibrium, and to suggest the valuation of environmental goods and services through the use of income differential. The methodology used includes a bibliographic review, the formulation of a research question, the identification of alternative theoretical models and the elaboration of a theoretical proposal.

**Key words:** prices, environmental studies, classical economics.

## Introducción

### Justificación

El deterioro ambiental del planeta y la dificultad de mantener como mejor explicación el actual enfoque distributivo, propuesto por las aproximaciones económicas más ortodoxas, con un impacto favorable en el empleo, recuperación y asignación de los recursos naturales, sugiere la necesidad de replantear el papel de la ciencia económica

en la sociedad hacia nuevas visiones y herramientas, las cuales favorezcan un uso viable, racional y distributivo de los recursos, con base en el largo plazo. Resaltan como principales problemas en los últimos años la manera como las empresas desaprovechan buena parte de los insumos en sus procesos; la disponibilidad cada vez más limitada de materias primas y diversidad; el aumento de emisiones y la necesidad creciente por alimentos y productos de mayor valor agregado para nuevas clases consumidoras. La per-

Fecha de recepción: 3 de marzo de 2008. Aceptado para publicación: 5 de noviembre de 2008

Este artículo se elaboró dentro de la línea de investigación sobre Economía Ambiental, Ecológica y Medio Ambiente, del grupo de investigación Biogestión y se fundamenta en trabajos previos sobre el tema. [www.biogestion.unal.edu.co](http://www.biogestion.unal.edu.co)

<sup>1</sup> Profesor asociado, Grupo de investigación Biogestión, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [iamontoyar@unal.edu.co](mailto:iamentoyar@unal.edu.co)

<sup>2</sup> Profesora asociada, Grupo de investigación Biogestión, Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [lamontoyar@unal.edu.co](mailto:lamontoyar@unal.edu.co)

cepción creciente es que el crecimiento económico no va a resolver esta problemática (Montoya *et al.*, 2004; Montoya y Montoya, 2007).

Según Pauli y Capra (1995), la supervivencia de la humanidad y del planeta está en peligro. Para ellos, el interés sobre lo ambiental ya no es un tema aislado, y se convierte en el contexto de todo lo demás, "... de nuestras vidas, nuestros negocios y nuestra política". Aciertan al decir que hoy en día se encara toda una serie de problemas globales que están afectando la biosfera y la vida humana de manera alarmante, que más temprano que tarde se volverán irreversibles.

Por su parte, Hernández Celis (2003) sugiere que los dramáticos cambios climáticos, sociales y culturales, observados particularmente en la segunda mitad del siglo XX, empiezan a explicarse por correlaciones existentes entre el modelo de desarrollo eminentemente acumulativo fundado en el individualismo metodológico, y el ecosistema global. Para el autor, la Economía Ecológica puede emerger como una disciplina con una aproximación epistemológica diversa, y por tanto heterodoxa, para incluir la problemática ambiental en el análisis económico.

## Objetivo

A partir de revisión de literatura en Teoría Económica, Economía Ambiental y en Economía Ecológica, se formuló como pregunta de investigación si resultaba posible presentar alguna alternativa conceptual a los modelos de oferta y demanda, y compatible con los supuestos de la Economía Ecológica, que permita concebir la formación de precios en equilibrio general, y que a su vez ofrezca posibilidades para la valoración de bienes y servicios ambientales.

El objetivo del presente trabajo es el de proponer un sistema de equilibrio general clásico de los precios, que resulte útil para la valoración de bienes y servicios ambientales mediante el uso de rentas diferenciales, y articular dicho sistema para que ofrezca una alternativa conceptual que permita reflejar mejor la problemática del mundo real del desaprovechamiento de producción en un sistema económico.

## Definiciones

### ***Economía Ecológica***

Según Constanza (1991), la Economía Ecológica ha sido definida como la ciencia y la gestión o dirección de la sostenibilidad. Martínez-Alier *et al.* (1998) la conciben como el estudio y valoración de la (no) sostenibilidad. En sus variadas definiciones, esta nueva disciplina se orienta a las

relaciones entre los ecosistemas y los sistemas económicos en un sentido amplio, según afirma Constanza (1997). Por su parte, Jiménez Herrero (1997) pone de relieve el propósito de la disciplina en el ámbito de la política y la gestión, de corte más normativo, al sugerir que consiste en la combinación entre Economía Aplicada y Ecología Aplicada.

Burkett (1999, 2006, 2007) señala de manera clara que la Economía Ecológica es una nueva forma de estudiar la relación entre naturaleza y sociedad, enriquecida por múltiples problemáticas que hacen de este campo uno eminentemente dinámico:

1. Las relaciones coevolutivas entre sociedad y naturaleza: la suposición ortodoxa económica, según la cual el capital natural o la naturaleza es la fuente y es condición para el desarrollo humano, descansa en una concepción de reduccionismo energético (el cual supone que la posibilidad de producción y aprovechamiento de energía de un sistema se explica solamente por la suma de las posibilidades de sus componentes) y conduce a la valoración de la naturaleza en términos del mercado. Esta suposición evita las interacciones bioquímicas y termodinámicas existentes.
2. La no convexidad entre capital natural y capital "manufacturado": normalmente se considera que existe sustituibilidad entre estas dos nociones de capital. La propuesta de Burkett es la de considerar una gestión de ecosistemas más que una acumulación de capital sostenible.
3. Debido al reduccionismo energético, no se relacionan a profundidad las crisis de acumulación causadas por impactos ambientales o las crisis ambientales ocasionadas por el desarrollo de capital.
4. El papel de la mano invisible frente a las actividades de coordinación, esto es, la confianza inmensa de la ortodoxia en la mano invisible, frente a las posibilidades que ha mostrado el desarrollo de comunidades autosostenibles.
5. El papel de los mercados libres frente a la labor de los mercados locales o solidarios.
6. El papel del conocimiento vernáculo tácito y la necesidad de una ciencia posnormal que armonice las relaciones tradicionales sociales como formas para la reproducción y el desarrollo humano.

7. La contradicción visible entre división del trabajo competitivo de las regiones y la diversificación cooperativa de labores y comunidades. Al respecto Burkett menciona cómo el ejercicio del trabajo competitivo como único elemento conduce a la monoproducción en las regiones.
8. La necesidad de establecer ritmos compatibles con los ciclos de los ecosistemas: en las teorías más ortodoxas el tiempo opera como una restricción en la producción; esta concepción va más allá de las posibilidades de la naturaleza.
9. La necesidad de incluir las relaciones comunales como capital social o como nuevas formas de configuraciones para favorecer el autodesarrollo humano. Burkett muestra que el capital social es la válvula cuando se suceden las crisis de acumulación; por lo que sugiere el ejercicio de repensar nuevas formas de *governance* alternativas, independientes.

Parte de la problemática en Economía Ecológica y en otras disciplinas científicas, como las ciencias de gestión, consiste en la limitación clara de su objeto, métodos y prácticas propias, y de la existencia de una comunidad congregada en torno a la discusión de tales asuntos (Gribbins y Hunt, 1978). Así, en Economía Ecológica estos retos conducen a reconocer las particularidades de su objeto de estudio, como también la identificación de discrepancias o complementariedades con la Economía de los Recursos Naturales y la Economía Ambiental (de corte más neoclásico), y la delimitación del sistema de interés que aborda (Montoya y Montoya, 2007).

Para Cárdenas (2005), la Economía Ecológica tiene un afán consistente en abordar la coevolución e interrelación mutua entre el hombre y la naturaleza y, en concreto, la interacción más cercana al ámbito de la satisfacción de los deseos y necesidades próximos al entorno socioeconómico. Este propósito, afán o sentido teleológico puede resumirse, para el autor, en que la Economía Ecológica pretende construir y está a la búsqueda de formular la estrategia y gestión del desarrollo sostenible más apropiada para el conjunto de la humanidad. Así, la Economía Ecológica exhibe un relativo alto interés sobre aquellos temas que conciernen a la justicia social y a la equidad, tanto *intra* como *intergeneracional*. En su crítica, Cárdenas (2005) atribuye este interés fundamentalmente al intento en Economía Ecológica de trascender y prescindir del amplio repertorio de métodos convencionales de decisión entre opciones alternativas, próximos a la valoración costo/

beneficio de cualquier análisis económico convencional (Montoya y Montoya, 2007).

Con estas argumentaciones, la riqueza en el objeto de estudio de la Economía Ecológica se enfoca en la búsqueda de cuadros alternativos para cuestiones no resueltas en el marco conceptual de la Economía Neoclásica (Castells, 2005), o que no tienen cabida en ella, dados los supuestos que la última asume. También enriquece el concepto de sistema que posee, pues logra poner en evidencia que las relaciones entre Economía y Naturaleza no se pueden resolver en el marco cerrado de los objetos económicos. Según Herrera (2000), el concepto de sistema en Economía Ecológica facilita una representación relacional de fondo del mundo económico, que sirve de argumento para rebatir la aproximación cerrada a los valores económicos de la economía estándar.

En resumen, la Economía Ecológica posee una perspectiva heterodoxa con la cual propone una nueva valoración de los recursos, alternativas en las evaluaciones que pueden llegar a resultar inconmensurables, en la elección de tecnologías y diseño de modelos de producción y consumo, y en la integración integral de criterios (Barkin, 2007).

### ***La Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales***

La Economía Ambiental trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la Economía Neoclásica<sup>3</sup>, para favorecer la toma de decisiones sobre el uso de recursos valiosos. Por su parte, el estudio de la naturaleza en su papel como productora de materias primas se denomina Economía de los Recursos Naturales y valora el estudio del impacto de la actividad económica en la calidad en el mundo natural. La Economía de los Recursos Naturales presenta como aspectos particulares la precisión entre recursos renovables y no renovables, y la trascendencia de la diversidad de especies y recursos y su dependencia del tiempo para hacerse renovables (Field y Azqueta, 1996).

<sup>3</sup> Los supuestos tradicionales de la Economía Neoclásica hacen referencia a que los agentes se consideran individualmente y se les atribuye que disponen de preferencias racionales con un criterio de maximización. También se alude que los agentes actúan independientemente, con fluidez en la asignación de recursos, información completa y simétrica. Finalmente se concibe que el comportamiento económico es el agregado de los comportamientos individuales de los agentes. Por su parte, la Economía Ambiental privilegia el análisis de *trade-off* entre el empleo marginal de recursos y sus costos de recuperación, conceptos que hacen las veces de funciones de oferta y demanda en Economía Neoclásica.

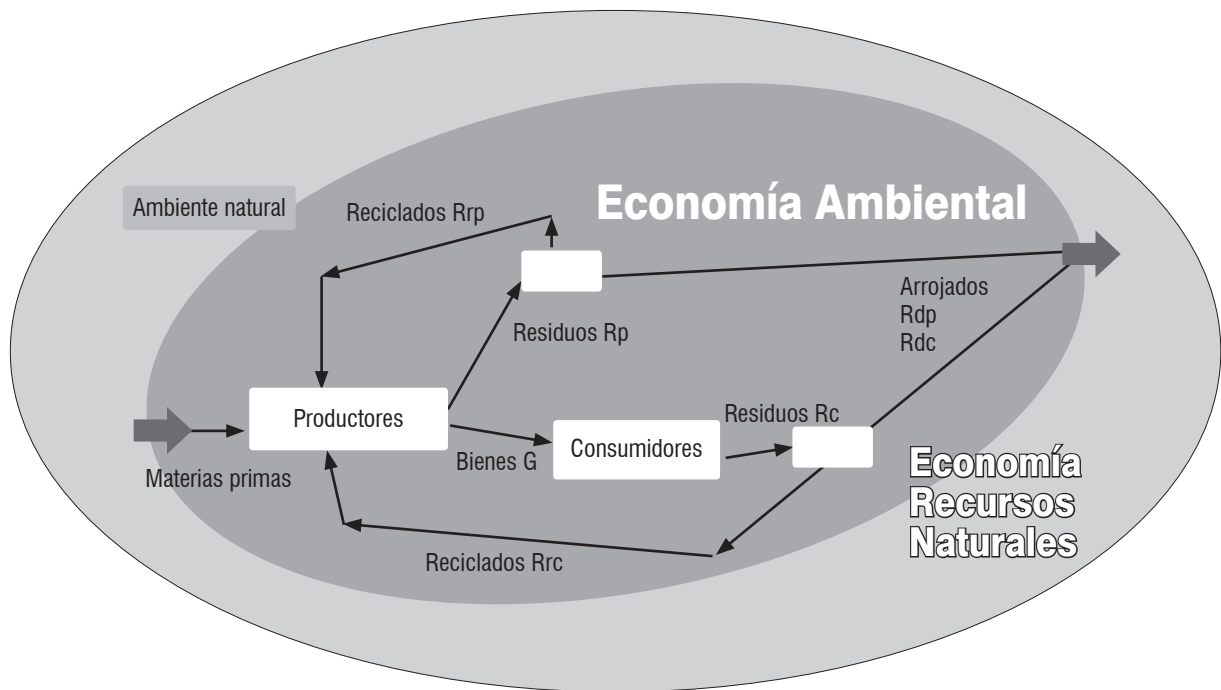
La delimitación del sistema de actividades de la Economía Ambiental se establece por dentro de los límites de la actividad económica, mientras que la Economía de los Recursos Naturales se instaure como aquella que envía insumos y recibe productos de la primera. El estudio de ambos sistemas, desde una aproximación epistemológica amplia, y la posibilidad de una causalidad circular entre ellos, se propone por los autores que se constituya en un objeto para la Economía Ecológica, el cual puede ensancharse hacia el complejo mundo de interacciones de la sociedad involucrada, mediante mecanismos de participación social comunitaria (Montoya y Montoya, 2007).

En la figura 1, las materias primas (M) equivalen a los residuos arrojados al ambiente natural de los productores (Rdp) y de los consumidores (Rdc), una vez realizadas las acciones en el marco de la Economía Ambiental. Esta se entiende como la primera ley termodinámica en Economía Ambiental (Field y Azqueta, 1996).

Por otro lado, la agregación de los residuos arrojados al ambiente natural, de los productores (Rdp) y de los consumidores (Rdc) debe equivaler a la agregación algebraica de los bienes (G) más los residuos de los productores (Rp) menos la suma de los residuos reciclados de los productores (Rrp) y de los consumidores (Rrc) (Field y Azqueta, 1996).

Con este marco conceptual, en Economía Ambiental se concibe el pago a bienes o servicios como aquel asociado a la actividad que realiza un agente dentro de procesos productivos. Una parte importante de la problemática en cuanto al valor de recursos y servicios ambientales consiste en valorar las posibilidades presentes y futuras que los recursos puedan ofrecer, como valores de opciones. Otra forma de cuantificar tales servicios consiste en los asociados a manejo, regeneración y mantenimiento del potencial natural futuro de tales bienes (Montoya y Montoya, 2007).

Con el marco conceptual de la Economía Neoclásica, algunos de los métodos más destacados para valoración de costos ambientales están asociados a actividades de *valoración contingente o hipotética*, la cual formula cuestionamientos para reconocer cuánto está dispuesto un agente a pagar por un recurso y la compensación que aceptaría, suponiendo fluidez en la sustitución de factores. En este tipo de valoración lo más importante quizás consiste en que los agentes juzgan con base en sus percepciones, sin embargo se ejerce una actividad de desvaloración del sistema natural. Otra herramienta consiste en la valoración mediante *costos de viaje*, la cual procura determinar la demanda de un lugar recreativo en términos del índice de visitas, como una función de múltiples variables (costos de llegada, de recreación y sociales) y procesos de estimación econo-



**FIGURA 1.** La delimitación sistémica de la Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Los cuadros en blanco corresponden a nodos de decisión restringidos tecnológicamente, que diferencian entre las posibilidades de arrojar al ambiente natural o reciclar.  
Fuente: Field y Azqueta (1996).

métrica. Uno de los métodos más sencillos considerados consiste en la precisión de costos a partir de su valoración mediante *bienes sustitutos*, mientras que los *precios hedónicos* aprecian los efectos que una variable objeto de estudio tiene sobre el precio de un bien de mercado. Existen otros métodos indirectos como los de estimación de cambios en la productividad, los costos de reemplazamiento, los costos preventivos en los cuales incurren los agentes para evitar o disminuir el daño causado por impactos ambientales, y la valoración de los efectos de la contaminación o degradación sobre la salud, vía pérdida de ingresos netos para los agentes, o por los costos médicos de atención (Montoya y Montoya, 2005).

En estas disciplinas se incorpora la naturaleza dentro de funciones lineales y se privilegia el análisis de balances o *trade-offs* entre el empleo marginal de recursos y sus costos de recuperación. Esta estrategia limita la modelación de procesos de recurrencia, la posibilidad de enunciar comportamientos complejos de los sistemas naturales, así como también la inclusión de las variables explicativas que hacen parte del entramado de relaciones naturaleza-producción y de la formación de incentivos para la conservación y/o la renovación de recursos. En síntesis, limita y desvaloriza el acervo de recursos que ofrece la naturaleza.

Es sobre la base de esta exploración teórica que se hace necesario propiciar una reflexión asociada a herramientas que contribuyan a discernir sobre la asignación y gestión de los recursos naturales, tema que constituye una de las principales agendas de investigación de la comunidad científica propia de la disciplina, con una proyección más interdisciplinaria y metodológicamente plural (Montoya y Montoya, 2007). La propuesta de un modelo amplio como el sugerido por Sraffa (1960), el cual no necesita recurrir a supuestos como la perfecta convexidad entre factores o los rendimientos a escala y favorece la inclusión de recursividad, puede convertirse en un instrumento adicional a disposición del investigador. El presente documento orienta la discusión sobre el modelo de Sraffa y expone la posibilidad de incluir recurrencia en el mismo, lo que favorece su introducción dentro del marco de la Economía Ecológica.

## Materiales y métodos

Para la realización de la investigación se siguieron fases provenientes de un uso reflexivo de la metodología de sistemas suaves propuesta por Checkland y Scholes (1994):

### Fase 1. Revisión de literatura

Para perfeccionar el planteamiento de la pregunta de investigación, la cual orienta la realización del documento, se hizo necesario realizar una amplia revisión en los aspectos conceptuales y herramientas y métodos de la Economía Ambiental, los cuales provienen de las aportaciones de la Economía Neoclásica.

### Fase 2. Clasificación, nichos y pregunta de investigación

Se precisaron la pregunta y el objetivo del documento. Para ello fue necesario clasificar la literatura en sus aportaciones metodológicas y encontrar los nichos de investigación relevantes para formular preguntas de investigación. Los autores encontraron que en Economía Ecológica (dados los supuestos que hacen parte de su objeto de estudio) se carece de herramientas favorables a tales suposiciones, que contribuyan a la valoración de bienes y servicios ambientales. El ejercicio de clasificación mostró posibilidades de los sistemas clásicos de equilibrio general para la formación de los precios como alternativa para el trabajo en Economía Ecológica.

### Fase 3. Elección a partir de alternativas y estudio de la elección de la herramienta seleccionada

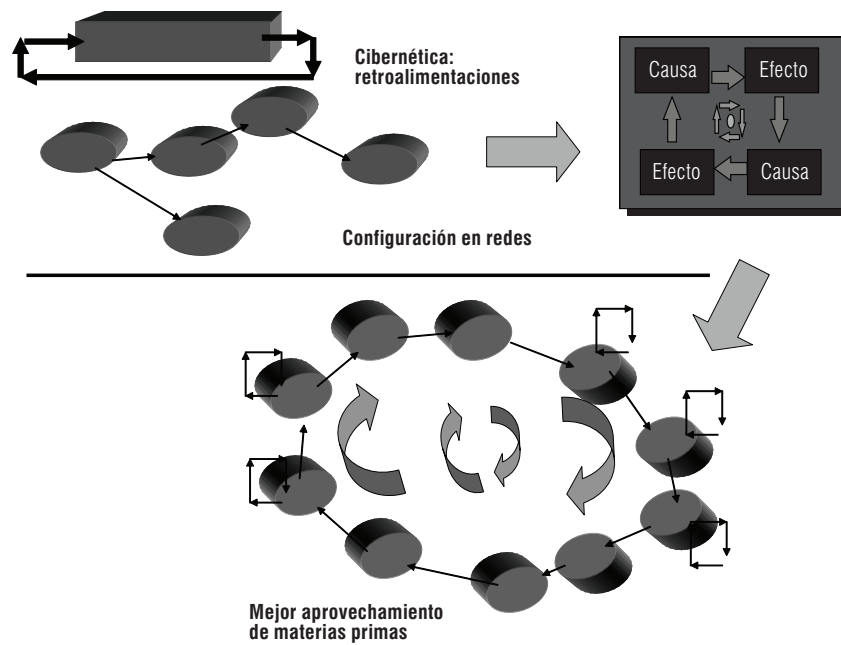
Se identificaron como alternativas las siguientes: 1. Los métodos de valoración de bienes y servicios propuestos en Economía Ambiental (mencionados en la sección "La Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales"), de forma que pudieran ser flexibilizados y ajustados al trabajo en Economía Ecológica, y 2. El modelo heterodoxo de Sraffa (1960) que explora la formación de precios en equilibrio general.

Se seleccionó la segunda alternativa por su mayor grado de coincidencia con la orientación epistemológica requerida en Economía Ecológica, la cual ya había sido explorada en Montoya y Montoya (2003, 2005, 2007).

Finalmente, se estudió a profundidad la aportación de Sraffa (1960) y las extensiones y aportaciones de Cuevas (2001) sobre el modelo sraffiano.

### Fase 4. Propuesta con base en el modelo de Sraffa (1960)

La fase 4 alude a la realización de una propuesta para Economía Ecológica con base en el "modelo sraffiano". Para ello se delimitó el objeto de estudio en la disciplina, de forma que resulte compatible con las interacciones entre el medio ambiente y las transformaciones antrópicas, lo que aparece en la sección "La Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales". En la sección de resultados se muestra



**FIGURA 2.** Algunos enfoques sobre procesos productivos.  
Fuente: Montoya y Montoya (2005).

como producto la proposición teórica que es fruto del ejercicio de investigación realizado en el documento.

## Resultados y discusión

### Antecedentes teóricos

Las concepciones sobre la obtención de producto y de residuos de procesos productivos han evolucionado de un pensamiento mecanicista, promulgado por los enfoques de la administración científica y el proceso administrativo (Montoya y Montoya, 2002), a incorporar los conceptos de retroalimentación desarrollados por los aportes de la cibernética y la teoría de sistemas. Estas nociones de recursividad (relaciones circulares causa-efecto) han posibilitado una reflexión evolutiva del mejoramiento de los procesos y el desarrollo de enfoques de producción limpia<sup>5</sup>, entre otras contribuciones. Las configuraciones de redes han permitido ampliar la abstracción de recursividad organizacional en metasistemas de producción o encadenamientos productivos, en los cuales resulta posible realizar producción limpia y un aprovechamiento mayor de los residuos en el proceso productivo. Estas redes operan a la manera de sistemas ecológicos, con recurrencia en cada nodo y causalidad circular, a manera de los ciclos en la naturaleza.

### El modelo de Sraffa (1960)

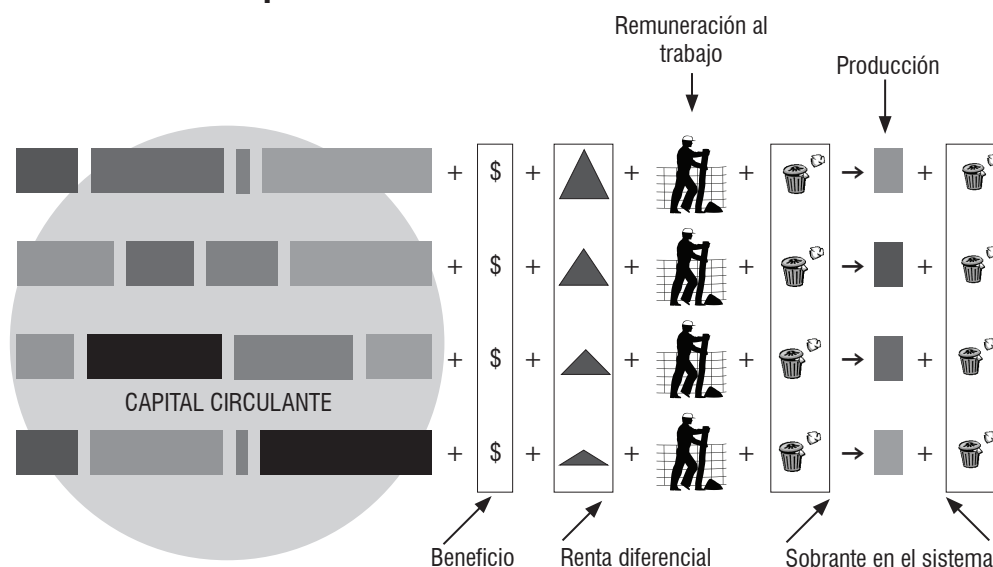
Un modelo clásico para la determinación de los precios en equilibrio general, recoge información necesaria sobre la forma de realizar procesos y actividades dispuestas para la elaboración de productos, establecer interrelaciones complejas y algunas orientaciones sobre los precios. Asimismo, hace énfasis en la elección de la(s) industria(s) o producto(s) hacia donde se dirigirá la inversión (Cuevas, 2001).

En un modelo que concibe estas suposiciones se asume que los precios actúan como mecanismos de ingreso para los agentes en la economía. Esta afirmación equivale a suponer una teoría de valor trabajo, donde los precios se encuentran medidos en una supuesta unidad de valor invariable, el trabajo, el cual constituye el valor agregado de una economía (Smith, 1776; Cuevas, 2001). En el marco de un modelo de insumo-producto, de equilibrio clásico como el propuesto por Sraffa (con capital variable y sin depreciación, en el cual todos los bienes son reproducibles por el sistema delimitado, con un salario equivalente a la mera remuneración al trabajo y pagado *post factum*), es posible encontrarse con una situación de tasa de beneficio homogénea, al ponerse en operación los mecanismos iterativos y compensadores de un supuesto enfoque competitivo (Sraffa, 1960).

El modelo de Sraffa introduce la recurrencia, al considerar la posibilidad de la producción de mercancías por medio de mercancías, y se encamina a hallar una mercancía

<sup>5</sup> La producción limpia alude a la prevención de la contaminación de procesos, al enfocarse en el uso efectivo de insumos y materias primas.

## Sistema insumo - producto



**FIGURA 3.** Modelo insumo-producto para concebir un sistema de equilibrio general clásico de los precios.  
Fuentes: Sraffa (1960) y Cuevas (2001), con adaptación de los autores en Montoya y Montoya (2005, 2007).

de precio invariante que permita, tal como lo consideró David Ricardo, aislar los impactos de la tasa de salarios en los precios generados por la variación en el valor del dinero (Ricardo, 1821). La mercancía compuesta “patrón”, buscada por Sraffa, tiene como virtud su pretensión de mantener el capital invariante, con lo cual resulta posible identificar que la tasa de beneficio y los salarios tienen una variación aparejada, en relación inversa, si el capital permanece invariante (Sraffa, 1960; Montoya y Montoya, 2003). La relación funciona mediante mecanismos de precios en actividades intensivas integradas o recurrentes en capital o trabajo (del proceso en estudio y de las actividades insumo del proceso considerado). Entre otras cosas, esta conclusión resulta semejante con la propuesta por la escuela neoclásica al orientarse a la elección de un numerario arbitrario (Hahn, 1982) y una tecnología ficticia de “una firma representativa”, con lo cual se termina por suponer que el capital es independiente de la distribución y los precios. Uno de los aportes importantes de Sraffa consiste en plantearse un modelo insumo-producto con recurrencia, con lo cual pueden construirse modelos para la producción de múltiples bienes, a partir de múltiples actividades, e incluir temas de relevancia como el grado de monopolio, las rentas diferenciales o el capital humano. Al respecto se destacan los trabajos realizados por Cuevas (2001) que permiten obtener conclusiones significativas sobre estos aspectos.

### El modelo propuesto a partir del modelo clásico de Sraffa

En el modelo de equilibrio general clásico que se propone para este documento, se establece una relación insumo-producto, pues los bienes producidos entran como insumos. Dentro del modelo inicial toda actividad receptora de precios y consumidora de trabajo contribuye a la producción de valor agregado (Montoya y Montoya, 2003).

La inclusión de la idea de reaprovechamiento de los residuos de producción o desechos sugiere que existe una proporción de lo que se produce,  $Q_n X_n$ , que resulta inicialmente desperdiciada, la cual se podría convertir en capital circulante, para efectos del análisis. Debido a lo anterior surgen ciertos procesos-servicios (sin discriminar si son públicos o privados) que aprovechan o procuran recuperar la cantidad de producto desechada. Estos procesos-servicios ofrecen un grado de convertibilidad de los desechos, la cual es susceptible de generar una tasa de beneficio (Montoya y Montoya, 2003).

Con precios en equilibrio general, esta tasa de beneficio podría tender a equipararse con la tasa media de beneficio del sistema. Algunos procesos, debido a la recuperación de desechos en productos (subproductos), serían más o menos rentables que la tasa media, lo cual motiva, en el caso de los menos rentables, al requerimiento de algún tipo de aditivo remunerativo a la tasa de beneficio, si la producción de este subproducto resultare de interés para algún agente

o colectivo de agentes, lo cual sería objeto de política. Las tasas superavitarias en beneficio recibirían presiones para equipararse con la tasa media de beneficio. Podría decirse que en la medida que los desechos sean convertibles en alguna proporción (de 0 a 1) y ofrezcan una tasa de beneficio equiparable (con o sin compensación aditiva, la cual estaría estrechamente relacionada con la tasa de convertibilidad de los desechos), en equilibrio competitivo, estos subproductos deben ser tan rentables como los productos iniciales para que el sistema pudiera ser ambientalmente más sostenible. El aditivo remunerativo, si no existe variación de precios en los productos iniciales, puede provenir del aprovechamiento del desecho como insumo gratuito para los nuevos procesos-servicios de conversión a productos (subproductos), es decir, del ahorro en costos (Montoya y Montoya, 2003).

Si la tasa de beneficio ofrecida por un proceso-servicio para el aprovechamiento de desperdicio en un producto es demasiado baja, o no existe un incentivo para aportar un aditivo remunerativo (como sucede en el caso de un ahorro en costos), por dificultades tecnológicas o por otras razones, estaríamos considerando la existencia de un desperdicio no recuperable. Igual sucede con los desperdicios o emisiones no aprovechados, luego de ser procesados por los procesos-servicios nuevos incluidos en el sistema (Montoya y Montoya, 2003, 2005, 2007).

### **Resultados sobre las rentas diferenciales**

Según Ricardo, la renta es la parte del producto de la tierra que se paga a los terratenientes por el uso de las facultades originales e indestructibles del suelo (Ricardo, 1821), la cual, de acuerdo con Pasinetti, se determina por factores técnicos (Pasinetti, 1974). A esta propiedad técnica se debe que diferentes parcelas de tierra tengan diferente fertilidad y que sucesivas aplicaciones de trabajo a la misma cantidad de tierra rindan cantidades de producto cada vez menores (rendimientos decrecientes), haciendo de la renta una ganancia neta para los propietarios (Pasinetti, 1974). En resumen, siguiendo esta línea de argumentación, la renta es una detracción del producto total, mientras que el valor de las mercancías estaría entonces determinado por la cantidad de trabajo empleada sobre la porción de la tierra que no rinde renta (Ricardo, 1821; Pasinetti, 1974).

De regreso al modelo sugerido, la producción de “subproductos” podría generar rentas diferenciales para los procesos menos costosos, como sería el caso de los procesos originales en el sistema, y el empleo de procesos con incorporación de mejoras tecnológicas generaría, además del suelo, estas rentas a los propietarios de los procesos.

El aporte que se sugiere consiste en identificar estas rentas, las cuales podrían significar pagos por servicios ambientales, al convertirse la renta en el precio de los recursos. Esta forma de valoración recupera la noción del método indirecto de cambios en la productividad, el cual analiza, en cuanto a valoración de recursos naturales, si se presenta un daño en el bien o servicio y se ocasiona una disminución de una oferta ambiental puntual. La valoración por renta diferencial implica el reconocimiento de los procesos de una economía y la valoración de los precios en conjunto en el sistema, con lo cual los precios resultarían más representativos. Por otra parte, combina también, al tema de cambios en productividad, la idea de valoración contingente, pues muestra la compensación que desearía recibir un propietario rentista si se le privara del recurso (Montoya y Montoya, 2005).

### **Consideraciones adicionales del modelo propuesto**

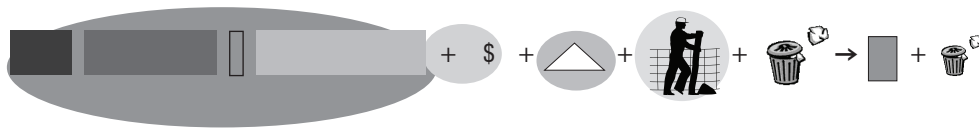
De acuerdo con el grado de convertibilidad introducido, al lado derecho del sistema se generarían productos que entran como insumos y otros productos que podríamos denominar “improductivos”, los cuales no se aprovechan y se convierten en contaminantes. Estos improductivos son recibidos por ecosistemas. En el largo plazo, e incluso más dependiendo del producto, la naturaleza los degrada y pueden volver a entrar como insumos en el sistema. De no ser así, estos improductivos tendrían el problema de los productos no básicos al estilo de lo originalmente planteado por Sraffa, es decir, no pueden existir productos que no entren como insumos en el sistema.

La solución trivial a este problema consiste en que la tasa de convertibilidad sea igual a 1, con lo cual todo el insumo se convierte en producto y el sistema continúa perfectamente determinado. Este es el caso propuesto normalmente (Montoya y Montoya, 2003).

Otra alternativa es compensar al lado de los insumos el excedente improductivo que surge del lado de los productos y trabajar con ambos “sobrantes” como componentes cuya derivación parcial no compromete la determinación de precios del sistema.

La tercera opción consiste en preguntarse sobre el funcionamiento del modelo, de tal forma que se superen las respuestas iniciales aquí esbozadas, lo que equivale a decir que los improductivos inciden de alguna manera en la determinación de los precios. Vale la pena señalar que la tasa de convertibilidad puede relacionarse estrechamente con  $r$  (tasa de beneficio del sistema) y hacer parte de una teoría ambiental del crecimiento. Finalmente, existirían nuevos





### Sistema propuesto:

$$((\sum \sum A_{ij} X_j) (\gamma_{ni}) (1 + (r_{ni} + \alpha_{ni}))) + e_{ni} + \sum W_i L_i + C_{ni} = (\sum Q_n X_n) + C_{ni}$$

$\sum \sum A_{ij} X_j$ : Capital circundante.

$\gamma_{ni}$ : Tasa de convertibilidad,  $0 \leq \gamma_{ni} \leq 1$ .

$r_{ni}$ : Tasa de beneficio del proceso  $i$  para la elaboración del producto  $n$ .

$\alpha_{ni}$ : Aditivo remunerativo a la tasa de beneficio que corresponde al proceso  $i$  para el producto  $n$ .

$e_{ni}$ : Renta diferencial proceso  $i$  para el producto  $n$ .

$\sum W_i L_i$ : Remuneración al trabajo.

$C_{ni}$ : Sobrante en el sistema.

$\sum Q_n X_n$ : Producción  $n$  para productos.

$$((\sum \sum A_{ij} X_j) (\gamma_{ni}) (1 + (r_{ni} + \alpha_{ni}))) + e_{ni} + \sum W_i L_i + C_{ni} = (\sum Q_n X_n) + C_{ni}$$

Con equilibrio competitivo:  $r = r_{ni} + \alpha_{ni}$ ,  $r$  es la tasa de beneficio media.

Para los procesos denominados "originales":  $\gamma_{ni} = 1$ ,  $\alpha_{ni} = 0$ ,  $r = r_{ni}$ .

Para los procesos de subproductos:  $0 \leq \gamma_{ni} \leq 1$ ,  $\alpha_{ni} = 1 - \gamma_{ni}$ ,  $r = r_{ni} + \alpha_{ni}$ .

procesos-servicios para elaborar productos que se han denominado "subproductos", los cuales pueden producir un producto obtenido con procesos originales, y también productos "subproductos" nuevos que surgen con los procesos de los subproductos. Los pagos por contaminación, con costos constantes, se pagarían del beneficio (Montoya y Montoya, 2003, 2005, 2007).

### Conclusiones

La existencia de herramientas y modelos que procuren plasmar la realidad implica asumir suposiciones que limitan la complejidad que la tarea entraña, pero que favorecen el hallazgo de elementos incidentes dentro de la problemática misma. Decir algo sobre el valor de bienes o servicios ambientales es una tarea difícil debido a que no pueden establecerse como precios explícitos en un mercado, pero se hace necesario valorar su impacto con miras a establecer propuestas a la sociedad. La formación de un precio se realiza en el ámbito de la formación de todos los precios de los bienes de una economía. Por ello una forma que provenga conceptualmente de un modelo de equilibrio general de los precios puede resultar una perspectiva interesante. En el presente documento se sugiere que la valoración de rentas

diferenciales en un modelo de tales características puede convertirse en una alternativa de método indirecto de cambio de productividad, asociada a las particularidades de valoración contingente.

### Literatura citada

- Barkin, D. 2007. Memorias conferencia "Creando una nueva conciencia". Congreso de Economía Ecológica. UAM-Xochimilco, mayo 29 de 2007.
- Burkett, P. 1999. Marx and nature: a red and green perspective. Monthly Review Press, Nueva York. 309 p.
- Burkett, P. 2006. Marxism and ecological economics. Toward a red and green political economy. Brill, Amsterdam, 358 p.
- Burkett, P. 2007. Memorias conferencia "Apertura economía ecológica". Congreso de Economía Ecológica. UAM-Xochimilco, mayo 28 de 2007.
- Capra, F. 1998. La trama de la vida. Anagrama, Barcelona. 359 p.
- Capra, F. y G. Pauli. 1995. Steering business towards sustainability. Universidad de las Naciones Unidas, Tokio. 191 p.
- Cárdenas M., A. 2005. La economía ecológica como ciencia del desarrollo sostenible. Encuentro multidisciplinar UAM, México D. F., abril 11 de 2005.
- Castells, N. 2005. Fundamentos de la economía ambiental y su relación con los pagos por bienes y servicios ambientales que

- emanan de la biodiversidad. Taller nacional. 6-7 de diciembre de 2005. Unctad, Cuba.
- Checkland, P. y J. Scholes. 1994. La metodología de sistemas suaves en acción. Megabyte, Noriega Editores, México.
- Constanza, R. (ed.). 1991. Ecological economics. The science and management of sustainability. Columbia University Press, Nueva York.
- Constanza, R. 1997. Frontiers in ecological economics. Edward Elgar, UK.
- Cuevas, H. 2001. Economía clásica en renovación. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Field, B. y D. Azqueta, D. 1996. Economía y medio ambiente. Tomo 1. McGraw-Hill, Bogotá.
- Gribbins, R.E. y S.D. Hunt. 1978: Is management a science? Acad. Mgt. Rev. 3(1) 139-144.
- Hahn, F. 1982. The neo-ricardians. Cambridge J. Econ. 6, 353-374.
- Hernández Celis, C. 2003. Economía ecológica. Apreciaciones sobre las cuentas ambientales nacionales. En: <http://www.cra.gov.co/portal/www/resources/segunda1.doc>; noviembre de 2003.
- Herrera, R. 2007. Las limitaciones epistemológicas del uso lógico del concepto de sistema. La economía ecológica. Revista de Dinámica de Sistemas. Universitat Ramon Llull. Departamento de empresa y tecnología. En: <http://www.salle.url.edu/eng/els-DET/Catedra/revista/0605g.htm>; consulta: agosto de 2008.
- Jiménez H., L.M. 1997. Desarrollo sostenible y economía ecológica. Editorial Síntesis, Madrid.
- Martínez-Alier, J., G. Munda y J. O'Nelly. 1998. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. Ecol. Econ. 26(3).
- Montoya A. e I. Montoya. 2002. El nuevo paradigma de las ciencias y la teoría de gestión. Innovar 20, 17-34.
- Montoya A. e I. Montoya. 2003. Introducción al problema del des-aprovechamiento del producto, mediante la consideración de un sistema de equilibrio clásico de los precios. Agronomía Colombiana 21(1-2), 103-105.
- Montoya, A., I. Montoya y O. Castellanos. 2004. Análisis de los enfoques organizativos de las tendencias económicas, culturales, sociales y tecnológicas. Revista EAN (Escuela de Administración de Negocios) 50, 112-131.
- Montoya I. y A. Montoya. 2005. Pagos por servicios ambientales desde la consideración de un sistema de equilibrio general clásico de los precios. En: VI Simposio latinoamericano de investigación y extensión en sistemas agropecuarios (IESA-AL). Manizales, julio de 2005.
- Montoya I. y A. Montoya. 2007. Los sistemas de equilibrio general clásico de los precios: una alternativa conceptual para concebir la formación de precios en economía ecológica. En: Congreso de Economía Ecológica "Propuestas para generar alternativas", 28-30 de mayo de 2007. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Xochimilco.
- Naredo, J.M. 2002. Economía y sostenibilidad. La economía ecológica en perspectiva. En: Azqueta, D. y J.M. Casado (coords.). Estudios sobre política ambiental en España. Consejo General de Colegio de Economistas, Madrid.
- Pasinetti, L. 1978. Crecimiento económico y distribución de la renta. Alianza Editorial, Madrid.
- Pauli, G. 1996. Upsizing. Instituto Zeri para Latinoamérica, Universidad de Caldas, Manizales.
- Ricardo, D. 1821. Principios de economía política y tributación, (edición 1973). Fondo de Cultura Económica, México.
- Smith, A. 1776. La riqueza de las naciones (edición 1961). Editorial Aguilar, Madrid.
- Sraffa, P. 1960. Production of commodities by means of commodities. Cambridge University Press, Cambridge.