

Este libro ofrece tres tempranos y olvidados textos, que debieran ser considerados como clásicos de la Economía Ecológica, a un público amplio de estudiantes de Economía, Historia, Geografía, Antropología, Ciencias Ambientales e incluso de Física. Son textos que estudian las relaciones entre los sistemas económicos y los ecosistemas; textos, pues, de Economía Ecológica, entendiendo por tal el estudio de la compatibilidad a largo plazo entre la economía humana y lo que suele denominarse el medio ambiente. Dos de esos textos son de la década de 1880 y el tercero de 1922. Por tanto, la palabra «**principios**», recogida en el título de este libro, se refiere más bien a los **orígenes** de la Economía Ecológica que a sus **fundamentos**, aunque éstos aparezcan ya bien esbozados en los textos originarios que aquí se reproducen.



Los principios de la Economía Ecológica



Los principios de la Economía Ecológica

Textos de P. Geddes, S. A. Podolinsky y F. Soddy

Joan Martínez Alier (ed.)

FUNDACIÓN
ARGENTARIA



VISOR
(distribuciones/sa)

JOAN MARTÍNEZ ALIER (ED.)

LOS PRINCIPIOS
DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

TEXTOS DE: P. GEDDES, S. A. PODOLINSKY Y F. SODDY

COLECCIÓN
ECONOMÍA Y NATURALEZA
SERIE «TEXTOS BÁSICOS»

JOAN MARTÍNEZ ALIER (ED.)

LOS PRINCIPIOS
DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

TEXTOS DE: P. GEDDES, S. A. PODOLINSKY Y F. SODDY



Comité Científico

- Federico Aguilera Klink
- Carlos Castrodeza Ruiz
- Luis Gutiérrez Andrés (secretario)
- Joan Martínez Alier
- José Manuel Naredo Pérez (director)
- Fernando Parra Supervía
- Antonio Valero Capilla

Traducción: Margarita Estapé (S. A. Podolinsky)
Joan Martínez Alier (P. Geddes y F. Soddy)

Diseño portada: Aitor Méndez y Raquel de la Fuente

© Fundación Argentaria - Visor Distribuciones, 1995

ISBN: 84-7774-971-X

Depósito Legal: M-34.146-1995

Visor Fotocomposición

Impreso en España - Printed in Spain

Gráficas Rógar. NAVALCARNERO (Madrid)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN , Joan Martínez Alier	9
UN ANÁLISIS DE LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA , Patrick Geddes	23
1. Introducción.....	25
2. Principios físicos	32
3. Principios biológicos.....	45
4. Principios psicológicos.....	51
EL TRABAJO DEL SER HUMANO Y SU RELACIÓN CON LA DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA , Sergei A. Podolinsky	63
1. ¿Qué es la energía? Su conservación y su dispersión.....	65
2. La energía transformable en la Tierra.....	73
3. La conservación de la energía.....	76
4. La aparición de los organismos. La importancia de las plantas para la distribución de la energía	80
5. La importancia de los animales y del ser humano en la distribu- ción de la energía. El concepto de trabajo.....	87
6. El origen de la capacidad para el trabajo en el organismo humano	98
7. El ser humano como máquina térmica	106
8. El trabajo como medio para satisfacer las necesidades	110
9. Los distintos tipos de trabajo y su relación con la distribución de la energía	117
10. El trabajo destinado a producir trabajo mecánico	126
11. La malversación y la acumulación de energía.....	136
ECONOMÍA CARTESIANA: LA INFLUENCIA DE LA CIEN- CIA FÍSICA EN LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO , Frederick Soddy	143
1. Primera conferencia	145
2. Segunda conferencia	161

PRESENTACIÓN

Joan Martínez Alier

La intención de este libro es más divulgativa que erudita: se trata de ofrecer en castellano tres textos pioneros y sugerentes de lo que hoy podríamos denominar Economía Ecológica, para que un público amplio de estudiantes y profesionales de economía, de historia, geografía y antropología, de ciencias ambientales e incluso tal vez de física, puedan sacar partido de su lectura. Son textos que estudian las relaciones entre los sistemas económicos y los ecosistemas, son textos pues de Economía Ecológica, entendiendo por tal el estudio de la compatibilidad a largo plazo entre la economía humana y lo que suele denominarse el medio ambiente. Dos de esos textos son de la década de 1880, es decir, hace más de un siglo, y el tercero de 1922. Dos de los autores, Patrick Geddes (1854-1932), biólogo-urbanista, y Frederick Soddy (1877-1956), químico, son bien conocidos en sus respectivos campos de especialización y sus biografías están en las enciclopedias (aunque éstas no suelen mencionar sus escritos económicos). El tercero, S. A. Podolinsky (1850-1891), médico, fisiólogo, murió joven y enfermó crónicamente más joven aún. No es tan conocido, aunque aparece en las enciclopedias de su país, Ucrania, y tanto en Ucrania como en otros países crece el interés por sus trabajos y por su apasionada vida.

I

Geddes, nacido en Escocia, impulsor de la restauración del Edimburgo medieval (donde en la Outlook Tower, abierta al público de nuevo hace pocos años, puede verse documentación sobre su vida), fue inicialmente estudiante de biología pero muy tempranamente se interesó (como indica el texto aquí incluido) por las relaciones entre la economía y la ecología. Geddes es uno de los fundadores de los estudios de planificación regional y urbana, lo que más tarde se llamó en Gran Bretaña *town and country planning*. Trabajó también fuera de la Gran Bretaña, desde Palestina a la India; tuvo una gran influencia en el pensamiento de su discípulo neoyorquino Lewis Mumford, y él mismo estuvo explícitamente en la línea de crítica a los desastres estéticos, sociales y ecológicos de la industrialización capitalista británica en la que destacó John Ruskin (y antes Blake y Carlyle) y fue prolongada por William Morris. Geddes fue contemporáneo de Ebenezer Howard, propulsor de la Ciudad-Jardín, y compartió

con el un punto de vista sobre la ciudad muy distinto del posterior urbanismo corbusieriano «racionalista» y antiecológico, triunfante en todo el mundo a partir sobre todo de la Segunda Guerra Mundial. Geddes veía la ciudad dentro de un marco regional y desde el punto de vista ecológico, es decir, se preguntaba sobre los flujos de energía, de agua, de materiales, que entraban en la ciudad, y sobre el destino de los residuos.

A la lectora o lector del temprano texto de Geddes incluido aquí (un texto de 1884) no le extrañará que Geddes, que no cumplidos los treinta años y sin haber estudiado economía se atrevía a criticar (en el marco favorablemente interdisciplinario de la Royal Society de Edimburgo) la economía neoclásica marginalista recién inventada, se convirtiera más tarde en el precursor del urbanismo ecológico que finalmente ahora crece, cien años después, en este final del siglo XX.

La crítica de Geddes a la economía neoclásica en este texto (y en otros textos de la misma época, como *John Ruskin, economist* [Geddes, 1884]), se basa en una visión de la economía como un subsistema del sistema físico-químico y biológico más amplio; para estudiar las mutuas relaciones hace falta conocer, según Geddes, las leyes de conservación de los materiales y las leyes de conservación y de disipación de la energía. Son interesantes en el texto de Geddes los elogios a Jevons, no por su reciente formalización de la teoría de la utilidad marginal, sino por su trabajo sobre las reservas de carbón en Gran Bretaña (Jevons, 1865) y más dudosamente por sus elucubraciones estadísticas sobre las manchas solares. Jevons nunca discutió, sin embargo, la asignación intertemporal óptima de un recurso agotable como el carbón que llevaría a maximizar la utilidad total que se saque de él: hubiera tropezado con la cuestión de la tasa de descuento intergeneracional, sobre la cual pone mucho peso la actual Economía Ecológica en su crítica a la Economía Convencional.

Geddes expresa esa vinculación entre las realidades económicas y físico-químico-biológicas mediante unos esquemas similares a una matriz insumo-producto (o input-output), inspirada por Quesnay (1758), que muchos años después es parte habitual del instrumental de la ciencia económica. Pero Geddes intenta contar insumos y productos en términos físicos. No fue sin embargo un reduccionista energético o materialista, de ahí que sostenga que la producción es sobre todo para el «arte». Geddes escribió de economía sólo en su juventud, y sus escritos están llenos de brillantes ideas, pero pecan de exceso de ambición y falta de claridad y sistematicidad y pecan asimismo (a mi juicio) de un cierto reduccionismo biologizante muy de su momento, según el cual las instituciones sociales se convierten en «organismos» —pero puede vérselo también como un precursor de la Economía evolucionista que aplica analógicamente conceptos de la biología al estudio de las instituciones económicas. De Geddes hay que decir también que su estilo literario no le convierte en un autor fácil de leer ni de traducir.

Geddes se dedicó luego a los estudios regionales y urbanos desde perspectivas sociológicas y ecológicas y nunca llegó a elaborar tal matriz insumo-producto con datos empíricos. Su filosofía de las relaciones entre las ciencias la expresó en el lenguaje de su época, un lenguaje prestado de Comte; más que una imagen de «penetración» de las ciencias naturales «fuertes» en las realidades humanas, lo que conviene hoy en día es discutir y continuar el programa de «unificación de las ciencias» del positivismo o empirismo lógico (del Círculo de Viena de los años 1920 y particularmente el trabajo de Otto Neurath [1944], filósofo analítico y también economista ecológico)¹, siempre que por unificación de las ciencias no se entienda ni la búsqueda de un único lenguaje fisicalista, ni el uso de un único método de análisis, ni los intentos reduccionistas, sino la articulación de las distintas ciencias para explicar los fenómenos de la historia universal. Por ejemplo, ¿es posible ser hoy en día un excelente economista y desconocer la Segunda Ley de la Termodinámica?

II

Esa misma pregunta la hizo ya Frederick Soddy, persistente crítico de la ciencia económica de su tiempo (que incluía ya los inicios de la macroeconomía keynesiana), desde su posición de verdadero experto en la disponibilidad de energía. Soddy pensó que los economistas, y concretamente Keynes en su famoso folleto «Las consecuencias económicas de la paz» publicado tras la guerra de 1914-18, donde discutía cuestiones del «largo plazo», no entendían las causas del crecimiento económico. Keynes se equivocaba al confrontar el pesimismo malthusiano con el optimismo del crecimiento económico exponencial, sin referirse para nada a los suministros energéticos de la economía.

Soddy había sido, trabajando junto Rutherford, uno de los tempranos descubridores de los fenómenos de la radioactividad, una fuente de energía hasta entonces insospechada, que no procedía del sol, y cuyo aprovechamiento (militar o civil, o ambos a la vez) empezó a ser discutido a principios de este siglo. En el libro de divulgación de Soddy, *Matter and Energy*, de 1912, se encuentra ya, en las páginas finales, un análisis de la economía humana desde el punto de vista energético, pero hemos preferido aquí traducir un texto menos conocido, y que tiene unidad en sí mismo: sus lecciones a estudiantes de la London School of Economics y del Birkbeck College de 1922. En esos años, Soddy era profesor de Química

¹ Como propuse en *La ecología y la economía* (1991) y también propone John O'Neill, *Ecology, policy and politics*, Routledge, Londres, 1993.

en Oxford. El título de esas conferencias merece atención: Soddy las tituló «Economía cartesiana», lo que a primera vista no puede más que repeler a muchos activistas ecologistas actuales que abominan de la metodología analítica de Descartes (pues ellos son «holistas») y que también denuncian, no sin razón, la famosa frase de Descartes: ¡el hombre debe ser dueño y poseedor de la naturaleza! ¿Cómo excusar, o al menos explicar, que un texto tan elocuente de Economía Ecológica como ese folleto, «Economía Cartesiana», de Soddy, lleve tal título?

La intención de Soddy era clara: achacaba a la economía convencional una cerrazón, una tendencia a la tautología y un doctrinarismo, parecidos a los de la escolástica en otros tiempos, y pedía para el análisis económico la claridad que podía traerle el método analítico cartesiano corroborado por la comprobación empírica. El título «Economía Cartesiana» equivalía a algo así como «Economía empírica» pues la lejanía entre la Economía y los fenómenos de la física, y muy concretamente la Segunda Ley de la Termodinámica, le parecía a Soddy que revelaba el carácter metafísico de la Economía, una ciencia puramente deductiva basada en primeros principios.

Incluso la parte de la Economía que parecía acercarse más a la realidad, las doctrinas del crecimiento económico, no tenía en absoluto en cuenta la disponibilidad de energía y proponía imposibles rutas de crecimiento exponencial. Soddy no era sin embargo un reduccionista energético, no pensaba que pudiera explicarse la economía humana meramente como ecología energética, y por eso en su texto (como en sus trabajos posteriores sobre *Riqueza virtual y Riqueza real* [1926]) cita abundantemente a John Ruskin: hay aquí un paralelo con Geddes, aunque Soddy nunca citó los textos de Geddes que aquí incluimos. Nunca ha habido (hasta Nicholas Georgescu-Roegen, a partir de los años 1970) una escuela autoconsciente de Economía Ecológica con autores que se citen mutuamente, aunque ha habido numerosos precursores independientes. No sólo el conocimiento se construye socialmente, también la ignorancia es una construcción social.

Mientras en su crítica del alejamiento de la Economía de las realidades físicas, Soddy estaba sobre un sólido fundamento, como reformador monetario Soddy compartió una cierta simplicidad excesiva con una larga lista de autores anteriores y posteriores. Que la inflación ocurre por un exceso de dinero, que el crecimiento de la masa monetaria debería ir en proporción al crecimiento real de la economía, son lugares comunes, como también lo es que la estabilidad monetaria estricta a riesgo de ahogar la economía real es la política de los financieros y de quienes viven del interés del dinero. Que haya fáciles esquemas para la regulación monetaria que no son puestos en práctica debido a una conspiración de banqueros (tal vez judíos en buena parte), es una línea de pensamiento (por darle un nombre) muy estéril. Los escritos de Soddy tuvieron cierto éxito entre ese

tipo de pensadores. Pero creo que puede interpretarse lo que dijo de manera más pertinente, a saber: el pago del interés compuesto sobre los depósitos de dinero sólo podía ocurrir debido al crecimiento de la economía (o, durante un tiempo corto, por el empobrecimiento de los deudores o por la explotación de los trabajadores asalariados); ahora bien, el crecimiento de la economía en parte era auténtico crecimiento, debido a los descubrimientos de nuevas fuentes de energía o nuevos materiales y a la mejora en la eficiencia de los procesos de conversión de energía y aprovechamiento de materiales, pero el crecimiento económico era también en parte pura destrucción irreversible de combustibles fósiles. Los economistas no sabían analizar las fuentes del crecimiento económico.

Gastar carbón o petróleo, no ya para dilapidarlo en el consumo, sino para invertirlo en bienes de capital, no era solución; supongamos que la inversión fuera en refinerías de petróleo o en fábricas de automóviles. Soddy ya dijo lo mismo que Herman Daly ha señalado repetidamente: el «capital natural» y el «capital hecho por los humanos» no son sustitutivos sino complementarios, invertir el rendimiento de la sobrepesca en más barcos de pesca, no produce más peces. Por tanto, como explicó Soddy, los capitalistas que viven de rentas no podrían continuar ganando interés por el solo hecho de prestar su capital, y *tampoco* los empresarios capitalistas podrían continuar ganando a la larga una ganancia con sus capitales aun en el caso que los invirtieran de manera «productiva» a menos que explotaran y agotaran los recursos como realmente acontecía.

III

En el texto de Soddy, una interesante nota al pie afirma que Marx se hubiera interesado por el estudio del flujo de energía en la economía y lo hubiera integrado en el análisis de la dinámica del capitalismo, si Marx hubiera vivido unos años más tarde. Pero la realidad es que Marx, nacido en 1818, fue contemporáneo de los autores que enunciaron los postulados de la Termodinámica en 1840 y 1850 (J. R. Mayer, Joule, Clausius, W. Thomson que luego fue Lord Kelvin). De hecho, conocemos ahora perfectamente la trayectoria intelectual de Marx y de Engels al respecto. Un hito importante ha sido el análisis del escrito de Serhii A. Podolsky (1850-1891) que aquí presentamos, traducido de la versión original rusa publicada en *Slovo* en 1880, que hasta ahora permanecía inédita en otras lenguas.

Con todo, no puede decirse que se trate de un texto desconocido, ya que en su época vieron la luz versiones resumidas del mismo en francés (1880), italiano (1881) y una versión más larga en alemán (1883). La versión alemana, publicada en *Die Neue Zeit*, no menciona *El Capital* de Marx (debido a la censura bismarckiana), pero incluye una discusión so-

bre el uso de energía en distintos modos de producción históricos, que no está en la versión rusa. Podolinsky escribió ese texto mientras vivía una agitada vida en Ginebra y Montpellier, y lo envió a Marx. En respuesta, Engels, en una correspondencia con Marx en diciembre de 1882 (cartas publicadas muchas veces y en muchos idiomas, desde su primera edición en alemán en 1919), resumió competentemente el artículo de Podolinsky y, reconociendo que Podolinsky simpatizaba con las ideas del autor de *El Capital*, desechó sin embargo el intento de Podolinsky de «mezclar la economía con la física». Años más tarde, en 1924, Vladimir Vernadsky, el ecólogo ruso, en un libro publicado originalmente en París en francés, *La Géochimie* (1924), indicaba con gran precisión que Podolinsky había estudiado la energética de la vida y había aplicado esos principios al estudio de los fenómenos económicos. Como veremos a continuación, Podolinsky entendió el carácter antientrópico (por así decir) de la vida, creadora de estructuras cada vez más organizadas, y aplicó los principios de esa termodinámica de sistemas abiertos al estudio de los fenómenos más elementales de la economía humana, siendo de hecho el fundador de la ecología energética humana y (en un plano puramente teórico, ya que no hizo trabajo de campo) de la antropología ecológico-energética.

Explicuemos pues, resumidamente, el «principio de Podolinsky», como lo he denominado en mi libro con Klaus Schlüpmann, *La ecología y la economía* (1991), y como lo analicé por primera vez con J. M. Naredo en un artículo de *Cuadernos de Ruedo Ibérico* (1979). La lectora o el lector comprobará que, en el largo texto ruso, ese principio está enmarcado por análisis y meandros discursivos diversos, pero el meollo de la cuestión está claramente expuesto.

Podolinsky tenía un doctorado en medicina y había hecho estudios de fisiología animal; al mismo tiempo fue un activista del populismo procampesino y del incipiente nacionalismo federalista ucraniano. En el texto en cuestión, Podolinsky se propuso estudiar la economía humana como un sistema de conversión de energía. Explicó primero las leyes de la Termodinámica, citó muy apropiadamente a Clausius y otros autores y clasificó las distintas fuentes de energía disponibles. Luego, comparó la productividad energética de diversos ecosistemas rurales: por un lado, bosques y prados naturales; por otro, prados «artificiales» y campos agrícolas. La producción de biomasa era mayor cuando intervenía el trabajo humano y de animales (medido en kcal). Los cálculos indicaban que una caloría de trabajo humano o de animales (caballos) contribuía a producir entre 20 y 40 calorías extra. Podolinsky discutió también si era posible calificar de trabajo a las actividades de animales no domésticos (como las hormigas y otros). Estaba en pos de una definición de «trabajo» como aquella actividad que contribuía a la «acumulación de energía en la super-

ficie de la Tierra» y le pareció que Marx debía interesarse por ese complemento físico a una teoría del valor-trabajo.

¿De dónde procedía la capacidad del ser humano para trabajar? Podíamos considerar el cuerpo humano como un tipo de «máquina térmica» (y ahí Podolinsky citó a Marey, quien había propuesto esta idea de una manera reduccionista, lo que no es el caso en Podolinsky). Sabíamos que la capacidad de trabajar venía del consumo de alimentos, conocíamos la conversión de la energía de los alimentos en capacidad de trabajar (o «equivalente económico» o «coeficiente económico», como lo llamó Podolinsky con terminología de los ingenieros de las máquinas de vapor). Si el diario consumo «endosomático» de energía (conveniente terminología introducida cuarenta años después por Alfred Lotka), era de 3.000 kcal, la capacidad de trabajo humana sería por día de unas 600 kcal, es decir, una quinta parte (como habían mostrado Helmholtz, Hirn, Fick y otros autores, algunos de los cuales habían sido profesores de Podolinsky en Zurich o Breslau-Wroclaw). Naturalmente, la humanidad no comía únicamente para trabajar; tampoco todos los humanos se dedicaban al trabajo en la agricultura, y existían otras necesidades aparte de la alimentación. Como diríamos hoy, en la especie humana el uso «exosomático» de energía no viene determinado por instrucciones genéticas. La elasticidad-ingreso del consumo endosomático de energía es baja, pronto llega a cero; pero la elasticidad-ingreso del uso exosomático de energía es mayor de cero, tal vez es persistentemente cercana a la unidad. Podolinsky no lo expresó así, pero señaló que 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» o «equivalente económico», es decir, la relación entre consumo de energía y trabajo efectuado, sería distinto. En la sociedad más simple y trabajadora, estaría cerca de 5:1. En tal 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, de hecho debía ser algo mayor en cualquier caso, para alimentar a niños o ancianos, para conseguir un excedente (para viviendas, combustible, etc.) más allá de la pura alimentación. Precisamente, el estudio comparado de bosques, prados y campos agrícolas, indicaba productividades energéticas del trabajo humano bastante superiores a 1:5. Pero claro estaba, en sociedades con mayores consumos energéticos y con mayor diferenciación social, la productividad energética mínima debía ser mucho mayor. Por supuesto, en actividades como la extracción de carbón, podíamos comprobar que la productividad energética del trabajo humano (es decir, la relación entre la energía obtenida y la energía del trabajo humano gastada) era muy alta, pero eso era engañoso porque el carbón era un recurso agotable (y además, como señaló agudamente ya el propio Podo-

linsky, había sospechas de una acumulación excesiva de dióxido de carbono en la atmósfera y, por tanto, aunque no lo dijo expresamente, de un aumento del efecto invernadero).

En resumen, mediante la agricultura, la especie humana lograba ser como una «máquina termodinámicamente perfecta» (por usar una metáfora que remitía a los trabajos de Sadi Carnot de 1824), es decir, con la energía obtenida mediante el propio trabajo humano, conseguía alimentar la propia «caldera». Obviamente, el secreto estaba no sólo en el ingenio y en el trabajo físico de los humanos y en el trabajo de animales domésticos, sino en la fotosíntesis y en último término en las grandes cantidades de energía solar que el planeta Tierra interceptaba. De ahí el entusiasmo de Podolinsky por las máquinas solares de Mouchot. Y también, en general, su optimismo histórico y tecnológico que, por ejemplo, le impidió ver que la expansión de la población y economía humanas llevarían a una pérdida enorme de biodiversidad.

El principio de Podolinsky ha sido enunciado con posterioridad muchas veces por otros investigadores, que no sabían que había sido ya descubierto. Vincula la economía (en el sentido de *oikonomia*, estudio del aprovisionamiento material –y energético– del oikos o de la polis) con el estudio de las fuentes de energía, de su conversión en energía útil para la humanidad y, en definitiva, con la actual ecología energética humana y la antropología y la historia ecológico-económicas. La traducción de esa versión rusa del texto de Podolinsky al castellano junto con una próxima versión en francés y la biografía de Podolinsky que prepara Roman Serbyn, profesor de universidad en Montreal, estimularán la discusión sobre las relaciones entre la economía humana y el estudio de los flujos de energía.

IV

Sobre este tema, es decir, las relaciones entre Economía y Energía, deseo hacer unas reflexiones finales en esta Introducción. Lo más notable, a mi parecer, es el *silencio* con que los economistas han recibido las observaciones que les dirigían y que les dirigen muchos críticos ecológicos de la Economía (ya sea la economía neoclásica preocupada sobre todo por la formación de los precios, es decir, la *crematística*, como el propio Soddy señaló; ya sea la economía keynesiana, preocupada inicialmente por las crisis económicas de falta de demanda pero que se convirtió en una doctrina del crecimiento económico a partir de los modelos de Harrod-Domar, Solow, etc.; ya sea, por fin, la economía marxiana). Pero más allá del silencio, hay también confusión, pues no puede decirse que la Economía haya estado al margen de la Física, muy al contrario, particularmente en sus formulaciones neoclásicas, la Economía ha sufrido un agudo ataque de

«envidia de la física». Al leer la correspondencia de Jevons y Walras (incluyendo, en el caso de Walras, su intercambio de cartas con Patrick Geddes en 1883), resulta patente un hecho destacado por Geogescu-Roegen (1971), analizado por Naredo (1987) y por Mirowski (1989), entre otros: la economía neoclásica se formuló matemáticamente en completo isomorfismo con algunas partes de la física, concretamente la mecánica. Hay estudiantes de economía a quienes sorprende aún que los multiplicadores de Lagrange, que con tanta soltura aprenden a manipular y a interpretar, hayan tenido una aplicación muy anterior en el estudio de la mecánica celeste. Así pues, cabe ver la economía neoclásica como una especie de mecánica celeste, y de este modo debemos entender la obsesión de la economía neoclásica por la «metáfora de la energía» al decir de Mirowski.

No hay ninguna razón para espantarse o protestar de tales analogías formales, tal vez el reino de las ecuaciones tiene un número limitado de individuos; que en la matemática aplicada se apliquen las mismas formalizaciones a distintos fenómenos, no siempre indica que esos fenómenos tengan que ver con las mismas realidades. Acusar a la Economía de haberse olvidado de otras partes de la Física que no fuera la Mecánica, por ejemplo de la Termodinámica, puede ser respondido fácilmente con un catálogo de modelos económicos con matematización análoga a las ecuaciones de la Termodinámica (un inventario que John Proops y Malte Faber ya presentaron en un artículo en *Kyklos* en 1985). Al igual que en Geografía, al analizar la dispersión espacial de la población humana u otros fenómenos de dispersión espacial, se usan también ecuaciones de la Termodinámica originalmente diseñadas para explicar el comportamiento de moléculas de un gas, esas analogías formales no tienen nada que ver con la incorporación sustantiva del estudio del flujo de energía para ayudar a explicar la economía (o la geografía) humanas.

Así pues, cuando se dice, como ha escrito Andreu Mas-Colell, que se puede ser un magnífico economista matemático (como él mismo lo es) e ignorar la Segunda Ley de la Termodinámica, ¿cuál es el sentido de esta frase? Desde luego, los economistas competentes no ignoran la interpretación estadística de la Segunda Ley por Boltzmann, ni ignoran el empleo de las ecuaciones de la termodinámica en la teoría de la información, temas que son de cultura general, y algo deben recordar, desde la escuela, del equivalente mecánico del calor y de la disipación de la energía en formas menos útiles. Conocen asimismo esos modelos económicos que recurren a la matemática de la Termodinámica, a los que acabo de referirme. Por tanto, el sentido de esa chocante frase de Mas-Colell es puramente que la ciencia económica continúa separada de cualquier consideración de las realidades físicas (realidades que interpretamos desde el siglo XIX en términos de las leyes de la conservación de materiales y energía, y de la di-

sipación de la energía), continúa en su aislamiento metafísico (aunque emplee a veces matemáticas de distintas partes de la física, como otras veces emplea matemáticas propias como la teoría de juegos). Ese desinterés de la Economía como ciencia por el entorno físico, un entorno físico sumamente relevante para la economía como realidad, ya llamó la atención de Podolinsky, Geddes y Soddy y bastantes otros autores (entre ellos, Josef Popper-Lynkeus, 1838-1921), sin que conozcamos todavía la lista completa de esos críticos ecológicos de la Economía, ya que, como dije antes, no ha sido hasta los años 1970 y por influencia sobre todo de Georgescu-Roegen, cuando ha empezado a constituirse una escuela que se autodenomina de Economía Ecológica (Georgescu-Roegen mismo hubiera preferido el término ya ocupado de «bioeconomía»), escuela que como es natural se preocupa por sus propios precursores, tanto para aprender de ellos como para legitimarse.

Finalmente, quisiera destacar que el conflicto entre la Economía convencional y la Economía ecológica no debe interpretarse como una querrela de «paradigmas» en el sentido con que frecuentemente se usa esta palabra en los debates entre teorías científicas, una querrela que vaya a resolverse según la fuerza social de los respectivos grupos o corporaciones de científicos. Creo que se trata de una discusión racional. Al acusar a la Economía convencional de estar usando formalizaciones matemáticas sacadas de la física (y ¿por qué no?), a la vez que se despreocupa de la inserción de la economía humana en el marco físico (acusación que realmente no es muy nueva aunque recientemente haya adquirido gran fuerza), tenemos derecho a esperar, no una defensa corporativa (al estilo, «nosotros los buenos economistas pasamos del tema»), sino una réplica con argumentos. No repitan ustedes el desprecio de Walras por las objeciones de Geddes, ni la marginación de Engels a las tesis de Podolinsky, ni el silencio de Keynes ante los ataques del Premio Nobel (en Química, es verdad) Frederick Soddy, ni se oculten ustedes en el refugio irracional de la «querrela de paradigmas» porque a la larga todo sale a la luz y todo se sabe.

Referencias bibliográficas

- GEDDES, Patrick, 1884: *John Ruskin, Economist*, W. Brown, Edimburgo.
- GEOGESCU ROEGEN, Nicholas, 1971: *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press.
- JEVONS, W. Stanley, 1865: *The Coal Question*, Macmillan, Londres y Cambridge.
- MARTÍNEZ ALIER, Joan y NAREDO, José Manuel, 1979: «La noción de fuerzas productivas y la cuestión de la energía», *Cuadernos de Ruedo Ibérico*, nº 63-66.
- MARTÍNEZ ALIER, Joan y SCHLÜPMANN, Klaus, 1991: *La Ecología y la Economía*, Fondo de Cultura Económica, México.
- MIROWSKI, Philip, 1989: *More Heat than Light. Economics as Social Physics: Physics as Nature's Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, Gran Bretaña.
- NAREDO, José Manuel, 1987: *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid.
- NEURATH, Otto, 1944: *Foundations of the Social Sciences*, University of Chicago Press, Chicago (Reimpresión, 1970).
- PODOLINSKY, Serhii, A., 1880: «Le socialisme et l'unité des forces physiques», *Revue Socialiste* (junio de 1880).
- 1881: «Il socialismo e l'unità delle forze fisiche», *La Plebe*.
- 1883: «Menschliche Arbeit und Einheit der Kraft», *Die Neue Zeit* (marzo-abril de 1883).
- QUESNAY, François, 1758: *Tableau économique*, París. Reed. facsímil de la British Economic Association, Londres, 1884.
- SODDY, Frederick, 1912: *Matter and Energy*, Williams and Norgate, Londres.
- 1926: *Wealth, Virtual Wealth and Debt*, Allen and Unwin, Londres, 2ª Ed. 1933.
- VERNADSKY, Vladimir, 1924: *La Géochimie*, Alcan, París.