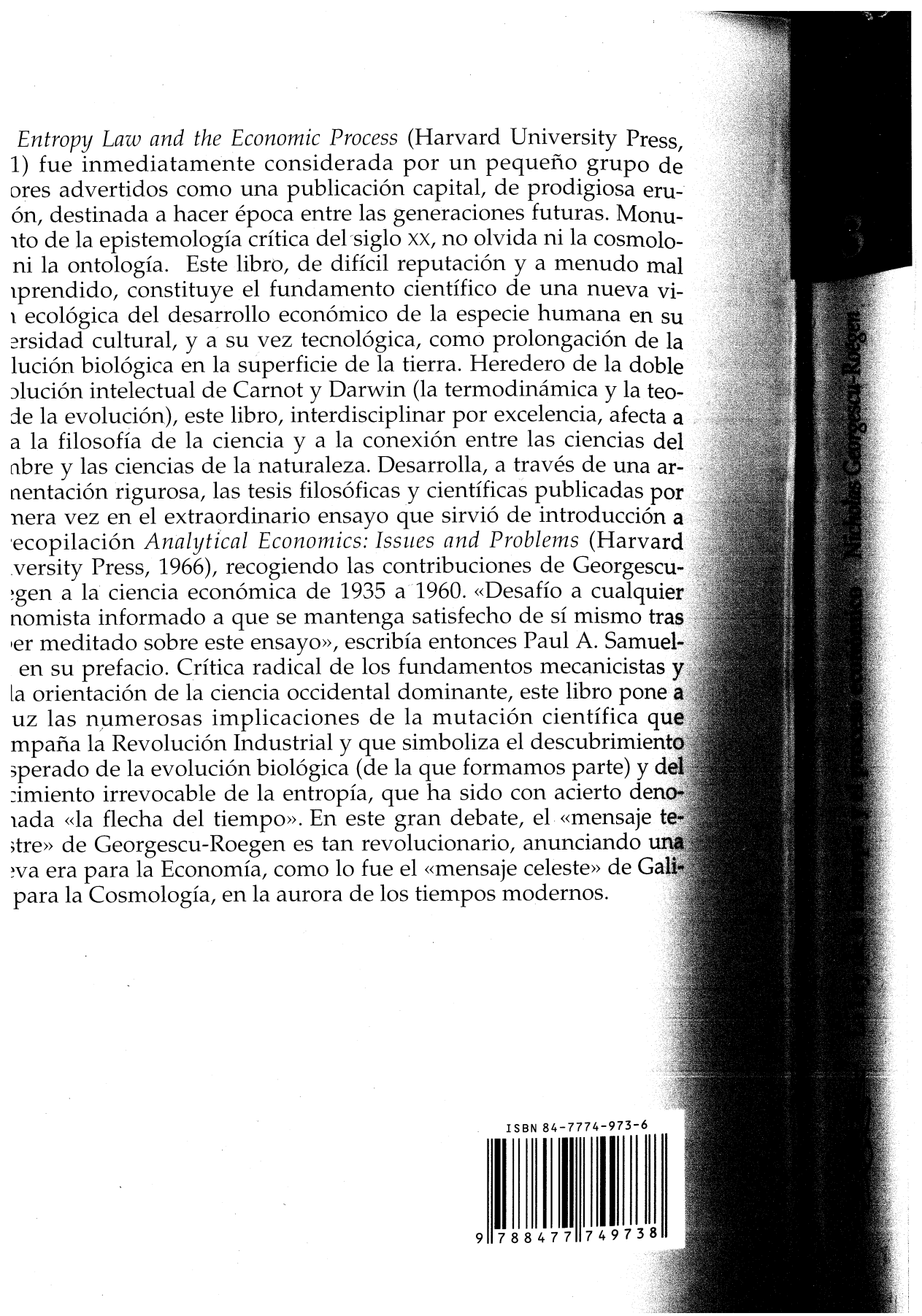
Entropy Law and the Economic Process (Harvard University Press, 1) fue inmediatamente considerada por un pequeño grupo de ores advertidos como una publicación capital, de prodigiosa eru-ón, destinada a hacer época entre las generaciones futuras. Monu-nto de la epistemología crítica del siglo XX, no olvida ni la cosmolo-ni la ontología. Este libro, de difícil reputación y a menudo mal nprendido, constituye el fundamento científico de una nueva vi-n ecológica del desarrollo económico de la especie humana en su ersidad cultural, y a su vez tecnológica, como prolongación de la lución biológica en la superficie de la tierra. Heredero de la doble olución intelectual de Carnot y Darwin (la termodinámica y la teo-de la evolución), este libro, interdisciplinar por excelencia, afecta a a la filosofía de la ciencia y a la conexión entre las ciencias del nbre y las ciencias de la naturaleza. Desarrolla, a través de una ar-mentación rigurosa, las tesis filosóficas y científicas publicadas por mera vez en el extraordinario ensayo que sirvió de introducción a ecopilación *Analytical Economics: Issues and Problems* (Harvard versity Press, 1966), recogiendo las contribuciones de Georgescu-gen a la ciencia económica de 1935 a 1960. «Desafío a cualquier nomista informado a que se mantenga satisfecho de sí mismo tras er meditado sobre este ensayo», escribía entonces Paul A. Samuel-en su prefacio. Crítica radical de los fundamentos mecanicistas y la orientación de la ciencia occidental dominante, este libro pone a uz las numerosas implicaciones de la mutación científica que mpaña la Revolución Industrial y que simboliza el descubrimiento sperado de la evolución biológica (de la que formamos parte) y del imiento irrevocable de la entropía, que ha sido con acierto deno-nada «la flecha del tiempo». En este gran debate, el «mensaje te-stre» de Georgescu-Roegen es tan revolucionario, anunciando una va era para la Economía, como lo fue el «mensaje celeste» de Gali-para la Cosmología, en la aurora de los tiempos modernos.

ISBN 84-7774-973-6



ECONOMÍA Y NATURALEZA

La Ley de la Entropía y el proceso económico

Nicholas Georgescu-Roegen

FUNDACIÓN ARGENTARIA

VISOR (distribuciones/s.a.)

NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

LA LEY DE LA ENTROPÍA Y EL PROCESO ECONÓMICO

COLECCIÓN
ECONOMÍA Y NATURALEZA
SERIE «TEXTOS BÁSICOS»

NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

LA LEY DE LA ENTROPÍA Y EL PROCESO ECONÓMICO

FUNDACIÓN ARGENTARIA

VISOR (distribuciones/s.a.)

Colección Economía y Naturaleza
Serie «Textos básicos», vol. III

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

Traducción:
– Luis Gutiérrez Andrés
– M.ª Victoria López Paños (prólogo)

Published by arrangement with Harvard University Press
Título original: *The Entropy Law and the Economic Process*
© Fundación Argentaria - Visor Distribuciones, 1996

ISBN: 84-7774-973-6
Depósito Legal: M-16.987-1996

Visor Fotocomposición'
Impreso en España - *Printed in Spain*
Gráficas Rógar. Navalcarnero (Madrid)

A mis maestros

ÍNDICE

PRESENTACIÓN, *José Manuel Naredo* 13

PRÓLOGO, *Jacques Grinevald* 15

PREFACIO 41

INTRODUCCIÓN 45

CAPÍTULO I. LA CIENCIA: BREVE ANÁLISIS EVOLUCIONISTA 69
1. Génesis de la ciencia 69
2. Evolución por mutaciones 70
3. La memoria: el más antiguo almacén de conocimiento 71
4. De la clasificación taxonómica a la lógica 72
5. Ciencia teórica y economía de pensamiento 74
6. Diferencias significativas entre Oriente y Occidente 77
7. Ciencia teórica: fuente continua de sugerencias experimentales 80
8. Ciencia teórica y hábito analítico 81
9. Ciencia teórica: un organismo vivo 84

CAPÍTULO II. CIENCIA, ARITMOMORFISMO Y DIALÉCTICA 87
1. "No hay ciencia sin teoría" 87
2. Ciencia teórica frente a ciencia 90
3. Números y conceptos aritmomórficos 91
4. Conceptos dialécticos 93
5. Las tradiciones platónicas en el pensamiento moderno 96
6. Conceptos dialécticos y ciencia 98
7. Probabilidad: un ejemplo de dialéctica hegeliana 101

CAPÍTULO III. CAMBIO, CUALIDAD Y PENSAMIENTO 109
1. Ciencia y Cambio 109
2. Cambio y conceptos dialécticos 112
3. El continuo intuitivo frente al aritmético 115

4. Instantes de tiempo y duración 118
5. Una solución lógica 122
6. ¿Qué es identidad? 123
7. ¿Cuántas son las cualidades? 125
8. Continuidad de las cualidades 127
9. Crítica del aritmomorfismo 129
10. Pensamiento y "Pensamiento" 134

CAPÍTULO IV. MEDICIÓN, TAMAÑO E IDENTIDAD: ALGUNAS LECCIONES OBJETIVAS DE LA FÍSICA 147
1. Física y filosofía de la ciencia 147
2. Medición, cantidad y cualidad 149
3. El residuo cualitativo 153
4. El problema del tamaño 157
5. Identidad y proceso 160
6. Cardinalidad y residuo cualitativo 163

CAPÍTULO V. NOVEDAD, EVOLUCIÓN Y ENTROPÍA: NUEVAS LECCIONES OBJETIVAS DE LA FÍSICA 167
1. Teoría y novedad 167
2. Novedad e incertidumbre 175
3. Histéresis e historia 177
4. Física y evolución 181
5. Tiempo: el gran misterio 184
6. Tiempo y "Tiempo" 189
7. Predicción temporal y tiempo de reloj 191

CAPÍTULO VI. ENTROPÍA, ORDEN Y PROBABILIDAD 197
1. Entropía: orden y desorden 197
2. Entropía y probabilidad 204
3. La hipótesis ergódica y el teorema ergódico 209
4. La antinomia de la mecánica estadística 216

CAPÍTULO VII. AZAR, CAUSA E INTENCIONALIDAD 229
1. Determinismo y ley de los grandes números 229
2. Determinismo y principio de indeterminación 232
3. Alegato de un físico en favor de la causalidad 233
4. Causalidad y libre albedrío 235
5. El imperativo categórico 239
6. Mentalidad pueblerina de la física y noción de causa 242
7. Entropía y actividad intencional 247

CAPÍTULO VIII. EVOLUCIÓN FRENTE A LOCOMOCIÓN 257
1. Procesos irreversibles e irrevocables 257
2. Evolución, irrevocabilidad y vector temporal 259

3. De la parte al todo 262
4. Evolución: un laberinto dialéctico 264
5. La evolución no es una idea mística 268

CAPÍTULO IX. LA REPRESENTACIÓN ANALÍTICA DEL PROCESO Y LA ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN 275
1. El proceso parcial y sus límites 275
2. Las coordenadas analíticas de un proceso parcial 279
3. Stocks y flujos 283
4. Fondos y servicios 289
5. Un modelo de flujo-fondo 293
6. Nuevas reflexiones sobre el modelo de flujo-fondo 297
7. La función de producción 300
8. La economía de la producción 302
9. El sistema fabril y su función de producción 305
10. La producción y el factor temporal 311
11. La fábrica: sus ventajas y limitaciones 315
12. La fábrica y la explotación agrícola 317
13. Flujos y análisis internos 321
14. El diagrama marxiano de la reproducción simple frente a un modelo de flujo-fondo 330
15. Mercancías, procesos y crecimiento 337

CAPÍTULO X. ENTROPÍA, VALOR Y DESARROLLO 347
1. Entropía y valor económico 347
2. La ecuación general del valor 355
3. Entropía y desarrollo 364
4. De la lucha por la entropía al conflicto social 380

CAPÍTULO XI. LA CIENCIA ECONÓMICA: ALGUNAS CONCLUSIONES DE CARÁCTER GENERAL 391
1. Los límites del proceso económico 391
2. ¿Por qué no es la economía una ciencia teórica? 397
3. Modelos aritmomórficos y economía 405
4. La economía y el hombre 418
5. Comportamiento racional y sociedad racional 422
6. El hombre y su tradición 437

APÉNDICES
A. Sobre la consistencia del continuo aritmético 445
B. Ignorancia, información y entropía 467
C. Un modelo simple del Teorema-H de Boltzmann 487
D. Analogías de la Curva-H de Boltzmann 491

E. Los Teoremas de Birkhoff 493
F. Probabilidad y dimensión temporal 495
G. Limitaciones y extrapolaciones en biología 503

ÍNDICE ONOMÁSTICO 521

BIBLIOGRAFÍA 527

TABLAS

1. Microestados de $N_A = 2$, $N_B = 2$ 200
2. Microestados correspondientes al Microestado 1 de la Tabla 1 201
3. La economía *E* representada en forma de proceso 322
4. Tabla Input-Output de flujos de la economía *E* 323
5. Forma consolidada de la Tabla 3 325
6. Forma consolidada correcta de la Tabla 4 326
7. Forma consolidada incorrecta de la Tabla 4 326
8. Tabla Input-Output de un canal subdividido 328
9. Forma consolidada de la Tabla 8 329
10. Tabla Input-Output del diagrama de reproducción de Marx 331
11. Una economía con dos sectores 334
12. Representación esquemática del proceso económico 358

(Las figuras se encuentran en las páginas 210, 211, 457, 488 y 497)

PRESENTACIÓN

Este libro supone un hito de referencia obligada al menos desde tres puntos de vista. En primer lugar, contiene aportaciones inéditas, y en ocasiones definitivas, para la filosofía y la historia de la ciencia aplicadas a la economía, cuya importancia sobresale ante el vacío de elaboraciones no doctrinarias de este género que se acusaba en el momento de su primera edición en inglés, en 1971. En segundo lugar, no sólo ayuda a comprender y relativizar los fundamentos de la ciencia económica establecida, sino que los replantea para posibilitar la gestión de los problemas ecológicos de nuestro tiempo. Anticipemos que las propuestas metodológicas contenidas en el libro suponen una seria ruptura epistemológica respecto de la «ciencia normal» que han venido haciendo los economistas. El autor propone, desde dentro de la profesión, trascender el universo del valor en el que la economía se había desenvuelto desde Adam Smith, para ampliar su objeto de estudio, abriéndolo hacia otros campos del conocimiento y muy particularmente hacia esa «economía de la física» que es la termodinámica. La propuesta de Georgescu-Roegen va mucho más allá de las requisitorias morales o consideraciones «sociológicas» que desde antiguo se venían planteando (Ruskin, Veblen..., Galbraith o Baudrillard) al saber económico establecido: reformula el núcleo duro, matemático y pretendidamente cuantitativo, de la ciencia económica, proponiendo un auténtico «cambio de paradigma». Su impugnación constructiva no sólo recae sobre el talón de Aquiles de la «función de utilidad», sobre el que venían haciendo presa las críticas a la teoría económica, sino sobre la propia «función de producción» que asumían con generalidad los economistas y que permanecía al resguardo de toda crítica. Cabe preguntarse cómo encajó el mundo académico esta reflexión tan fundamental. Precisamente, en tercer lugar, el presente volumen aporta amplia e inédita documentación sobre la forma en la que ha reaccionado la comunidad científica de los economistas ante el «cambio de paradigma» propuesto por Georgescu-Roegen. El profundo estudio introductorio de Jacques Grinevald se encarga de responder con solvencia a esta cuestión y de ofrecer una semblanza biográfica y bibliográfica del autor, que informa sobre el contexto y el proceso intelectual que propiciaron sus elaboraciones rupturistas. Por último, el esfuerzo que ha puesto Luís Gutiérrez en cuidar la traducción y la edición contribuyen, junto a la calidad del mencionado trabajo introductorio, a revalorizar significativamente el libro.

En suma, que el presente volumen no sólo debe interesar a filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia, sino también y sobre todo a economistas y a practicantes de las ciencias de la Naturaleza que pretenden hacer de la reflexión económica un punto de encuentro transdisciplinar. Recordemos que este libro encaja de lleno en el propósito de la colección «Economía y Naturaleza» en la que se integra, que apunta precisamente a establecer puentes entre economía y ciencias de la Naturaleza. El hecho de que hayan pasado veinticinco años sin que se editara en español deja bien evidente el hueco que en el mundo editorial cubre esta colección, completado por los trabajos de edición y contextualización científica del mismo que lo acompañan.

José Manuel Naredo
Director de la colección «Economía y Naturaleza»
Fundación Argentaria

PRÓLOGO

«No tengo tiempo.
No tengo tiempo...»
Evariste GALOIS (1811-1832)[1]

«Desarrollar esta potencia, acomodarla a nuestras necesidades, tal es el objeto de las máquinas que extraen energía del fuego. El estudio de las mismas concita el máximo interés, su importancia es crucial, su utilización crece día por día. Estas máquinas parecen abocadas a provocar una gran revolución en el mundo civilizado».

Sadi CARNOT (1796-1832)
Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance (París, 1824).

A la edad de ochenta y ocho años, el 30 de octubre de 1994, fallecía tras una larga enfermedad Nicholas Georgescu-Roegen en el Centro médico de la Universidad Vanderbilt, en Nashville (Tennessee, Estados Unidos).

Cuando en 1971 se publicó su obra maestra, *The Entropy Law and the Economic Process* (Harvard University Press), N. Georgescu-Roegen tenía sesenta y cinco años. Era profesor de Economía en la Universidad Vanderbilt. La carrera académica de nuestro autor, en plenitud de facultades mentales, alcanzaba su cenit. En 1969 había sido elegido «Distinguished Professor of Economics» y se le había encomendado presentar la prestigiosa «Richard T. Ely Lecture» de la American Economic Association[2]. Su crítica radical de los fundamentos de la ciencia económica imperante, que su libro anterior, *Analytical Economics: Issues and Problems*, de 1966 (también publicado por Harvard University Press), reflejaba ya básicamente, no lo congraciaba con un sector de sus colegas –¡contentémonos con expresarlo así!–. Pese a todo, la enumeración (a cargo de William H. Nicholls) de los méritos que reunía para ser elevado, en 1971, a la dignidad máxima de

[1] Citado por N. Georgescu-Roegen, 1995, «Time in economics», en H. Hagemann y O. F. Hamouda, eds., *The Legacy of Hicks: His contribution to economic analysis*, Londres: Routledge, p. 252.

[2] N. Georgescu-Roegen, 1970, «The economics of production», reeditado en 1976 en su libro *Energy and Economic Myths*, Nueva York: Pergamon, cap. 4.

«Distinguished Fellow of the American Economic Association» concluía en los siguientes términos:

«No American economist has more sucessfully combined in his training and publications the fields of economics, mathematics, and statistics. Yet Georgescu-Roegen has remained a signal defender of the view that many important problems are beyond the reach of numbers. Unique also is his keen knowledge of past and present human institutions. To this knowledge, which ranks very high in his intellectual hierarchy, we owe his penetrating adaptation of analytical tools to a complex structure. A recent product of his broad range of knowledge is his new book, *The Entropy Law and the Economic Process*, in which he develops the revolutionary view that economic activity is an extension of man's biological evolution -an entropic process rather than the mechanical analogue traditional in mathematical economics-. At the same time, Georgescu-Roegen has been and still is a great teacher. Every one of his class lectures is a work of a long-mastered art, the pride of all those who were fortunate to be his students and to know his continuous and friendly devotion to their academic progress and career. To Nicholas Georgescu-Roegen –the scholar, the teacher, the humanist– we pay homage as a true Renaissance man» (*American Economic Review*, junio 1972, 62(3), frontispicio)[3].

Estas hermosas reflexiones no fueron, por desgracia, sino papel mojado para «la economía normativa»[4], que nunca ha cejado en ignorar lo que podríamos denominar el «mensaje terrestre» de Georgescu-Roegen por analogía con el «mensaje celeste» de Galileo en los inicios de la ciencia moderna. En efecto, «en un mundo donde los economistas sustituyen a los sacerdotes» (Ivan Illich), le ocurre al principal disidente de la ciencia económica occidental lo que en su día le ocurriera al «hereje Galileo» enfrentado con la Iglesia.

[3] «Ningún economista estadounidense, en el ejercicio de su profesión y en sus publicaciones, ha aunado con tanto éxito las áreas de la economía, las matemáticas y la estadística. Georgescu-Roegen nunca ha dejado de ser un abanderado insigne de la tesis de que subsisten muchos problemas fuera del alcance de los números. También lo caracteriza su cabal conocimiento de las instituciones humanas del presente y del pasado. A tal conocimiento, que ocupa un lugar muy destacado en su escala de valores intelectual, le debemos su agudeza a la hora de adaptar herramientas analíticas a una estructura compleja. Fruto reciente de un bagaje tan amplio de saberes lo constituye su último libro, *The Entropy Law and the Economic Progress*, en el que desarrolla el enfoque revolucionario de que la actividad económica es una extensión de la evolución biológica del hombre -un proceso entrópico, en vez de la analogía mecánica al uso en la economía matemática-. Al mismo tiempo, Georgescu-Roegen ha sido, aún lo es, un gran profesor. Cada una de sus clases magistrales es el resultado de un arte que domina a fondo, el orgullo de todos aquellos que han tenido la fortuna de ser alumnos suyos y de apreciar su interés continuo y cercano por el progreso académico y la trayectoria profesional de cada cual. A Nicholas Georgescu-Roegen, el estudioso, el maestro, el humanista, le rendimos tributo como a un auténtico hombre del Renacimiento». *N. del T.*

[4] Véase la crítica de Wassily Leontief (Premio Nobel de Economía en 1973), «Academic economics», *Science*, 9 de julio de 1982, 217, pp. 104-107.

El asunto Georgescu-Roegen[5] no afecta sólo al dogma mecanicista de la economía matemática moderna, que precisamente arranca de la revolución de Galileo y del éxito clamoroso de la Mecánica de los cuerpos celestes de Newton y de Laplace. Lo que se cuestiona en esta reedición del asunto Galileo es la cultura científica dominante de nuestra civilización industrial, que ha relegado las implicaciones revolucionarias de la ley de la entropía creciente, el célebre Segundo Principio de la Termodinámica, formulado en el ecuador del siglo XIX en términos distintos a partir del trabajo pionero de Sadi Carnot (1824), aun cuando se respete, de forma anacrónica y contradictoria, la epistemología reduccionista del mecanicismo que ha llevado a cabo «la eliminación del Tiempo»[6].

Atendiendo a la invitación de José Manuel Naredo[7], de cuya iniciativa es deudora la presente traducción española de la obra cumbre de N. Georgescu-Roegen, había empezado yo a redactar este Prólogo durante el verano de 1994, mientras preparaba también una nueva edición francesa[8] de la corta introducción a la bioeconomía de Georgescu-Roegen que, con Ivo Rens, había publicado en 1979. Hasta enero de 1995, por una llamada telefónica desde Madrid y gracias a mi amigo Naredo –a quien venía de darle la noticia otro amigo termodinámico (Antonio Valero) de regreso de los Estados Unidos–, no supe que Georgescu-Roegen había muerto.

La última vez, finalizando los años ochenta, en que tuve ocasión de verle, Georgescu-Roegen me había despedido con un grado de emotividad que hacía presagiar unos adioses postreros. Su precaria salud le impidió asistir a la conferencia de Roma convocada, en 1991, como un homenaje a sus ochenta y cinco años. Gabriel Lozada, que acababa de defender el paradigma de Georgescu-Roegen ante un ataque malintencionado publicado por la revista *Ecological Economics*[9], me había comunicado desde los Esta-

[5] J. Grinevald, 1980, «Le sens bioéconomique du développement humain: l'affaire Nicholas Georgescu-Roegen», *Revue européenne des sciences sociales (Cahiers Vilfredo Pareto)*, 51, pp. 59-75; 1981, «Energy and Economic Myths, by Nicholas Georgescu-Roegen», *Technology and Culture*, 22, pp. 655-658; 1984, «N. Georgescu-Roegen: Energia e miti economici», *Note Economiche*, Monte dei Paschi di Siena, 2, pp. 173-177.

[6] Emile Meyerson (1859-1933), 1908, *Identité et réalité*, París, 2.ª ed. 1926, cap. VI. Georgescu-Roegen no lo cita, pero ello no implica que no lo hubiera leído.

[7] José Manuel Naredo es autor de una notable síntesis histórico-crítica post-Georgescu-Roegen: *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, 1987, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda, Siglo XXI de España Editores; reedición actualizada: Madrid: Siglo XXI Ed., 1996.

[8] Nicholas Georgescu-Roegen, 1995, *La Décroissance: entropie-écologie-économie*, presentación y traducción de Jacques Grinevald e Ivo Rens, París: Sang de la terre. (1.ª edición, 1979, *Demain la décroissance: entrope-écologie-économie*, prefacio y traducción de Ivo Rens y Jacques Grinevald, Lausana: Pierre-Marcel Favre).

[9] Gabriel A. Lozada, 1991, «A defense of Nicholas Georgescu-Roegen's paradigm», *Ecological Economics*, 3, pp. 157-160 (E. L. Khalil, 1990, «Entropy law and exhaustion of natural resources: is Nicholas Georgescu-Roegen's paradigma defensible?», *Ecological Economics*, 2, pp. 163-178; 1991, «Entropy law and Georgescu-Roegen's paradigm: a reply», *Ecological Economics*, 3, pp. 161-163). G. Lozada participó en la conferencia de Roma de 1991 (cuyas actas fueron publicadas en 1993).

dos Unidos, en octubre de 1992, noticias inquietantes. Vencida por el peso de la edad, la salud de Georgescu-Roegen se había deteriorado sin remedio, aunque mantenía una actividad intelectual asombrosa. Desde el punto de vista estadístico, su fallecimiento nada tenía de particular. La sorpresa surgió del hecho de recibir notificación del óbito con tanto retraso y de modo tan privado.

Excepción hecha de *The New York Times*[10], que no leí, la prensa internacional pasó por alto la muerte de Georgescu-Roegen, el gran rival científico de Samuelson. Así, paradójicamente, uno de los más «eminentes economistas»[11] desde Keynes, el padre de la *bioeconomía*, uno de los principales teóricos de la nueva sensibilidad ecológica que se preocupa de nuestra responsabilidad ante la Biosfera y las futuras generaciones, ha desaparecido como si nada le debiera el mundo intelectual de las postrimerías del siglo XX.

El autor de *The Entropy Law and the Economic Process* –un clásico para la «economía ecológica»[12] y la «ecología industrial»[13]– era, no obstante, un auténtico científico, un sabio, un innovador, pero también –es menester reconocerlo– un profeta, un hereje, un disidente a quien preferían ignorar los maestros pensadores de su época. Su celebridad científica en la década de los setenta[14] se redujo, al parecer, a un corto período de tiempo. El imperialismo ideológico de la economía hegemónica sofocó las tesis de Georgescu-Roegen con preferencia incluso a otras corrientes heterodoxas.

Por otra parte, la divulgación a cargo de Jeremy Rifkin en su éxito de ventas de 1980 *Entropy: A New World View*, supuso la puntilla para la reputación científica de Georgescu-Roegen, especialmente irritado por el asunto dado que él mismo había avalado a priori dicho libro al entregarle a Rifkin una advertencia final que le servía de marchamo. Quizá tuvo mayor

[10] Sylvia Nasar, «Nicholas Georgescu-Roegen, leading economist, dies at 88», *New York Times*, 5 de noviembre de 1994, p. 32.

[11] Véase Mark Blaug y Paul Stuges, eds., 1983, *Who's Who in Economics: A Biographical Dictionary of Mayor Economists 1700-1981*, Nueva York: Wheatsheaf Books (2.ª ed., 1986, Cambridge, Mass.: MIT Press). Mark Blaug, 1985, *Great Economists since Keynes*, Nueva York, Harvester: Wheatsheaf. Michael Szenberg, ed., 1992, *Eminent Economists: Their Life Philosophies*, Cambridge: Cambridge University Press. Michel Beaud y Gilles Dostaler, 1993, *La pensée économique depuis Keynes. Historique et dictionnaire des principaux auteurs*, París: Seuil.

[12] Para una panorámica histórica, consúltese Juan Martínez-Alier y Klaus Schlüpmann, 1987, *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Oxford: Blackwell (contiene una bibliografía muy completa). [Traducción española, 1991, *La ecología y la economía*, México: Fondo de Cultura Económica.] En 1988 se creó la International Society for Ecological Economics, que publica la revista académica *Ecological Economics* (Elsevier), a ciencia cierta la publicación donde, en estos últimos años, se ha citado con mayor frecuencia *The Entropy Law and the Economic Process*, así como el nombre de N. Georgescu-Roegen.

[13] Véase Suren Erkman, 1996, *Vers une écologie industrielle*, París: Fondation pour le progrès de l'homme (contiene una visión histórica y una bibliografía muy completa).

[14] Nicholas Wade, «Nicholas Georgescu-Roegen: entropy, the measure of economic man», *Science*, 31 de octubre de 1975, 190, pp. 447-450.

incidencia el hecho de que Georgescu-Roegen se hubiera enfrentado con su discípulo más aventajado, Herman H. Daly, cuya doctrina criticaba –la antítesis del crecimiento económico era el estado estacionario, según Daly–. Esta tesis convertía a su promotor en una figura de más relieve en el mundo medioambiental anglosajón que al autor de *The Entropy Law and the Economic Process*.

Nicholas Georgescu-Roegen pertenecía a esa corriente de espíritus innovadores de quienes suele decirse que «su pensamiento se adelanta a su tiempo», cuando en realidad lo que ocurre es que no se encuentran en el lugar oportuno para que los entiendan[15]. Georgescu-Roegen tenía clara conciencia de ser un científico revolucionario, el padre de una nueva «visión» –en el sentido de su maestro Schumpeter–. Al subvertir las bases científicas del pensamiento económico, así como la filosofía dominante de la tecnociencia del momento, se había convertido en un genio perturbador.

No se le perdonaba su cruzada contra los abusos del formalismo matemático; contra la identificación de la información y de la «negentropía» (un contrasentido del cientifismo en la era del ordenador); contra la teoría económica del crecimiento ilimitado, ¡por no citar su apoyo a los ecologistas que abogan por la desaceleración del crecimiento! ¿Acaso no se le imputaba el delito de haber destruido la confianza que deberíamos depositar en los «recursos de la ciencia económica» para explicar y guiar «la economía de los recursos»?[16]. Al presentar su dimisión ante la American Economic Association en septiembre de 1985, ¿no había firmado Georgescu-Roegen, de puño y letra, su sentencia de muerte, como también creía haberlo hecho a mitad de la década de los sesenta[17] cuando criticó a sus colegas de la Sociedad de Econometría?

La restringida conferencia internacional organizada en Roma, en noviembre de 1991, bajo el lema «Entropía y Bioeconomía», que reproducía el título de la monografía de dos rumanos, Joseph C. Dragan y Mihai C. Demetrescu[18], pretendía sin duda rendir un homenaje, en la efeméride de

[15] N. Georgescu-Roegen, «Hermann Heinrich Gossen: his life and work in historical perspective», Introducción a J. J. Gossen, *The Law of Human Relations and the Rules of Human Actions Derived Thereform* (1854), traducido y editado por Rudolph C. Blitz, 1983, Cambridge, Mass.: MIT Press, pp. xi-cxlv.

[16] N. Georgescu-Roegen señalaba cuán absurda era la posición expresada por Robert M. Solow (que recibiría el Premio Nobel de Economía en 1987) en su Richard T. Ely Lecture: «The economics of resources or the resources of economics», *American Economic Review*, 1974, 64, pp. 1-14. Sobre este debate, consúltese. V. Kerry Smith, ed., 1979, *Scarcity and Growth Reconsidered, Resources for the Future*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.

[17] N. Georgescu-Roegen, «Further thoughts on Corrado Gini's *Delusioni dell'econometria*» (International Symposium on Statistics as Methodology in the Social Sciences, Roma, marzo de 1966); nuevamente publicado en *Energy and Economic Myths*, cap. 10.

[18] J. C. Dragan y M. C. Demetrescu, 1986, *Entropy and Bioeconomics: The New Paradigm of Nicholas Georgescu-Roegen*, Milán: Nagard, 2.ª ed. 1991.

sus ochenta y cinco años, a la figura de un sabio revolucionario, del fundador del nuevo paradigma de la *bioeconomía*. En este acto se reencontraron la mayoría de los primeros discípulos de Georgescu-Roegen, venidos desde todos los rincones del mundo[19].

Cuando acepté la amistosa invitación de José Manuel Naredo, muy lejos estaba yo de sospechar que dicha tarea, de tanta responsabilidad, se trocaría al hilo de los acontecimientos en un homenaje póstumo, en un elogio fúnebre rompedor de la indiferencia general. Para marcar época, afirmaba Goethe, hay que dejar un considerable legado. El legado de Georgescu-Roegen es inmenso. Todavía hoy se desconoce su envergadura. Nuestros descendientes, que sufrirán las consecuencias de nuestra arrogancia y de nuestra negligencia, nos reprocharán el olvido de un genio –«un personaggio, sotto molti profili, straordinario»[20]–, que derrochó energía en vivificar (en la acepción plena del término) nuestro modo de pensar la economía, tan dramáticamente reducida a una *cinemática* abstracta de la «máquina económica», en una época en que ya sería oportuno cambiar de metáfora.

Las publicaciones del mundo académico no experimentan, al parecer, más urgencia que la prensa y los mass-media a la hora de rendir tributo al gran Nicholas Georgescu-Roegen[21]. No es únicamente al hombre a quien se cuestiona, sino también y ante todo su pensamiento, la evolución de su pensamiento –que se inscribe en la historia de la «problemática de la evolución»–[22]. Esta constatación sobre la situación actual del pensamiento de Georgescu-Roegen, con tanto sentido para la sociología de las ciencias, iguala nuestro sentimiento de amargura respecto del conflicto que enfrentaba al hereje Georgescu-Roegen con la nueva iglesia universal de la Cien-

[19] J. C. Dragan, E. K. Seifert y M. C. Demetrescu, eds., 1993, *Entropy and Bioeconomics*. Proceedings of the First International Conference of the European Association for Bioeconomic Studies, Roma 28-30 de noviembre de 1991, Milán: Nagard. Véase J. Grinevald, 1992, «La révolution bioéconomique de Nicholas Georgescu-Roegen. A propos de la première conférence internationale de bioéconomie à Rome les 28-30 novembre 1991», *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, (Ginebra), octubre, pp. 23-34.

[20] G. Beccatini, 1973, «Introduzione» a N. Georgescu-Roegen, *Analisi economica e processo economico*, Florencia: Sansoni, p. vii.

[21] Nada se dice en *Science* o en *Nature*. Herman E. Daly, 1995, «On Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to economics: an obituary essay», *Ecological Economics*, 13(3), pp. 149-154. Sylvana de Gleria, 1995, «Nicholas Georgescu-Roegen: a mind that thought above his time», *Economia Internazionale*, 48(3), pp. 317-346. Kozo Mayumi, 1995, «Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994): an admirable epistemologist», *Structural Change and Economic Dynamics*, 6, pp. 261-265. J. Grinevald, 1995a, «In memoriam Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994)», *Ecologie politique*, 13, pp. 149-150 (traducción en catalán en *Metode*, revista de difusión de la investigación de la Universidad de Valencia, 1995, 10, p. 3); 1995b, «Hommage à Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994)», *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, pp. 77-79.

[22] François Meyer, 1954, *Problématique de l'évolution*, París: PUF; 1974, *La Surchauffe de la croissance: essai sur la dynamique de l'évolution*, París: Fayars, «Ecologie». Geoffrey M. Hodgson, 1993, *Economics and Evolution: Bringing Life Back Into Economics*, Cambridge: Polity Press.

cia –retomamos la expresión de otro gran disidente de la ciencia oficial de Occidente, el matemático Alexandre Grothendieck–[23].

Son muy contados los economistas galardonados con el «Nobel de Economía» que, como Paul A. Samuelson (el primer estadounidense en recibir el premio en 1970), por comedido que fuera el tono de su petición, hayan expresado el deseo de que el jurado de Estocolmo distinguiera a quien nos hizo patente que «the image of an hourglass is more appropriate for economics than that of an undamped pendulum»[24]. Con todo, el reputado manual de Samuelson, que marca la pauta en la enseñanza de esta disciplina, omite (en sus últimas ediciones) la entropía, la bioeconomía y hasta el nombre de Georgescu-Roegen.

No obedece pues al azar el hecho de que Georgescu-Roegen haya fallecido sin haber sido galardonado con el «Nobel de Economía» a diferencia de sus antiguos colegas. El único «Nobel» que enaltece una ciencia social no es tal Nobel en realidad, sino el «Nobel Memorial Prize in Economic Science» creado por el Banco de Suecia para festejar su tercer centenario en 1968. Lamentablemente, se asimila a los restantes premios del mismo nombre porque «se dispensa desde 1969 en idénticas condiciones de designación y reconocimiento de méritos que los demás premios»[25].

Con mis modestos recursos he intentado difundir la noticia de la muerte de Georgescu-Roegen. Las reacciones han sido bastante tibias. Sus admiradores se entristecieron y se quedaron estupefactos ante el silencio de los periódicos. El economista Stefano Zamagni, uno de los más fervientes partidarios de Georgescu-Roegen entre sus amigos italianos[26], me escribió: «¡qué escándalo!». Anthony M. Tang, coeditor en 1976 de una publicación importante en honor de Georgescu-Roegen[27], me remitió, lo mismo que Otilia (la viuda), informaciones valiosas, entre éstas su propio panegírico y la necrológica en *The New York Times* que yo –igual que los demás, al parecer– había pasado por alto. Los Archivos Nicholas Georgescu-Roegen, en la Biblioteca de la Duke University, en Durham (Carolina del Norte,

[23] J. Grinevald et al., eds., 1984, *La Quadrature du CERN*, Lausana: Editions d'En Bas, pp. 148-149.

[24] Paul A. Samuelson, 1990, «Tribute to Nicholas Georgescu-Roegen on his 85th birthday», *Libertas mathematica*, 10, pp. 1-4 (Volumen monográfico dedicado a N. Georgescu-Roegen con ocasión de cumplir 85 años). Paul A. Samuelson, 1989, «Gibbs on Economics», en D. G. Caldi y G. D. Mostow, eds., *Proceedings of Gibbs Symposium*, American Mathematical Society, pp. 255-267, citado por Gabriel A. Lozada, 1995, «Georgescu-Roegen's defense of classical thermodynamics revisited», *Ecological Economics*, 14(1), pp. 31-44.

[25] Josepha Laroche, 1995, *Les Prix Nobel*, París: Presses Universitaires de France, p. 25.

[26] S. Zamagni, 1979, *Georgescu-Roegen: i fondamente della teoria del consumatore*, Milán: Etas Libri, «Gli economisti»; 1982, «Introduzione», en N. Georgescu-Roegen, *Energia e miti economici*, Turín: Boringhieri; 1987, «Georgescu-Roegen, Nicholas (1906-)», en J. Eatwell et al., eds., *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Londres: Macmillan, vol. 2, pp. 515-516.

[27] Anthony M. Tang, Fred M. Westfield, James S. Worley, eds., 1976, *Evolution, Welfare, and Time in Economics: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*, Lexington, Mass.: Lexington Books.

Estados Unidos), quizá permitirán a un investigador perspicaz esclarecer el asunto Georgescu-Roegen, de forma similar a como Pietro Redondi lo ha conseguido recientemente en el caso Galileo, que ya creíamos archivado.

Con ciertos escrúpulos presento pues a un autor que sus contemporáneos tienen dificultad en asimilar. Si el editor de la presente traducción española me ha honrado estimándome la persona idónea para este Prólogo, debo agradecérselo sinceramente. No obstante he de advertir al lector que mi introducción refleja un punto de vista estrictamente personal –el punto de vista de un filósofo, de un historiador del desarrollo científico y tecnológico de Occidente, cuyo único mérito o cuya única suerte, en cualquier caso, radica en haber conocido a Nicholas Georgescu-Roegen en el momento y en el lugar oportunos–.

Por lo demás, el nombre de Georgescu-Roegen no es desconocido en el ámbito universitario latino. Su notoriedad es grande en Italia y en América Latina. En España, cultivadores de la economía ecológica como Juan Martínez-Alier y José Manuel Naredo[28], amén de otros profesores, han contribuido a difundir el nuevo paradigma de «La ley de la entropía y el problema económico»[29], el breve texto de avanzadilla de 1970 que constituye el mejor resumen del argumento básico de *The Entropy Law and the Economic Process.*

Nicolae Georgescu (su nombre genuino) nació en los albores del siglo XX, el 4 de febrero de 1906 (¡el año en que se suicidó Boltzmann!) en el antiguo reino de Rumanía, en la pequeña ciudad cosmopolita de Constanza a orillas del mar Negro, «ese baluarte del Mediterráneo» (Helena Vacaresco). Por entonces Rumanía era el escenario de una revuelta generalizada de campesinos. El problema agrario, pese a unas tímidas reformas, nunca se resolvió. El crecimiento demográfico alimentaba siempre la «hambruna del campo». La agricultura representará una de las máximas preocupaciones de Georgescu-Roegen, que a su manera conectará con Quesnay y Malthus. De origen familiar muy humilde, diríamos que pobre, Nicolae Georgescu se convertirá a la larga, una vez emigrado a los Estados Unidos, en el eminente profesor Nicholas Georgescu-Roegen, miembro de numerosas academias e instituciones científicas.

Por su cuna nada podía hacer presagiar que Georgescu (un apellido muy vulgar en Rumanía) fuera a labrarse un puesto en el mundo intelectual, en el universo de los economistas «con aspiraciones científicas», en palabras de su amigo y colega François Perroux (1903-1987); especialmente, de un modo mucho más extenso y duradero, en el nuevo mundo de la «conciencia ecológica», la conciencia de la especie *Homo sapiens faber*, ineludiblemente confrontada a los límites planetarios de la Biosfera[30].

El itinerario de Georgescu fue accidentado porque se inscribe en la historia dramática de la Europa del presente siglo. Los intelectuales rumanos de su generación que, como él, relumbrarán profesionalmente en Occidente, ofrecen el ejemplo de lo que Freud llamaba en 1929 *Das Unbehagen in der Kultur*, «el malestar en la cultura». Esta diáspora intelectual rumana, que se afincó tanto en París como en los Estados Unidos, ha troquelado profundamente la cultura occidental del siglo XX (de la era cristiana latina) con las críticas a sus mitos e ilusiones –así lo ha hecho, en un estilo singularmente iconoclasta, Emil Cioran (1911-1995), exiliado en París en 1937 y que expresa sin paliativos la «desgracia de ser rumano»–. Pero Georgescu-Roegen no cultivará las letras. En contraposición a Cioran nunca admirará a Lenin, ni a Hitler, ni a la «Guardia de hierro», los nazis rumanos. Como lo explicó personalmente en distintas ocasiones, Georgescu no pertenecía –ni perteneció nunca en realidad– a un medio social privilegiado como Mircea Eliade (1907-1986), su renombrado coetáneo. Eliade se hallaba en el extranjero durante la II Guerra Mundial y allí permanecería luego, en París primero y en Chicago después. Georgescu-Roegen, por su parte –no es un dato irrelevante en esta trágica historia del derrumbamiento de la Gran Rumanía–, resistió apoyando hasta el último momento a Juliu Maniu (1873-1951), el heroico jefe del Partido nacional campesino.

Mircea Eliade, reputado como historiador de las religiones -es menester leer *El Mito del eterno retorno* para captar mejor las resistencias culturales con que se acoge el descubrimiento inesperado de la entropía-, nos desvela la dimensión *religiosa* del mundo neolítico de las sociedades agrarias, «sin entropía» en expresión de Claude Lévi-Strauss en los años cincuenta. La insistencia de su compatriota Georgescu-Roegen sobre el aspecto antropomórfico, propiamente económico de *la ley de la entropía* (acerca de la

[28] Consúltese en particular J. Martínez-Alier y J. M. Naredo, 1982, «A marxist precursor of energy economics: Podolinsky», *Journal of Peasant Studies*, 9(2), pp. 207-224. Juan Martínez-Alier y Klaus Schlüpmann, 1987, *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Oxford: Basil Blackwell (2ª ed. 1990). [Traducción española, 1991: *La ecología y la economía*, México: Fondo de Cultura Económico].Frank-Dominique Vivien, 1994, *Economie et écologie*, París: La Découverte.

[29] N. Georgescu-Roegen, 1978, «La ley de la entropía y el problema económico», *Ciencia y desarrollo* (México), 18, pp. 64-70 (cap. 3 en *Energy and Economic Myths*). Véase también Jorge Wagensberg, 1980, «Conversaciones con Nicholas Georgescu-Roegen», *Nosotros y la Ciencia*, Barcelona: Antoni Bosch, pp. 157-177. N. Georgescu-Roegen, 1971, *The Entropy Law and the Economic Problem*, Distinguished Lecture Series Nº 1, Delivered December 3, 1970, Department of Economics, The Graduate School of Business and Office for International Programs, University of Alabama, 16 p. Texto reeditado en la revista inglesa *The Ecologist* (Julio de 1972) y en varias antologías de temas medioambientales, especialmente en Herman E. Daly, ed., 1973, *Toward a steady-state economy*, San Francisco: Freeman, cuya 2.ª edición, 1980, se titula *Economics, Ecology, Ethics*, San Francisco: Freeman [Traducción española, 1989: *Economía, ecología y ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario*, México: Fondo de Cultura Económico,], y cuya 3.ª edición es Herman E. Daly y Kenneth N. Townsend, eds., 1993, *Valuing the Earth: Economics, Ecology, Ethics*, Cambridge, Mass.: MIT Press.

[30] W. Vernadsky, 1924, *La Géochimie*, París: Félix Alcan, p. 342; 1929, *La Biosphére*, París: Félix Alcan.

cual ha comentado que introduce *la historia* en la física) entraña una *significación cultural* que la obra de Mircea Eliade, o de C. Lévi-Strauss, nos ayudará a comprender. ¿No anota Paul Valéry «(Entropía) Antropía»? ¿No ha dejado escrito el antropólogo Claude Lévi-Strauss, en *Tristes tropiques*, el nombre de su disciplina «entropología»?

El padre de Georgescu-Roegen era oficial en el ejército rumano, capitán, como el padre de Eliade. Nuestro autor perdió a su irremplazable primer maestro cuando sólo tenía ocho años. La I Guerra Mundial hacía de la vida cotidiana una empresa ardua. La madre, institutriz en una familia más bien inculta, debía trabajar en duras condiciones, por lo que muy pronto Georgescu-Roegen se convertiría en su propio *pater familias*. Durante toda su vida será un trabajador infatigable y un gran lector. De una curiosidad y de una inteligencia excepcionales, acumulará un saber enciclopédico, digno de un hombre del Renacimiento. Su obra da fe de su talante interdisciplinar, de su carácter *transdisciplinar* (un concepto acuñado por Jean Piaget).

La vocación por las matemáticas de Georgescu despuntó muy precozmente, como suele ocurrir con el don para las mismas. Sus cualidades en este campo fueron rápidamente apreciadas y alentadas, de tal suerte que desde la edad de diez años una serie de becas estatales le posibilitaron la realización de unos estudios sólidos y dilatados. Al publicar artículos en la *Gazeta Matematica* agregó «-Roegen» a su apellido. Ingresó en el liceo militar Manastirea Dealu, el centro más prestigioso del país. Una vez obtenida la licenciatura en Matemáticas por la Universidad de Bucarest (1926), consiguió de nuevo una beca para desplazarse a París a fin de cursar el doctorado en Estadística por la Sorbona (1927-1930).

En la Facultad de Ciencias de París fue alumno de los grandes maestros de la escuela francesa del Cálculo de Probabilidades: Maurice Fréchet (1878-1973), Georges Damois (1888-1960) y, especialmente, de Emile Borel (1871-1956), el director del recién creado Instituto Henri Poincaré. Entre los brillantes físicos de entonces, expertos en termodinámica al mismo tiempo que creadores de la nueva microfísica, Louis de Broglie (1892-1987) era un gran escritor científico (como Poincaré y Borel): de sus enseñanzas extrajo Georgescu-Roegen un provecho del que bien poco se ha hablado. Nuestro estudiante rumano, un extranjero, un «meteco» en expresión de la época, asistió a otros muchos cursos complementarios; entre éstos, a cursos de economistas con formación en Estadística como Jacques Rueff (1896-1978) y Albert Aftalion (1874-1956). Lejos estaba nuestro autor de prever que estudiaría más tarde la carrera de Económicas. ¡Ya sabía que los ciclos económicos distan de ser cíclicos! La econometría era una disciplina incipiente, pero Georgescu-Roegen anhelaba convertirse en un profesor de matemáticas. También descubrió en París la obra científica y filosófica de Blaise Pascal (1623-1662), cuya afortunada distinción entre

el espíritu geométrico y *el espíritu de finura* le inspirará su particular dicotomía entre *pensamiento aritmomórfico* y *pensamiento dialéctico*.

Con veinticuatro años, el 27 de junio de 1930, Georgescu defiende en la Sorbona su tesis doctoral en Estadística, titulada: «El problema de la búsqueda de los componentes cíclicos de un fenómeno», de la que fue director Damois (quien había sustituido a Borel). El trabajo merece la calificación de «Sobresaliente cum laude». Borel envía una reseña a la Academia de Ciencias y la tesis se publica en el *Journal de la Société de Statistique de Paris* el 30 de octubre de 1930. Georgescu llegó a Francia como matemático y abandona el país como especialista en Estadística.

Georgescu perfiló después su formación científica en el University College de Londres, donde colabora dos años con el profesor Karl Pearson (1857-1936), el fundador de la estadística matemática moderna (su historia es hoy el centro de atención de una importante literatura crítica). Al lado del venerable Pearson, de quien no adopta, sin embargo, el eugenismo ni el «darwinismo social» de sus ideas socialistas, Georgescu se familiariza con los trabajos de *biometría* y de biología matemática entonces en boga. Se interesa por la genética de las poblaciones y por la teoría de la evolución, inseparable de la «revolución probabilística»[31]. Su formación en matemática aplicada corre paralela a «la edad de oro de la ecología teórica»[32], un aspecto que aún no ha sido integrado en la historiografía de «la formalización matemática de lo real»[33].

Con Pearson, de quien admira el libro de epistemología *The Grammar of Science*, Georgescu-Roegen estudia más a fondo la filosofía del conocimiento de Ernst Mach (1838-1916), el célebre autor vienés que critica las pretensiones metafísicas de la Mecánica newtoniana. Mach, prácticamente relegado por el siglo que estrenaba, escribía: «La opinión que convierte a la mecánica en el pilar fundamental de todas las restantes ramas de la física, en el ineludible modelo explicativo *mecánico* para todos los fenómenos físicos es, a nuestro entender, un pre-juicio. (...) La concepción mecánica de la Naturaleza la consideramos como una hipótesis muy comprensible desde la perspectiva histórica, justificable y quizá muy útil en una etapa dada, pero artificial en resumidas cuentas»[34]. Georgescu-Roegen, aun cuando haga sus matizaciones, reivindicará el legado de la filosofía de Mach (denos-

[31] Lorenz Krüger et al., eds., 1987, *The Probabilistic Revolution*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 2 vols. Véase también Alain Desrosières, 1993, *La politique des grands nombres: histoire de la raison statistique*, París: La Découverte. Patrick Tort, ed., 1996, *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, París: Presses Universitaires de France, 3 vols. (¡en todos estos textos se omite citar a Georgescu-Roegen!).

[32] Francesco M. Scudo, 1984, «The 'golden age' of theoretical ecology: a conceptual appraisal», *Revue européenne des sciences sociales (Cahiers Vilfredo Pareto)*, 67, pp. 11-64.

[33] Giorgio Israel, 1996, *La mathématization du réel*, París: Seuil.

[34] Ernst Mach, 1904, *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, traducción de Emile Bertrand, introducción de Emile Picard, París: Hermann, pp. 465-466 (reimpreso en 1987 en París: Editions Jacques Gabay).

tada por Lenin y los atomistas neomecanicistas). También denunciará la «mitología mecánica» de los economistas tan acertadamente etiquetados de neoclásicos[35]. La epistemología de Mach con su impronta darwinista y termodinámica (la energética), puntualizada por Pearson así como por Duhem[36], deparará a Georgescu-Roegen las líneas maestras de la economía de pensamiento de la ciencia teórica y su valor adaptativo, utilitario, en la evolución humana. ¡Mach aseguraba haberse inspirado en determinados economistas! Tras los pasos de Max Planck (1858-1947), un sector de eminentes físicos teóricos se escandalizó ante esta mezcla entre la ciencia y la economía, rechazando la termodinámica (fenomenológica) por su antropomorfismo. Dicho prejuicio antropomórfico jugará un importante papel de contrapeso frente a Georgescu-Roegen y explica el silencio de los físicos a propósito de *The Entropy Law and the Economic Process*[37].

Desde este período de entreguerras, tan fértil en novedades intelectuales en el ámbito de las ciencias y en el de las artes, Georgescu-Roegen se interesa sin desmayo por la lógica, la filosofía de las ciencias, la epistemología o la metodología. En esta época –es un dato al que se le presta escasa atención–, *el principio de Carnot*, el célebre segundo principio de la termodinámica –la *entropía*[38], «ese concepto tan prodigiosamente abstracto» (Henri Poincaré)[39]–, se erige asimismo en tema central de intensas controversias, a veces encarnizadas, y que nunca han dejado de suscitarse desde Maxwell y Boltzmann. La «prodigiosa carrera del concepto de entropía»[40] –«a very unwelcome concept into nineteenth-century science», según K.G. Denbigh[41]– recobrará actualidad, como sabemos, tras la II Guerra Mundial con el famoso teorema de John von Neumann de la irreversibilidad de la medida en mecánica cuántica, los ordenadores y la física del cálculo, la teoría matemática de la comunicación, la cibernética de Wiener, la teoría de la información de Brillouin[42], los múltiples avatares del «demonio de Maxwell»[43], sin que hagamos caso omiso de los grandes problemas de la cosmología y la biología teórica. Las ciencias sociales también importaron la noción de entropía[44] que, de puro abstracta, se hizo omnímoda, lo cual contribuyó a su resonancia antes que a su comprensión.

Como lo demuestra *The Entropy Law and the Economic Process*, así como otros muchos textos posteriores (y todavía desperdigados), Georgescu-Roegen era un excelente conocedor de los debates sobre la entropía (casi siempre muy técnicos, a veces con una fuerte carga ideológica). Lo subyugaba «la paradoja de la irreversibilidad» desde que leyó el tratado de Mecánica estadística de Borel[45]. No deja de aludir a *The Nature of the Physical World* de Arthur Eddington (1882-1911), publicado en 1928, que introducía la expresión del «vector temporal» en las discusiones sobre la ley del incremento de la entropía. El acierto de esta metáfora fue enorme. Excepción hecha de Georgescu-Roegen, los teóricos del desarrollo económico y de la revolución industrial han soslayado curiosamente este gran debate *interdisciplinar* que subvierte todas las concepciones clásicas de la Naturaleza[46]. *The Entropy Law and the Economic Process* resulta, a tales efectos, tan extraordinario (en la acepción literal del término) que aún permanece am-

[35] Con posterioridad a Georgescu-Roegen, algunos historiadores de las ciencias y de las ideas han analizado minuciosamente las relaciones entre la economía neoclasica y la física mecanicista clásica. Consúltese el controvertido libro de Philip Mirowski, 1989, *More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics*, Cambridge: Cambridge University Press. Este estudio de la metáfora mecanicista en la ciencia económica también se hizo al margen de los trabajos de Georgescu-Roegen; véase B. Ingrao y G. Israel, 1987, *La mano invisibile. L'equilibrio economico nella storia della scienza*, Bari: Laterza (edición inglesa, 1990: *The Invisible Hand. Economic Equilibrium in the History of Science*, Cambridge, Mass.: MIT Press).

[36] El nombre del físico francés Pierre Duhem (1861-1916) se omite en los libros americanos de Georgescu-Roegen, pero aparece en otros textos. En 1977, en Estrasburgo, Georgescu-Roegen me comentó que había leido, «por supuesto», las principales obras de Duhem (pero no me concretó cuándo). Sobre «esta *economía intelectual* en la que M. E. Mach ve la finalidad, la guía de la Ciencia», véase P. Duhem, 1981, *La Théorie physique* (2.ª edición 1914), introducción de Paul Brouzeng, París: Vrin, pp. 27 y 54; y, 1992, *L'évolution de la mécanique*, París: Vrin (1.ª edición 1903).

[37] Phyllis Jenkin, 1975, *Structure and contradiction in scientific development: the case of Nicholas Georgescu-Roegen and the entropy law*, University of Manchester, Faculty of Science, Master of Science, sin publicar.

[38] La obra de Georgescu-Roegen abunda en referencias históricas. Véase también Bernard Brunhes, 1908, *La Dégradation del'énergie*, París: Flammarion (reedición, 1991: «Champs»); Charles Brunold, 1930, *L'Entropie. Son rôle dans le développement historique de la thermodynamique*, París: Masson; Joseph Kestin, ed., 1976, *The Second Law of Thermodynamics*, Stroudsburg, Dowden: Hutchinson & Ross; P. W. Atkins, 1984, *The Second Law*, Scientific American, Nueva York: Freeman, 2.ª ed. 1994; e Ilya Prigogin e Isabelle Stengers, 1979, *La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la science*, París: Gallimard, 2.ª ed. 1986.

[39] Henri Poincaré (1854-1912), 1902, *La Science et l'Hypothèse*, París: Flammarion; reedición, 1989: «Champs», p. 187.

[40] Paul Chambadal, 1963, *Evolution et application du concept d'entropie*, París: Dunod, p. 198.

[41] K. G. Denbigh, 1975, *An Inventive Universe*, Londres: Hutchinson, p. 60.

[42] Léon Brillouin (1889-1969), 1959a, *La Science et la théorie de l'information*, París: Masson; 1959b, *Vie, Matière et Observation*, París: Albin Michel; 1964, *Scientific Uncertainty, and Information*, Nueva York. L. Brillouin impartía clase en París, en el Institut Henri Poincaré, a finales de los años veinte.

[43] Véase Harvey S. Leff y Andrew F. Rex, 1990, «Resource letter MD-1: Maxwell's demon», *American Journal of Physics*, 58(3), pp. 201-209; y su libro, de 1990, *Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing*, Bristol: Adam Hilger. (Ambos físicos aparentemente desconocen a Georgescu-Roegen).

[44] J. Grinevald, 1973, «Réflexions sur l'entropie», *Réseaux*, 20-21, pp. 71-82.

[45] Emile Borel, 1925, *Mécanique statistique classique*, París: Gauthier-Villars, cap. III, epígrafe «Paradoxe de l'irréversibilité», pp. 59-61. Para una perspectiva histórica, véase Lawrence Sklar, 1993, *Physics and Chance: philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*, Cambridge: Cambridge University Press; y una valoración conjunta de los debates: G. J. Whitrow, 1961, *The Natural Philosophy of Time*, Oxford: Clarendon Press, 2.ª ed. 1980. (Dos libros que también ignoran a Georgescu-Roegen).

[46] Véase Benjamin Gal-Or, 1982, *Cosmology, Physics, and Philosophy*, Nueva York: Springer (en las pp. 465-466 comenta *The Entropy Law and the Economic Process*). Sobre los desarrollos recientes, que ponen el énfasis en la evolución biológica -con Prigogin-, véase Bruce H. Weber, David J. Depew y James D. Smith, eds., 1988, *Entropy, Information, and Evolution: New Perspectives on Physical and Biological Evolution*, Cambridge, Mass.: MIT Press (tampoco se cita a Georgescu-Roegen).

pliamente ignorado por la literatura que se ocupa del gran misterio de la dirección, del sentido del Tiempo[47].

L'Evolution créatrice (1907) de Henri Bergson (1859-1941), galardonado con el Premio Nobel de Literatura en 1927, marca el inicio de una «nueva filosofía» según el matemático Edouard Le Roy (1870-1954) y ha condicionado la formación del pensamiento de Georgescu-Roegen y de Prigogin. El filósofo francés, que reflexionó detenidamente sobre la conmoción que originó la invención de la *máquina de vapor* y la generalización en su uso, opinaba que la ley de la entropía, extraída por Rudolf Clausius (1822-1888) de la obra –tantos años en la sombra– de Sadi Carnot, era «la más metafísica de las leyes de la física, en cuanto nos señala con el índice (...) la dirección en la que avanza el mundo». Para Georgescu-Roegen, esta ley fundamental de *la entropía creciente* (como la llamaba Planck) se convertirá en *la más económica* de las leyes físicas, la *ley de evolución* por antonomasia, inseparable además del sentido en que transcurre el tiempo psicológico.

Entre la filosofía de Bergson[48] y la bioeconomía de Georgescu-Roegen se aprecian profundas afinidades (también divergencias; el tema invita a un estudio detallado), de entre las cuales destaca la noción inmaterial del «placer de vivir» *(enjoyment of life)*, que resume el aspecto propiamente humano (espiritual) del valor económico, el auténtico producto del proceso económico contemplado como la búsqueda, por otros medios (exosomáticos), del proceso biológico. La entropía (termodinámica) es su dimensión física (material), inseparable de nuestra condición humana incardinada en la historia de la Tierra dentro del cosmos.

Al igual que el estadístico y biomatemático Alfred J. Lotka (1880-1949), uno de los principales inspiradores del paradigma bioeconómico de Georgescu-Roegen[49], Bergson, el antimecanicista por definición, coetáneo de la famosa disputa entre Boltzmann y Ostwald, se situaba en la encrucijada de esta nueva visión termodinámica del mundo, increiblemente inaugurada en 1824 por el joven politécnico Sadi Carnot (1796-1832), el hijo del general Lazare Carnot: podemos y debemos llamarla *la revolución carnotiana*. Se trata de una ruptura muy reciente en la historia natural del hombre, así como en la historia humana de la Naturaleza. Ha llegado ya el

[47] La síntesis bien documentada de Peter Coveney y Roger Highfield, 1990, *The Arrow of Time: The Quest to Solve Science's Greatest Mystery* (con prólogo de Ilya Prigogin, Londres: W. H. Allen) pasa por alto a Georgescu-Roegen. El importante informe de *The Entropy Law and the Economic Process*, firmado por Kenneth Boulding en *Science*, el 10 de marzo de 1972 (vol. 175, pp. 1.099-1.100) se titulaba no obstante: «Search for time's arrow». Boulding apostillaba lo siguiente: «if, however, the right 500 people were to read it, science perhaps would never be quite the same again».

[48] «El problema de esta filosofía se despeja con la luz de la entropía», escribía Albert Thibaudet, 1924, *Bergsonisme*, París: Gallimard, t. I, p. 201.

[49] J. Grinevald, 1990, «Vernadsky y Lotka como fuentes de la bioeconomía de Georgescu-Roegen», *Ecología Política*, I, pp. 99-122. Esta investigación requiere ser ampliada.

momento de asumir este hecho y de cerrar un nuevo «contrato natural» (Michel Serres).

Significativamente, mi primer encuentro con el profesor Georgescu-Roegen en la Universidad de Ginebra y en la Politécnica de París se produjo en junio de 1974, con motivo del CL aniversario de la publicación -incomprendida en su momento- de las *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* de Sadi Carnot, nuestro héroe común, un físico que era también ingeniero y economista[50]. La entropía era sin duda un buen hilo de Ariadna[51]. ¡Georgescu-Roegen me dió el apelativo de «hermano carnotiano»! Rubricó con entusiasmo mi expresión «revolución carnotiana»[52], obviada por la literatura anglosajona (incluso después de Kuhn), pues de hecho traducía la *revolución* muy explícitamente indicada por *The Entropy Law and the Economic Process*. El filósofo e historiador de las ciencias Michel Serres ya había escrito también unas páginas admirables sobre la termodinámica de Carnot y la revolución industrial. En fechas algo posteriores descubrí que las páginas fundamentales de Georgescu-Roegen sobre esta revolución de la física, la revolución de Carnot, estaban ya en la Introducción de su libro *Analytical Economics*, cuyo prólogo se remonta a 1964.

Fue en los Estados Unidos, mediados los años treinta, cuando Georgescu-Roegen penetró de forma bastante azarosa en el mundo académico de los economistas. Sus relaciones de amistad con Paul A. Samuelson y

[50] *Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique* (Ecole Polytechnique, París, 11-13 de junio de 1974), París: Editions du CNRS, 1976. Las aportaciones de N. Georgescu-Roegen y J. Grinevald se encuentran en la parte «Thermodynamique et Economie». La edición crítica de las *Réflexions sur la puissance motrice du feu* de Sadi Carnot ha sido publicada por Robert Fox, 1978 (París: Vrin). José Manuel Naredo me indicó (en 1983) que existía una traducción española a cargo de J. Cabrera: Sadi Carnot, 1927, *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas aptas para desarrollar esta potencia*, Madrid: La Lectura, «Cuadernos de Ciencia y Cultura».

[51] Cuando yo estaba terminando mi memoria sobre *La notion d'entropie dans la pensée contemporaine* (Université de Besançon, Faculté des lettres et des sciences humaines, 1973), el profesor Josef-Maria Jauch (1914-1974), jefe del Departamento de Física Teórica de mi **alma mater**, en Ginebra, me prestó *The Entropy Law and the Economic Process*. Esta obra tan impresionante se adecuaba hasta tal punto a mis preocupaciones epistemológicas que asistí a la conferencia que el profesor Georgescu-Roegen pronunció en el Departamento de Econometría de la Universidad de Ginebra el 6 de junio de 1974. Véase J. Grinevald, 1974, «L'économiste Georgescu-Roegen: intégrer l'économie dans la problématique énergétique et écologique», *Uni information*. Service de presse et d'information de l'Université de Genève, junio-julio, 36, pp. 28-29.

[52] N. Georgescu-Roegen, 1977, «Matter matters, too», en K. D. Wilson, ed., *Prospect for Growth: Changing Expectations for the Future*, Nueva York: Prager, pp. 293-313; 1978, «De la science économique à la bioéconomie», *Revue d'économie politique*, 88(2), pp. 337-382; 1982, «La dégradation entropique et la destinée prométhéenne de la technologie humaine» *Entropie*, número extraordinario «Thermodynamique et sciences de l'homme», pp. 76-86 (y *Economie appliquée*, 1982, 35, pp. 1-26). J. Grinevald, 1976, «La révolution carnotienne: thermodynamique, économie et idéologie», *Revue européenne des sciences sociales (Cahiers Vilfredo Pareto)*, 36, pp. 39-79; 1982, «La thermodynamique, la révolution industrielle et la révolution carnotienne», *Entropie*, número extraordinario «Thermodynamique et sciences de l'homme», pp. 21-28.

Wassily Leontief se encuadran en esta época memorable. La irrupción fulgurante de Georgescu-Roegen en la literatura económica (sus artículos de 1935-36 se reproducen en *Analytical Economics*) era el fruto de su primera estancia en los Estados Unidos en calidad de «visiting fellow» de la Rockefeller Foundation (1934-36). Sus brillantes aportaciones a la ciencia económica del momento nacían de su encuentro con el gran Joseph Schumpeter (1883-1950), el Jefe del Departamento de Economía de Harvard (también oriundo de Europa Central). Schumpeter precisaba de un matemático para su libro sobre los *Business Cycles* (1939). Por otra parte, venía de publicarse la versión inglesa de su obra *The Theory of Economic Development* (1934), que influyó de forma determinante en Georgescu-Roegen y condicionó su «visión» de la evolución económica. Tal encuentro en Harvard dió lugar a una mutación prometedora, pero a punto estuvo de ser catastrófica. Georgescu-Roegen había acudido a Harvard para trabajar como estadístico; partió de allí convertido en economista. Schumpeter llegó a proponerle que permaneciera en Harvard para colaborar con él. Si no hubiera desestimado esta oferta, quizá se hablaría de él (así lo recoge en sus propios escritos) como «Georgescu-Roegen de Harvard»[53]. ¡Quién sabe si no le habrían otorgado el «Nobel de Economía»! Pero su país –tal fue su respuesta– tenía una necesidad más perentoria de un economista que el correspondiente departamento de Harvard.

De regreso en Rumanía, Georgescu-Roegen volvió a su puesto de profesor de estadística (1932-1946) en la Escuela de Estadística de la Universidad de Bucarest, cuyo director era Octav Onicescu[54]. También desempeñaba distintos cargos de responsabilidad en la Administración pública y un papel activo en la vida intelectual, social y económica. La aplicación de la teoría económica neoclásica a la realidad campesina en Rumanía equivalió a una auténtica hecatombe personal. Georgescu-Roegen descubrió de golpe que su creencia cuasi-religiosa en la racionalidad de la ciencia económica del Occidente capitalista sólo tenía un alcance cultural (institucional) limitado y ningún alcance universal. Dicho modelo científico «racional» no se adaptaba a las instituciones de las comunidades campesinas rumanas[55]. Este fracaso del modelo neoclásico supondrá una fuerte impronta en el ánimo de Georgescu-Roegen: el desplome de la «ciencia normal» originará

[53] N. Georgescu-Roegen, 1992, «Nicholas Georgescu-Roegen about himself», en Michael Szenberg, ed., *Eminent Economists: Their Life Philosophies*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 128-159, cita de la página 132. [Traducción española, 1994: *Grandes economistas de hoy*, Madrid: Ed. Debate, pp. 149-186].

[54] Véase la contribución de N. Georgescu-Roegen, 1983, «An epistemological analysis of statistics: the science of collective description and of rational guessing», en M. C. Demetrescu y M. Iosifescu, eds., *Studies in Probability and Related Topics: papers in Honour of Octav Onicescu on His 90th Birthday*, Milán: Nagard, pp. 221-259.

[55] Véase N. Georgescu-Roegen, (1965) «The institutional aspects of peasant communities: an analytical view», en, 1976, *Energy and Economic Myths*, Nueva York: Pergamon Press, cap. 8.

la reconstrucción de una nueva «ciencia revolucionaria» (en terminología de Kuhn), aunque al cabo de varios años de investigación, como la consecuencia de un esfuerzo intelectual considerable y de un *desarraigo* que será, a la vez, geográfico, lingüístico, cultural y epistemológico.

En el estudio de 1960 que lleva por título «*Economic Theory and agrarian economics*» y que fue objeto de múltiples reediciones, Georgescu-Roegen explica que los economistas, prácticamente lo mismo que todos los científicos de la civilización moderna, son gentes de ciudad, con una ignorancia supina respecto del campo. Un poblado de campesinos dista de ser un lugar apropiado para una actividad científica, pero desde una ciudad, a la inversa, tampoco cabe la posibilidad de observar la vida de una comunidad agraria. Entre el mundo industrial y el mundo agrícola se produce una *discontinuidad cultural* que no se queda en una curiosidad etnográfica o literaria. Semejante discontinuidad –frecuentemente señalada, pero apenas explicada– se debe, como matiza Georgescu-Roegen en una frase muy ilustrativa, a «the fact that the living Nature imposes a different type of restriction upon homo agricola than the inert matter upon homo faber»[56].

En una carta suya del 26 de diciembre de 1975, Georgescu-Roegen me comentaba que hasta no haber leido en los años cincuenta, en los Estados Unidos, *What is Life?*, el conocido opúsculo (1944) del físico y filósofo autriaco Erwin Schrödinger (1887-1961) –la resonancia de esta obra no se ha diluido desde entonces–, no se decidió a utilizar la Ley de la Entropía para evidenciar el fundamento biofísico de la distinción entre el proceso de producción agraria y el proceso de producción industrial[57].

El desasosiego intelectual al que solía referirse Georgescu cuando me rememoraba su vida –antes de comenzar a redactar sus memorias[58]– duraría una docena de años: años sombríos, convulsos, marcados por la agitación política, las dictaduras, las «purgas», la guerra, los procesos y las ejecuciones. Para Georgescu y su mujer Otilia (la compañera matemática con quien se casó en 1934) concluyeron una noche memorable de febrero de 1948, en que abandonaron su patria, la «sagrada geografía» en expresión

[56] N. Georgescu-Roegen, 1960, «Economic theory and agrarian economics», *Oxford Economic Papers*, 12, pp. 1-40; vuelto a publicar con puntualizaciones en 1966 en *Analytical Economics*, y en 1976 en *Energy and Economic Myths*. [Traducción española, 1968: «Teoría económica y economía agraria», *El Trimestre Económico*, 34, pp. 589-638.]

[57] N. Georgescu-Roegen, 1969, «Process in farming versus process in manufacturing: a problem of balanced development», en Ugo Papi y Charles Nunn, eds., *Economic Problems of Agriculture in Industrial Societies* (Actas de una Conferencia de la International Economic Association, Roma, Septiembre de 1965), Londres: Macmillan; Nueva York: St. Martin's Press, pp. 497-528 (reed. en *Energy and Economic Myths*).

[58] N. Georgescu-Roegen, «An emigrant from a developing country: autobiographical notes - I and II», *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 1988, 164, pp. 3-31; 1993, 184, pp. 3-20. Philip Arestis y Malcolm Sawyer, eds., 1992, *A biographical Dictionary of Dissenting Economists*, Aldershot: Edward Elgar, pp. 179-187.

de Eliade. Juliu Maniu, el postrero defensor del pueblo rumano, de quien Georgescu-Roegen era uno de los consejeros, había sido detenido y condenado a cadena perpetua. El rey Miguel había abdicado el último día del año 1947. Todo se había derrumbado. Los comunistas controlaban el país entero, convertido en una cárcel. Los rumanos que podían se escapaban, pero a costa de un riesgo dramático, porque pasaban a ser criminales. Georgescu-Roegen se hallaba bajo el peligro inminente de ser arrestado. Con su mujer Otilia, consiguió embarcar clandestinamente en Constanza, a bordo de un navío turco que ponía rumbo a Estambul.

Emigrar a los Estados Unidos era la única salida para Georgescu-Roegen, reo ante los comunistas por ser a la vez un amigo de los americanos, un miembro del Consejo central del partido nacional campesino, un consejero de Maniu y el defensor de los derechos de Rumanía en su calidad de Secretario General de la Comisión de Armisticio (1944-45).

Si, en la tradición de Thorstein Veblen (1857-1929), se convertirá en un disidente de la civilización capitalista estadounidense, conviene recordar que Georgescu-Roegen jamás fue un marxista, ni un «radical» (en el sentido político del término en los Estados Unidos). Su oposición al comunismo fue tan frontal como la de sus grandes coetáneos Karl Popper (1902-1994) y Friedrich von Hayek (1899-1992) –deberíamos dedicar un estudio comparado a este tema[59]–. En el clima de la «guerra fría», Georgescu-Roegen se había decantado claramente por un bando: él y su esposa abrazarán la «ciudadanía americana» en 1954. Pero ello no implica que Georgescu-Roegen profesara las mismas ideas que Popper o Hayek a todos los efectos. Al defender el «mundo libre», su evolución será distinta. Gracias sobre todo a Wassily Leontief (también nacido en 1906 y también exiliado) consiguió Georgescu-Roegen hallar refugio en los Estados Unidos. La emigración de los científicos europeos (incluyendo a los rusos) había comenzado a producirse mucho antes de la II Guerra Mundial, desde que se vislumbró en Europa la amenaza totalitaria, tanto comunista como fascista. En Princeton, en 1935, Georgescu-Roegen coincidió con Albert Einstein. La referencia al más renombrado físico de nuestro siglo sirve como exponente para resumir esta emigración al Nuevo Mundo de la ciencia europea. Resulta difícil comprender la evolución del pensamiento occidental del siglo XX sin meditar sobre las trágicas vicisitudes del «Espíritu europeo». Nos corresponde aún evaluar qué posición ocupa en este panorama Georgescu-Roegen.

Después de un curso académico prolífico en Harvard (1948-49), Georgescu-Roegen aceptó un puesto de profesor de economía en la Universidad Vanderbilt, en Nashville (Tennessee). Allí desplegó una dilatada y brillante carrera desde finales de 1949 hasta la fecha de su jubilación en 1976, año en el que protagonizó las celebraciones del centenario de la Universidad Vanderbilt[60]. Su trayectoria académica estuvo jalonada de frecuentes invitaciones para impartir cursos en el extranjero (Japón, Brasil, Argentina, la India, Ghana, Italia, Canadá, Austria, Francia). Como especialista en temas agrarios y como gran conocedor de las escuelas históricas e institucionales del pensamiento económico, sociólogo a la vez que economista, está incluido entre los pioneros de «la economía del desarrollo», aunque no comparte las ilusiones de la ideología de la industrialización. Podemos clasificar sin reservas *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico* en la categoría de «la economía del desarrollo» (pero también es clasificable por otros conceptos). Curiosamente, Georgescu-Roegen nunca aparece citado (hasta donde yo sé) en los más recientes estudios críticos de la literatura económica dedicada, desde 1950, al desarrollo. Con todo, su nombre no es el de un desconocido en el mundo académico. Escaló todos los peldaños de la jerarquía universitaria y se hizo acreedor de cuantos honores le cabía esperar por su profesión, con excepción del «Premio Nobel». El caso de Georgescu-Roegen está realmente sembrado de contradicciones.

Entre las contribuciones de Georgescu-Roegen a la ciencia económica de posguerra –una época caracterizada por el auge de la investigación operativa y la formalización matemática–, merecen recordarse sus aportaciones en la conferencia de la célebre Cowles Commission for Research in Economics sobre la «programación lineal», en Chicago, en 1949. El contenido de la misma fue editado bajo la dirección de Tjalling C. Koopmans (1910-1985)[61]; estos estudios muy técnicos, relacionados con los trabajos de W. Leontief y del genial matemático John von Neumann (1903-1957), dan fe de la continuidad de los esfuerzos de Georgescu-Roegen en el campo de «la representación analítica del proceso y de la economía de la producción» (véase el capítulo IX del presente libro)[62].

La reputación científica le llegó a Georgescu-Roegen a partir de sus trabajos de economía matemática y de econometría (fue «Associate Director» de la revista *Econometrica* entre 1951 y 1968). Con fama de comple-

[59] Véase Ivo Rens, 1992, «Le néo-libéralisme, panacée ou imposture? Reflexions en marge du décès de Friedrich von Hayek», *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, pp. 35-42. En su «autobiografía» (1974), Karl Popper rememora sus posiciones críticas sobre «el vector temporal» y la interpretación probabilista de la entropía. Merecerían una comparación con las de Georgescu-Roegen.

[60] Jean Crawford, 1976, «A prophet with honors», *Vanderbilt Alumnus*, 61(2), pp. 12-14, 40-41.

[61] T. C. Koopmans, en colaboración con Armen Alchian, George B. Dantzig, Nicholas Georgescu-Roegen, Paul A. Samuelson, Albert W. Tucker, eds., 1951, *Activity Analysis of Production and Allocation*, Actas de una Conferencia, Nueva York: John Wiley & Sons, Inc., Londres: Chapman & Hall. Sobre la Cowles Commission, véase Mary S. Morgan, 1990, *The History of Econometric Ideas*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 198.226.

[62] Véase N. Georgescu-Roegen, 1976, *Energy and Economic Myths*, Nueva York: Pergamon; 1986, «Man and production», en Mauro Baranzini y Roberto Scazzieri, eds., *Foundations of Economics*, Oxford, Blackwell, pp. 247-280; y 1990, «Production process and dynamic economics», en Mauro Baranzini y Roberto Scazzieri, eds., *The Economic Theory of Structure and Change*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 198-226.

jos, estos trabajos se inscriben en el marco de las preocupaciones de los economistas. Si Georgescu-Roegen tensaba con frecuencia dicho marco (el paradigma), todavía no lo rompía. Si siempre se comportó como un economista heterodoxo[63], no había llegado a convertirse en un auténtico disidente, pese a su postura más bien divergente respecto de la ideología de la industrialización. Por otra parte, en lo que atañe a Alexander V. Tchayanov (1888-1939), el gran maestro de los economistas rusos en cuestiones agrarias y una de las innumerables víctimas del régimen de Stalin, Georgescu-Roegen procedió a reevaluar su figura mucho antes de que fuera rehabilitado oficialmente en la URSS en 1987. Lo erigió así en uno de los maestros del renacimiento del populismo agrario.

La tesis de que el problema ecológico es un problema entrópico fue abriéndose paso en el curso de los años cincuenta y sesenta. El matemático Norbert Wiener (1894-1964), impelido por algunas preocupaciones afines a las de los ecologistas profesionales (como Fairfield Osborn, William Vogt o G. E. Hutchinson en 1948), había vuelto a suscitar el arduo debate sobre el progreso y la entropía[64]. Lamentablemente, Wiener deslizó en este debate una definición matemática de la información que, sobre la marcha, adoptaron los protagonistas de la revolución cibernética (considerada como la nueva era informática de la sociedad post-industrial), haciéndola *físicamente* equivalente a una «entropía negativa» o a una «negentropía», en expresión del brillante físico Léon Brillouin (1889-1969), contra quien Georgescu-Roegen dirigió sus críticas. El modelo de esta nueva «física del cálculo»[65], relegada la «máquina de Carnot», es la «máquina de Turing». Esta disciplina, que tanto debe a John von Neumann, arrasa desde la posguerra hasta tal extremo que las réplicas de Georgescu-Roegen (que no están únicamente contenidas en *The Entropy Law and the Economic Process*, sino también en varios artículos monográficos[66]), son de rabiosa actualidad. Es lamentable que sobre ellas se mantenga el olvido.

The Entropy Law and the Economic Process, a tenor de lo que indica su autor en el Prólogo a la obra, desarrolla unas ideas ya publicadas en la Introducción que se titula «Some Orientation Issues in Economics» y que

[63] Véase Mark A. Lutz y Kenneth Lux, 1979, *The Challenge of Humanistic Economics*, Menlo Park: Benjamin/Cummings; y Stefano Zamagni, 1979, *Georgescu-Roegen: i fondamenti della teoria del consumatore*, Milán: Etas Libri.

[64] J. Grinevald, 1978, «Le progrès et l'entropie», en *Le Progrès en question* (Actas del IX coloquio de la AISLF, Menton, 12.17 de mayo de 1975), París: Anthropos, vol. I, pp. 89-129.

[65] Jérôme Ramunni, 1989, *La physique du calcul. Histoire de l'ordinateur*, París: Hachette, «Histoire et philosophie des sciences». Véase también Steve Josua Heims, 1991, *Constructing a Social Science for Postwar America: The Cybernetics Group, 1946-1953*, Cambridge, Mass.: MIT Press; y Jean-Pierre Dupiuy, 1994, *Aux origines des sciences cognitives*, París: La Découverte.

[66] Véase su última crítica con relación a un texto de Robert Ayres: «Thermodynamics, economics, and information», en M. Alonso, ed., 1990, *Organization and Change in Complex Systems*, Nueva York: Parangon House, pp. 225-234.

constituye la primera parte de *Analytical Economics: Issues and Problems*, que Harvard University Press publicó en 1966. Este primer gran libro americano de Georgescu-Roegen compila una serie de estudios especializados que vieron la luz entre 1935 y 1960. Dicha obra, desconocida fuera del ámbito de la economía matemática, incluye un prólogo muy elogioso que firma Paul A. Samuelson. A propósito del ensayo filosófico que abarca la primera parte de *Analytical Economics*, Samuelson comentaba: «I defy any informed economist to remain complacent after meditating over this essay». Tal observación se aplica también a *The Entropy Law and the Economic Process*.

Los términos literales en que Georgescu-Roegen destacaba, dentro de su prólogo (con fecha de 1964) de *Analytical Economics*, el carácter específico de su «aventura» intelectual merecen ser recordados aquí: «To remedy in part the absence of any connecting bridge between theoretical physics and economics in modern philosophical literature, I had to venture into a large territory beyond the boundary of economics, a territory for which I possess no adequate knowledge. Nevertheless, I felt that the risk was worth taking. The adventure probably marks a beginning, and a beginning ought to be made by somebody».

No es hiperbólico sostener que *The Entropy Law and the Economics Process* de Nicholas Georgescu-Roegen (1971) representa un hito simbólico análogo a *De Revolutionibus orbium caelestium*, de Nicolás Copérnico (1543) o *El Origen de las especies*, de Charles Darwin (1859). Georgescu-Roegen ha situado además su investigación científica en la referida genealogía de Copérnico y Darwin, enaltecida por la presencia de Freud[67]. Vinculado con el descubrimiento de las implicaciones económicas de la Ley de la Entropía, el nombre de Georgescu-Roegen evoca sin duda una «humillación», una herida narcisista al orgullo humano (especialmente, ¡de los economistas!), así como para el antropocentrismo de la tradición judeocristina occidental de la ciencia y la tecnología modernas[68]. Nos resta sopesar el legado de Georgescu-Roegen, que se inscribe en el legado –tampoco reconocido aún en su totalidad– de Carnot y de Darwin. La «revolución bioeconómica» de Georgescu-Roegen, actualmente inapreciada (como la mayoría de las revoluciones científicas), tendrá que vencer muchos obstáculos antes de triunfar, si es que la civilización occidental no se desploma antes de la victoria póstuma de Georgescu-Roegen.

[67] N. Georgescu-Roegen, 1975, «Bio-economic aspects of entropy», en Libor Kubat y Jiri Zeman, eds., *Entropy and information in Science and Philosophy*, Praga: Academia, y Amsterdam: Elsevier, pp. 125-142.

[68] Véase Lynn White, jr. (1907-1987), 1967, «The historical roots of our ecologic crisis», *Science*, 133, pp. 1.203-1.207. [Traducción española, 1975: «Las raíces históricas de nuestra crisis ecológica», *Revista de Occidente*, 143-4, pp. 150-164.] De este famoso texto arranca un debate que aún está por concluir.

Retrospectivamente, el año 1971 se nos perfila como un *annus mirabilis* en la historia intelectual de la era industrial, esta era termo-industrial de la «historia humana de la Naturaleza», cuyo carácter histórico excepcional, dados los límites de la era de los combustibles fósiles, resaltaron algunos geólogos o geoquímicos estadounidenses como M. King Hubbert (1903-1989), Peston Cloud (1912-1991), Harrison Brown (1917-1986) y Earl F. Cook (1920-1983)[69]. El pensamiento de Georgescu-Roegen, después de la publicación de su libro en 1971, quedó estrechamente relacionado con las reflexiones a largo plazo de los expertos en las ciencias de la Tierra. En esta perspectiva poco usual de las realidades ecológicas evidenciadas por la geoquímica, a partir de la II Guerra Mundial, es donde hay que valorar la posición de Georgescu-Roegen respecto de la entropía de la materia utilizable.

En 1971 coincidieron significativamente en su fecha de publicación varias obras notables, gracias a las cuales volvía a recobrar actualidad la Termodinámica como paradigma científico de la civilización industrial: *Environmental Power and Society*, de Howard T. Odum; *Fundamentals of Ecology* (3.ª y última edición), de Eugene P. Odum; *The Closing Circle: Nature, Technology and Man*, de Barry Commoner; *From Watt to Clausius: the rise of thermodynamics in the early industrial age*, de Donald S.L. Cardwell; sin omitir, en lo que concierne a la evolución conceptual de la teoría propiamente dicha, *Thermodynamics of Structure, Stability and Fluctuations*, de Paul Glandsdorff e Ilya Prigogine.

Esta inflexión de los años sesenta-setenta (es más fácil apreciarlo de forma retrospectiva) acusa la impronta del redescubrimiento del concepto de la Biosfera de Vernadsky[70], que está asociado con el paradigma termodinámico y biogeoquímico de la nueva visión global del sistema Tierra. En las relaciones científicas y políticas internacionales emergen a la vez preocupaciones sobre las transformaciones del medio ambiente global. Una literatura importante, especialmente anglosajona, refleja este auge de la consciencia ecológica planetaria. En 1972, la conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano marcaba el auténtico punto de partida para el debate internacional que alcanzará su cenit en la «Cumbre de la Tierra» de Río de Janeiro (junio de 1992). Con todo, el establishment internacional (con los economistas en primera línea) ha ignorado las tesis de Georgescu-Roegen. No obstante, el propio autor se encontraba en

[69] N. Georgescu-Roegen, 1981, «Energy, matter and economic valuation: where do we stand?», en Herman E. Daly y Alvaro Umaña, eds., *Energy, Economics and the Environment* (reunión de la AAAS, San Francisco, 5 de enero de 1980), Boulder, Co.: Westview Press, pp. 43-79. Véase Earl F. Cook, 1976, *Man, energy, society*, San Francisco: Freeman, que incluye una excelente bibliografía.

[70] «The Biosphere», *Scientific American*, edición monográfica, Septiembre de 1970. [Traducción española, 1972: *La Biosfera*, Madrid: Alianza Editorial]. Nicholas Polunin y Jacques Grinevald, 1988, «Vernadsky and Biospheral Ecology», *Environmental Conservation*, 15(2), pp. 117-122.

Estocolmo en 1972: participaba activamente en el Foro organizado por la asociación pacifista transnacional Dai-Dong[71]. Al igual que otros muchos defensores del medio ambiente, de la nueva visión ecológica del mundo, se hallaba también presente en el Foro Edward Goldsmith: en su revista *The Ecologist*, publicó las ideas de N. Georgescu-Roegen junto con las de H. E. Daly.

Así, la publicación de *The Entropy Law and the Economic Process* se solapa cronológicamente con el debate sobre la ecología y la crisis medioambiental. Paradójicamente, este debate coadyuvó a sofocar la originalidad del pensamiento de Georgescu-Roegen tanto como la posición dogmática de la ciencia dominante. Georgescu-Roegen no fue comprendido; un rosario de malentendidos desvirtuaron sus ideas, precisamente cuando latía la polémica en torno al célebre «Informe Meadows», *The Limits to Growth*, divulgado con gran resonancia por el Club de Roma en la primavera de 1972. Con motivo de la guerra árabe-isrealí de Octubre de 1973, «la crisis del petróleo» prendió en los ánimos y configuró un clima ideológico propicio al redescubrimiento de la ciencia de la energía, la Termodinámica, que acaparaba la atención de los ecologistas. Por doquier se hablaba de los principios de la Termodinámica en unos términos de confusión característicos de las modas, que la potencia de los mass-media amplificaba. En tal contexto se suscitó a nivel internacional el antiguo debate sobre «el efecto invernadero»[72].

Por un breve lapso de tiempo, la crisis energética de 1973-74 encumbró las tesis de Georgescu-Roegen hasta el primer plano de la actualidad política en Washington[73]. Ahora bien, el contexto favorecía ante todo la moda del energetismo, una vieja doctrina defendida, a principios de siglo, por el gran físico-químico alemán Wilhelm Ostwald (1853-1932) y por otros muchos nombres ilustres. Se reavivó la conocida polémica entre termodinámicos-energetistas y atomistas-mecanicistas, que se creía definitivamente zanjada[74]. Dicho contexto afectó profundamente la forma en que se

[71] Véase Tom Artin, 1973, *Earth Talk. Independent Voices on the Environment*, Nueva York: Grossman. A instancias de la asociación Dai Dong, N. Georgescu-Roegen redactó, en 1974, en colaboración con K. Boulding y H. Daly, un manifiesto firmado por más de 200 economistas críticos: «Toward a human economics», *American Economic Review*, 64(2), pp. 449-450; publicado de nuevo en Hugh Nash, ed., 1977, *Progress as if Survival Mattered*, San Francisco: Friends of the Earth, pp. 182-183.

[72] J. Grinevald, 1992, «De Carnot a Gaia: historia del efecto invernadero», *Mundo Científico*, 126, pp. 626-631.

[73] N. Georgescu-Roegen, 1976, «Economics and mankind's ecological problem», en *U.S. Economic Growth from 1976 to 1986: Prospects, Problems, and Patterns*, vol. 7, «The Limits to Growth», Joint Economic Committee, Congress of the United States, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, pp. 62-91. Véase también *Business Week*, 8 de junio de 1974 y 24 de marzo de 1975.

[74] Véase Erwin N. Hiebert, 1971, «The energetics controversy and the new thermodynamics», en D. H. D. Roller, ed., *Perspectives in the History of Science and Technology*, Norman: University of Oklahoma, pp. 67-86. Peter Clark, 1976, «Atomism versus thermodynamics», en Colin Howson, ed., *Method and appraisal in the physical sciences*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 41-105.

acogió *The Entropy Law and the Economic Process*, pues su enfoque se asimiló, por lo general, con la posición energética defendida por la mayoría de los ecologistas. Este paradigma que surgió de la revolución termodinámica del siglo pasado no había quedado además totalmente orillado. Lo habían retomado algunos antropólogos, como Leslie White (1900-1975) y su discípulo Richard Newbold Adams. Subyacía desde los inicios optimistas de la nueva era nuclear. Había cobrado nuevo realce en el climax del auge de la geoquímica isotópica, de la cibernética y de la teoría de la información, gracias a los ecologistas americanos que desarrollaban el análisis energético y biogeoquímico de los ecosistemas[75].

Incluso el título, *The Entropy Law and the Economic Process*, reforzó el hecho de que se asimilara la posición de Georgescu-Roegen con el paradigma energético divulgado por el ecologista Howard T. Odum y sus seguidores. Debido a todo ello, este nuevo reduccionismo energético desvirtuó la difusión de la tesis fundamental de Georgescu-Roegen, que entrañaba una crítica de la filosofía de las ciencias básicamente polarizada en la física en detrimento de la química, la química física, la geoquímica y la geología, esto es, la materia, que no hay que confundir con la masa[76]. Georgescu-Roegen, que se había esforzado por escribir un largo tratado para hacer explícita su interpretación de las relaciones entre el espíritu humano, el proceso económico, la fisiología, la evolución y la Ley de la Entropía, quedó muy conmocionado. Reaccionó con un increible arrebato de energía intelectual y moral. Al sentirse incomprendido no sólo por sus adversarios, sino también por muchos de sus primeros discípulos, retomó la palabra y la pluma para clarificar y precisar su interpretación heterodoxa de la Ley de la Entropía y su significado para el proceso bioeconómico; es decir, la evolución «exosomática» de la especie humana. Georgescu-Roegen desarrolló entonces una crítica vigorosa de lo que consideraba como un nuevo dogma energético, avatar moderno del energetismo de comienzos del siglo que había denunciado el gran Ludwig Boltzmann antes de suicidarse a orillas del Adriático el 5 de septiembre de 1906. La réplica de Georgescu-Roegen daría con una fórmula impactante: «matter matters,

[75] Para evaluar la originalidad del pensamiento de Georgescu-Roegen respecto de la ecología sistémica y energética americana, remitimos a los trabajos histórico-críticos de Peter J. Taylor, 1988, «Technocratic optimism, H. T. Odum, and the partial transformation of ecological metaphor after World War II», *Journal of the History of Biology*, 21, pp. 213-244; Kwa Chung Lin, 1989, *Mimicking Nature: The Development of Systems Ecology in the United States, 1950-1975*, Universiteit van Amsterdam; Peter J. Taylor y Ann S. Blum, 1991, «Ecosystems as circuits: diagrams and the limits of physical analogies», *Biology and Philosophy*, 6, pp. 275-294; Joel B. Hagen, 1992, *An Entangled Bank: The Origins of Ecosystem Ecology*, New Brunswick: Rutgers University Press; y Frank Benjamin Golley, 1993, *A History of the Ecosystem Concept in Ecology*, New Haven: Yale University Press.

[76] N. Georgescu-Roegen, «1980, Matter: a resource ignored by thermodynamics», en L. E. St-Pierre y G. R. Brown, eds., *Future Source of Organic Raw Materials*, Oxford: Pergamon Press, pp. 79-87.

too», la materia también cuenta[77], que atrajo mayoritariamente a geoquímicos y geólogos. En tal contexto polémico fue donde Georgescu-Roegen elaboró[78] –al hilo de una serie de estudios que todavía están desperdigados y que apenas se conocen– su «cuarta ley de la termodinámica», que estipula que, «en todo sistema cerrado, la materia utilizable se degrada irrevocablemente en materia no utilizable». En otras palabras, «el movimiento perpetuo de tercera especie es imposible». Esta generalización de la Ley de la Entropía a la «materia utilizable», implícita en *The Entropy Law and the Economic Process*, no supone una revisión de su tesis inicial, ni una novedad conceptual sin base anterior, sino una aclaración y una puntualización de primer orden, tanto al nivel teórico como al nivel práctico de las políticas de «desarrollo sostenible».

The Entropy Law and the Economic Process no constituye únicamente una crítica fundamental de los cimientos científicos de esta *economía política* de la Europa moderna, que se ha erigido en ciencia matemática a partir del modelo fisicalista de la mecánica racional, a imagen de la Mecánica celeste que dejó en la sombra al genio de Sadi Carnot; también, y por encima de cualquier otra consideración, representa una nueva visión de la ciencia, de nuestras relaciones con la Naturaleza, precisamente bajo el foco de la Ley de la Entropía que nació del calor de los motores de la revolución industrial. Ludwig Boltzmann llamó a su siglo el «siglo de Darwin». Como señala Georgescu-Roegen, fue en una conferencia de Boltzmann, en 1886, donde surgió la idea de la relación entre la ley de la entropía creciente y los fenómenos de la vida, desarrollada por Schrödinger en los años cuarenta. Sobre este tema, es crucial la posición de Georgescu-Roegen. Pese a que nunca lo cita por desgracia, la literatura reciente le otorga la razón[79]. La cuestión de la entropía y de la evolución, simbolizada por los nombres de Carnot y de Darwin, que no cabe contraponer ya más, se sigue discutiendo sin embargo todavía.

Con ocasión de la conferencia «Economía y Ecología» de Barcelona en 1987, propuse que se considere a Georgescu-Roegen como el padre de esta

[77] N. Georgescu-Roegen, 1977, «Matter matters, too», en Kenneth D. Wilson, ed., *Prospects for Growth: Changing Expectations for the Future*, Nueva York: Praeger, pp. 293-313; 1979a, «Myths about energy and matter», *Growth and Change*, 10(1), pp. 16-23; 1986, «The entropy law and the economic process in retrospect», *Eastern Economic Journal*, 12(1), pp. 3-33. Véase también N. Georgescu-Roegen, 1979b, «Energy analysis and economic valuation», *Southern Economic Journal*, 45(4), pp. 1.023-1.058 (versión italiana corregida en N. Georgescu-Roegen, 1982, *Energia e miti economici*, Turín: Boringhieri, cap. 2).

[78] La primera formulación se encuentra en N. Georgescu-Roegen, 1976, *A Different Economic Perspective*, Symposium «Solar Energy: an interdisciplinary societal opportunity», Asamblea Anual de la AAAS, 21 de febrero, sin publicar; véase también N. Georgescu-Roegen, 1977, «The steady state and ecological salvation: a thermodynamic analysis», *BioScience*, 27, pp. 266-270.

[79] Véase en particular, R. E. Ulanowicz y B. M. Hannon, 1987, «Life and the production of entropy», *Proceedings of the Royal Society of London*, B 232, pp. 181-192.