

# El desafío de la bioeconomía\*

**Oscar Carpintero\*\***

*No se trata tanto de 'descubrir la pólvora' de la sostenibilidad como de desandar críticamente el camino andado, volviendo a conectar lo físico con lo monetario, y la economía con las ciencias de la naturaleza.*

JOSÉ MANUEL NAREDO, 1996

*El recurso a la biología se apoya en la creencia de que el mundo real de los fenómenos económicos tiene mucho más que ver con los organismos y procesos biológicos que con el mundo mecanicista de las bolas de billar y los planetas. Después de todo, la economía implica la existencia de seres humanos vivos, no solamente de partículas, fuerza y energía.*

G.M. HODGSON, 1995

## UN LIBRO INACABADO

Georgescu-Roegen advirtió en varias ocasiones que las dos influencias más importantes en la configuración de su enfoque bioeconómico fueron su experiencia rumana de

entreguerras y la termodinámica. Ya se ha dado testimonio de las principales enseñanzas del «exilio rumano», así como del proceso a través del cual fue cuajando su crítica al enfoque económico convencional apoyándose en la ley de la entropía. En 1976, con la publicación de *Energy and Economic Myths*, Georgescu-Roegen anunciaba también la aparición de un próximo libro en el que desarrollaría de manera sistemática su visión bioeconómica, esto es, su Bioeconomía. Incluso Princeton University Press se había ofrecido para publicarlo. Lamentablemente, el libro no vio finalmente la luz y, aunque existía la esperanza de encontrar entre sus papeles personales donados a la Universidad de Duke algún manuscrito más o menos completo que diera pistas sobre su contenido, lo cierto es que en el archivo depositado en dicha universidad solamente hemos encontrado versiones parciales de la introducción y de dos de sus capítulos. Pero, a pesar de no lograr terminar un texto acabado, Georgescu sí publicó algunos artículos y capítulos de libros donde explicaba las ideas principales de su enfoque bioeconómico<sup>1</sup>. Las páginas que siguen quieren dar cuenta de estas propuestas, no sin antes destacar los rasgos que diferencian las ideas de Georgescu-Roegen respecto de otras analogías biológicas en economía. Esta cautela es necesaria si no se quieren confundir las propuestas bioeconómicas de autores como Georgescu-Roegen, Herman Daly, René Passet, Robert Ayres o John Gowdy, con las de otros economistas norteamericanos como Gary Becker, Jack Hirshleifer, o Gordon Tullock quienes, bajo el mismo nombre de Bioeconomía, han hecho circular en el mundo académico propuestas muy distintas.

\* Este texto reproduce el capítulo VI del libro de Óscar Carpintero: La bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen, Barcelona, Montesinos, 2006 (en prensa), y se publica aquí con el permiso de la editorial. Las referencias bibliográficas completas se encuentran en dicho volumen.

\*\* Profesor de Economía Aplicada. Universidad de Valladolid.

<sup>1</sup> Véanse, entre otros: Georgescu-Roegen (1972, 1975, 1977c, 1977d).

## EL «IMPERIALISMO ECONÓMICO» DE LA ESCUELA DE CHICAGO FRENTE A LA BIOECONOMÍA DE GEORGESCU-ROEGEN

La aspiración manifestada por Geoffrey Hodgson en la cita que encabeza este capítulo ha orientado la labor de varios economistas (y también biólogos) desde hace décadas con mayor o menor acierto.<sup>2</sup> Dejando al margen el debate sobre las posibles influencias de algunos economistas clásicos como Smith y Malthus en las elaboraciones científicas de Darwin, lo que aquí interesa son las contribuciones que —fundamentalmente desde los años cincuenta del siglo XX— apuntan un resurgimiento en la utilización de las metáforas y analogías biológicas en economía. Cabe subrayar, sin embargo, la existencia de varias formas diferentes de entender estas relaciones.

Por un lado, están aquellos como Alchian, Becker, Hirshleifer o Tullock, que se han afanado por amoldar a sus propios fines algunos conceptos de la biología (selección natural, especialización, competencia...), con la intención de justificar la universalidad de los supuestos utilizados por el enfoque dominante en la ciencia económica. En cierta medida, se trata de mostrar cómo las hipótesis básicas de comportamiento de la teoría neoclásica son de validez también para explicar el comportamiento del resto de las especies del planeta. Un segundo grupo de economistas, entre los que se pueden encontrar neoschumpeterianos como Dosi y Magnusson, van a tratar de complementar y enriquecer el enfoque neoclásico incorporando la importancia de las innovaciones y las decisiones bajo incertidumbre. Por último, tendríamos a un colectivo de economistas entre los que destacan Georgescu-Roegen, Daly, o Boulding que —anticipando lo que se conocerá más tarde por Economía Ecológica— interpretan el sistema económico como un subsistema concreto dentro de un sistema más general que es la biosfera y, por lo tanto, la percepción teórica de los procesos de producción y consumo y sus límites no pueden estar al margen de las leyes que gobiernan el funcionamiento de la propia biosfera. Hecho este que, de paso, impide considerar al medio ambiente como una variable más incluida en el modelo económico, ya que la relación de inclusión es justamente la contraria. Dicha corriente

de economistas se ha visto secundada en los últimos tiempos con las nuevas ideas de la biología evolutiva y su recepción por parte de autores como Samuel Bowles, Herbert Gintis, John Gowdy, Mathis Ruth, James Foster, o Martín O'Connor. En lo que sigue, y debido a su interés polémico, centraré la atención en comparar los rasgos básicos de la Escuela de Chicago con los elementos principales de la Bioeconomía de Georgescu-Roegen.

El primero de esos enfoques tuvo un eslabón inicial nada más comenzar la década de los cincuenta en la aportación de Armen Alchian quien, al explicar el comportamiento empresarial, postulaba que la consecución de beneficios funcionaba como un criterio de «selección natural», pues sólo aquellas empresas que los obtuvieran sobrevivirían adaptándose al «entorno» y las que no lo hicieran perecerían. La capacidad para diferenciarse unas empresas de otras a través de la innovación estaría en la base de la estrategia de supervivencia. La identificación de las empresas supervivientes como aquellas que habrían logrado el éxito en la lucha competitiva aparece como una rémora de «darwinismo social» que tendrá continuidad en los años setenta gracias a las aportaciones procedentes de la sociobiología de Edward Wilson y a su aceptación por los economistas de la Escuela de Chicago.

Pero lejos de producirse una influencia unidireccional entre sociobiología y economía, autores como Becker, Hirshleifer, o Tullock vieron en la sociobiología una oportunidad para «demostrar» que sus propios postulados sobre el comportamiento de los agentes económicos (maximización, egoísmo, competencia, escasez, etc.) eran moneda común también en el mundo natural, por lo que la propia teoría económica aparecía como apta para describir los procesos de adaptación al medio en biología: los organismos «optimizan» o «maximizan» sus comportamientos por analogía con los pro-

---

<sup>2</sup> Para un repaso general a las relaciones entre economía y biología merece la pena leer la colección de artículos editada por este economista británico (Hodgson, ed., 1995). Se trata de un buen compendio de textos representativos de las diferentes corrientes de economistas que han hecho uso de metáforas biológicas, recogiendo los artículos principales de referencia de los autores que se citan brevemente en estas líneas.

ductores y consumidores. Como señalaba Hirshleifer: «Conceptos fundamentales como escasez, competencia, equilibrio y especialización juegan un papel similar en ambas esferas de investigación. Y pares de términos como especie-industria, mutación-innovación, evolución-progreso, mutualismo-intercambio tienen más o menos significados análogos» (Hirshleifer 1977, p. 2). Y si esto era así, entonces la teoría económica de raíz neoclásica se convertía en el enfoque científico por antonomasia, no sólo ya de la esfera social humana, sino también de todo el mundo natural. No debe sorprender por tanto que, a partir de este convencimiento, fuera extendiéndose entre los partidarios de este enfoque una actitud de «imperialismo económico» hacia el resto de disciplinas: «A medida que la economía emplee 'de forma imperialista' sus herramientas de análisis en un número cada vez mayor de cuestiones sociales se convertirá en sociología, antropología o ciencia política. Pero de igual manera, a medida que estas disciplinas aumenten su rigor no tendrán simplemente un parecido sino que serán economía» (Hirshleifer 1977, 3-4).

Aparte de las consecuencias reaccionarias que en el terreno de las políticas públicas supone la adopción del punto de vista de la Escuela de Chicago —reducción de ayudas públicas e instituciones de cooperación y fomento de la competencia y el egoísmo para el cual estaríamos «genéticamente programados»—, las debilidades teóricas de este acercamiento reduccionista entre economía y biología han sido puestas de manifiesto en varias ocasiones. No es sólo que sean bastante restrictivas y empobrecedoras las hipótesis de comportamiento que describen al *homo oeconomicus* de la teoría neoclásica, sino que la aproximación sociobiológica supone dar una vuelta de tuerca más a este procedimiento, al intentar encajar también en esos moldes el comportamiento general de los seres vivos no humanos. Autores como Daly, Hodgson o Gowdy han señalado con buenos argumentos lo desacertado de esta opción. Suponer la competencia como pauta general excluye de un plumazo todas las relaciones de interdependencia y cooperación establecidas entre organismos de la naturaleza, además de encumbrar la lucha desatada en los «mercados competitivos» como forma óptima para la asignación de recursos y la solución de los problemas económicos. De igual manera, postular comportamientos maximi-

zadores en los diferentes organismos lleva a suponer que el objetivo es único, cuando en realidad existen múltiples posibilidades que muchas veces aparecen como fines en conflicto. Y a esto habría que añadir, tal y como recuerda Gowdy, la ausencia de perspectiva histórica en la formulación bioeconómica de la Escuela de Chicago: «En Hirshleifer, la 'finalidad' de un organismo es el crecimiento del número de especies, no el equilibrio, la supervivencia o la duración, sino el crecimiento del número. Evidencias contra esta idea se pueden encontrar tanto en el mundo biológico como en el económico, donde los agentes tratan de ocupar nichos en los que no estén sujetos a competición. Una vez que un 'nicho' está ocupado de manera exitosa, en general, no intentan desplazar a otras entidades de 'mejores' nichos. (...) Los organismos biológicos al igual que las empresas 'satisfacen' más que 'maximizan'» (Gowdy 1987, 34).

Paradójicamente, pues, el énfasis mostrado en la analogía biológica por autores como Hirshleifer, Becker y Tullock, no apunta demasiado a la superación de los vicios arrastrados por la vieja metáfora mecanicista presente en la economía neoclásica, sino más bien a su extensión hacia el resto de los seres vivos.

### La mirada evolutiva y bioeconómica de Georgescu-Roegen

A diferencia de los autores de la Escuela de Chicago, Georgescu-Roegen ya comenzó a hablar de Bioeconomía antes de conocer la existencia del término concreto, es decir, primero alumbró el enfoque y después le puso nombre. La primera noticia que se tiene de este término es el libro de H. Reinheimer, publicado en 1913 y titulado *Evolution by Cooperation: A Study in Bioeconomics*. Georgescu-Roegen no utilizará el término como tal hasta 1972 —fecha en que le es sugerido por una carta de Jiri Zeman fechada el 24 de abril—, aunque el desarrollo fundamental —sin citar expresamente el término— puede verse ya desde la introducción a *Analytical Economics*, redactada, como es sabido, en 1964. Es decir, que los planteamientos de Georgescu-Roegen fueron contemporáneos de la aportación de Abel Wolman sobre el metabolismo de las ciudades y en ellos se apoyó también Herman Daly

a la hora de reflexionar sobre las analogías biológicas en economía, en torno al anabolismo y el catabolismo.<sup>3</sup>

En el marco general del pensamiento de Georgescu-Roegen se apela con cierta reiteración a las enseñanzas de algunos de sus maestros como Schumpeter, Marx, o Marshall. Sus referencias a la obra de estos tres autores son abundantes. En el caso de Marx, aparte de su influencia directa en la elaboración del modelo de flujos-fondos del economista rumano, éste muestra su admiración tanto por la aportación marxista a la concepción del sistema económico como un sistema no aislado (Georgescu-Roegen 1971 [1996], p. 391), como por la capacidad analítica del pensador alemán, del que llegó a decir que, de vivir en el siglo XX, sería «el mayor economista de todos los tiempos» (Georgescu-Roegen 1971 [1996], 130). En el caso de Schumpeter es conocido el reconocimiento al maestro por su «visión excepcional del proceso económico [que] combinó armoniosamente el análisis evolutivo cuantitativo con el cualitativo» (Georgescu-Roegen, 1971 [1996], 42). De Marshall siempre agradeció que formulara explícitamente en sus *Principios* que la «Meca» del economista como investigador se encuentra «más en la biología económica que en la dinámica económica». Aunque, posteriormente, Georgescu-Roegen le reprochará el abandono de tal consejo, y su dedicación a una dinámica económica de impronta mecanicista (Georgescu-Roegen, 1971 [1996], 406).

Pero su vastedad de lecturas iba más allá de los autores de la propia tradición. Del mismo modo que para la comprensión termodinámica del proceso económico encontró inspiración en las reflexiones de Sadi Carnot y Erwin Schrödinger, así también fue capaz de recoger parte del legado del biólogo Alfred Lotka para, con la ayuda de los argumentos de los tres economistas citados, configurar una visión novedosa de la evolución del sistema económico. Una visión que tuviera en cuenta los resultados fundamentales de las ciencias de la naturaleza<sup>4</sup> que hiciera explícito, en definitiva, el acercamiento de la economía hacia sus orígenes biofísicos, esto es: *entendiendo la actividad económica, con sus peculiaridades, como una extensión —en sentido amplio y sin reduccionismos— de la evolución biológica de la humanidad*. Obviamente, se trata de un planteamiento muy

alejado de las pautas vigentes en la Escuela de Chicago. «Mi uso del término 'bioeconomía' —escribe Georgescu-Roegen en 1986— no está influenciado por la moda intelectual que reduce todos los fenómenos a un fundamento biológico» (Georgescu-Roegen 1986, 249n).



Karl Marx



Alfred Lotka



Alfred Marshall

El empuje inicial le vino de su maestro Joseph Schumpeter y su visión del desarrollo y la evolución económica que éste había sugerido a comienzos del siglo XX. Al reivindicarse como heredero de esta tradición, Georgescu-Roegen une las enseñanzas proporcionadas por la ley de la entropía a las consideraciones schumpeterianas sobre el carácter evolutivo del proceso económico. «El tema de la economía —escribía Schumpeter a principios de siglo— es un proceso histórico único en el cual no se puede retroceder, que cambia sin cesar su propia constitución, creando y destruyendo mundos culturales uno tras otro» (Schumpeter 1912, p. 8); lo que se corresponde bien con el corolario entrópico en lo que tiene de irreversible e irrevocable. También toma de su maestro Schumpeter el concepto de «innovación» para resaltar el rasgo de «novedad por combinación»; de creación de nuevos bienes, servicios y procesos a través de la combinación de elementos y procesos preexistentes, y que hace del desarrollo económico algo evolutivo e irreversible.

<sup>3</sup> En Carpintero (2005) he profundizado ampliamente en la metáfora del metabolismo económico.

<sup>4</sup> Tal y como demuestra Jacques Grinevald en un artículo notable, aparte de Lotka, la contribución del científico ruso Vernadski puede considerarse un antecedente importante del enfoque bioeconómico de Georgescu-Roegen (Grinevald, 1991).

No en vano, el propio Schumpeter se atrevió a calificar a la «innovación» —por analogía con la biología— como una auténtica «mutación económica» fruto de la continua facultad de la mente humana para inventar nuevos bienes y procesos. En una frase frecuentemente citada por Georgescu-Roegen, Schumpeter solía decir que «por muchos vagones que añadamos sucesivamente uno detrás de otro, no por ello vamos a tener como resultado un tren». Hace falta, efectivamente, alguien que diseñe la locomotora que ha de ponerlos en movimiento. Es esa locomotora la que constituye una innovación respecto a otros modos de transporte como podían ser el coche de caballos o los carruajes. Con esta sugerencia, Schumpeter se anticipa sin duda a la propuesta que, tres décadas más tarde, en 1940, realizará el biólogo Richard Goldschmidt para explicar la evolución biológica. Goldschmidt, en su célebre y heterodoxo texto titulado *The Material Basis of Evolution*, argumentaba contra la síntesis darwinista del «cambio gradual» sosteniendo, entre otras cosas, que en la evolución de los seres vivos las nuevas especies surgían de manera abrupta y brusca como macromutaciones. La gran mayoría de estas macromutaciones resultaban catastróficas (y por eso las denominó «monstruos»), pero algunas, por puro azar, lograban sobrevivir con éxito: eran lo que Goldschmidt denominaba «monstruos prometedores». En contra de lo que sostenían los darwinistas y neodarwinistas ortodoxos de comienzos del siglo XX, la macroevolución no avanzaría por acumulación de cambios pequeños dentro de las diferentes poblaciones sino gracias a los escasos «monstruos prometedores». Esta tesis de Goldschmidt, aparte de ser revalorizada por algunos científicos evolucionistas tan destacados como Stephen Jay Gould, es recordada también por Georgescu-Roegen. Utilizando ese paralelismo para el caso de la evolución económica, sugerirá que «en comparación con la locomotora, el coche de caballos sería un monstruo, pero de gran éxito».

El economista rumano dedicó varios capítulos de su libro *La ley de la entropía y el proceso económico* a discutir el concepto de evolución y el segundo principio de la termodinámica como ley evolutiva fundamental. Aunque se apoyó en Lotka para definir la evolución como «la historia de un sistema que experimenta cambios irreversibles», le parecía que esta noción era insuficiente, sugiriendo complementar el sig-

nificado de irreversibilidad con aquel otro más preciso de «irrevocabilidad». Un proceso es irreversible en el sentido de que no puede desandar el camino andado hasta ese instante, aunque sí puede alcanzar fases previas en el futuro tal y como a un árbol que pierde las hojas cada año le vuelven a salir al año siguiente. Sin embargo, cuando sólo podemos pasar por un determinado estado una sola vez, entonces podemos decir que ese proceso es irrevocable. La degradación entrópica es un típico proceso irrevocable ya que la utilización de una pieza de carbón en una caldera hace que su baja entropía se pierda irrevocablemente, que no pueda ser recuperada. También el proceso económico, tal y como fue descrito por Georgescu-Roegen, supone la aparición de un notable cambio cualitativo tanto desde el punto de vista físico como histórico. La continua aparición y surgimiento de la «novedad por combinación» hace del desarrollo económico e histórico un proceso que no es fácilmente predecible por varias razones. Entre ellas destaca el hecho de que la novedad es un suceso único e irrevocable, en el sentido de que cronológicamente sólo sucede una vez. Y como representa un cambio cualitativo en relación con fenómenos previos, no es fácilmente manejable con los modelos aritmomórficos y los agregados de la contabilidad nacional planteados por los economistas.

Por ejemplo, Georgescu-Roegen siempre estuvo incómodo con la identificación que la economía convencional realizaba entre desarrollo económico y aumento de la producción de bienes y servicios. Una «confusión» que acaba describiendo los cambios acontecidos, cuando los hay, como variaciones únicamente cuantitativas, fácilmente expresadas a través de conceptos aritmomórficos como el PIB. Pero el desarrollo económico es un proceso diferente, refleja cambios cualitativos y, por lo tanto, incorpora un matiz dialéctico y evolutivo. Estos rasgos hacen que se resista a un tratamiento con conceptos y modelos aritmomórficos, lo que explica la dificultad para elaborar herramientas analíticas satisfactorias, y la imposibilidad de establecer predicciones futuras sobre su trayectoria. Los continuos errores y las dificultades con que se encuentran los econométricos a la hora de predecir el futuro más inmediato de cualquier variable económica son una muestra palmaria de este hecho.

### «VIOLAR LOS LÍMITES BIOLÓGICOS»: ENDOSOMATISMO, EXOSOMATISMO Y DESIGUALDAD SOCIAL

En su enfoque bioeconómico Georgescu-Roegen va a arrancar de una distinción conceptual —acuñada por Alfred Lotka en 1925<sup>5</sup> y hoy plenamente asentada en los ámbitos de la biología y la ecología— entre los órganos «endosomáticos» y los órganos «exosomáticos». Los primeros tienen la peculiaridad de acompañar a todo ser vivo desde su nacimiento hasta su muerte (brazos, piernas, ojos, etc.). Precisamente mediante los cambios en esta clase de órganos es a través de los que todo animal se va adaptando mejor o peor a las condiciones vitales y de su entorno. Sin embargo es necesario esperar demasiado tiempo para presenciar modificaciones evolutivas de estos seres vivos únicamente a través de cambios en sus dotaciones endosomáticas. Como puso de manifiesto Georgescu-Roegen, será la especie humana quien hallará un método más rápido de evolucionar a través de la progresiva fabricación de órganos separables —o exosomáticos— que, no formando parte de la herencia genética de la humanidad, son utilizados por ésta en su desarrollo evolutivo para vencer las restricciones biológicas propias. Ejemplos de este tipo de órganos pueden ser desde un simple martillo hasta un automóvil. Muchos de ellos son denominados por los economistas como «capital», hecho que «inconscientemente» pone de relieve cómo la visión del proceso económico, entendida como una extensión del proceso biológico en sentido amplio, posee un sólido fundamento.

Mi propia razón para afirmar que la economía deber ser una rama de la biología interpretada de forma amplia, descansa en el nivel más elemental de la cuestión. Somos una de las especies biológicas de este planeta, y como tal estamos sometidos a todas las leyes que gobiernan la existencia de la vida terrestre. Efectivamente somos una especie única, pero no porque hayamos obtenido el control total de los recursos de nuestra existencia (...) la única característica que diferencia a la humanidad de todas las otras especies (...) es que somos la única especie que en su evolución ha violado los límites biológicos. (Georgescu-Roegen 1977a, p. 313).

Además, el uso de esos instrumentos exosomáticos que permiten «superar los límites biológicos» se ha convertido en una necesidad tal que, «la existencia de la humanidad se encuentra ahora irrevocablemente ligada al empleo de instrumentos exosomáticos y, consecuentemente, al uso de recursos naturales, de la misma manera que, por ejemplo, está unida en la respiración al uso de sus pulmones y del aire» (Georgescu-Roegen 1971 [1996], 67). Dado su carácter «separable» del cuerpo humano los órganos exosomáticos comenzaron a producirse e intercambiarse a través del comercio, circunstancia ésta que, unida a una serie de ventajas, hizo aflorar no obstante algunas importantes dificultades que veremos a continuación.

En primer lugar, apareció un conflicto social por la posesión de estos órganos exosomáticos, que desembocó en el surgimiento de importantes desigualdades debido al diferente uso de dichos instrumentos entre los individuos de un mismo país.

En la sociedad humana, normalmente nacemos «iguales» endosomáticamente. Es imposible con sólo examinar el soma de un recién nacido decir si «éste es un presidente de banco» o «éste otro un obrero portuario» (...) el conflicto sobre quién va a bajar a la mina o a arar durante los helados vientos de marzo y sobre quién va a beber champagne estarán con nosotros para siempre (...) [un] conflicto social que durará mientras la humanidad permanezca sujeta a una actividad manufacturera que requiera una producción socialmente organizada, y, por necesidad, una organización social jerárquica que consista en «gobernantes» y «gobernados» en el sentido más amplio del término. (Georgescu-Roegen 1977a, 315).

En aquellas especies que evolucionan de forma endosomática puede existir una división del trabajo muy rígida (por ejemplo las hormigas o las abejas) pero en estas colectividades el conflicto social está ausente. La desigualdad y las luchas de clases están, según Georgescu-Roegen, íntima-

<sup>5</sup> En su libro *Elements of Physical Biology*, Baltimore, Williams y Wilkins. No obstante, esta distinción ya fue realizada con anterioridad en el ámbito germánico. Véase Martínez Alier (1991).

mente unidas a la producción y disfrute de órganos exosomáticos. Y, en un razonamiento complementario, habría que apuntar que la vida en sociedad por parte de la especie humana parece ser un resultado de su evolución exosomática más que *endosomática*, lo que da origen a su vez al conflicto. Esto explica que, en general, el lugar y el disfrute de los individuos en este escenario sea también inversamente proporcional a su cercanía con los «trabajos productivos» y penosos —con contenido material— como, por ejemplo, la fabricación de órganos exosomáticos (recuadro 1).

Por lo tanto, no se trata de rechazar como inútiles los trabajos intelectuales, sino de poner el acento en sus consecuencias sociales, y en la especial división social fija del trabajo que los vincula con los privilegios económicos.

Ahora bien, una segunda dificultad aparece cuando, debido a la diferente evolución exosomática, algunos pueblos pueden llegar a constituir especies exosomáticas distintas (piénsese en un norteamericano y en un etíope). Esta separación puede ser a veces mayor que la distancia que existe entre dos especies biológicas diferentes y las relaciones que se establecen entre ellas también son objeto de conflicto.

El *Homo Indicus* —escribe Georgescu-Roegen— constituye una especie exosomática distinta a la del *Homo Americanus*. El primero cocina con un artilugio primitivo quemando estiércol seco, el otro con un horno microondas con encendido automático, autoajuste y autolimpieza, el cual recientemente ha revolucionado la forma de cocinar americana. La cuestión es que no puede existir relación exosomática entre los dos. Si el burro, que constituye un vehículo usado por el *Homo Indicus*, cae en una zanja y se rompe una pata, ningún neumático radial de acero podría reparar el pinchazo (Georgescu-Roegen 1977a, p. 316).

Y, cada vez más, el proceso de producción y comercialización de órganos exosomáticos se está articulando sobre el stock finito de productos derivados de la corteza terrestre, en vez de sobre el flujo de radiación solar y sus derivados que nos llega sin restricciones. Esta circunstancia nos depara la tercera dificultad: la adicción incurable que, según Georgescu-

**Recuadro 1**  
**Privilegios y desigualdades**

(...) una mente de otro mundo tendría grandes dificultades para comprender muchos aspectos de nuestro proceso económico. Sobre todo, encontraría duro ver porqué los que desempeñan el trabajo improductivo han sido siempre la clase privilegiada económicamente. Pero es por esto que aquellos que realizan un trabajo improductivo de cualquier tipo debieran estar precisamente en desventaja a la hora de recibir su parte en la distribución de la renta nacional. Los trabajadores manuales pueden, normalmente, mostrar *cuántos* ladrillos han colocado, *cuántos* zapatos han fabricado, *cuánta* tierra han removido. Por contra, los gobernantes (senadores, jueces, escritores, o estadísticos) no pueden mostrar de ninguna forma palpable cuánto o con qué dureza han trabajado. El secreto de su éxito reside precisamente en este hecho fundamental: que no existe una medida objetiva para su trabajo. Naturalmente uno puede mantener la exageración sobre aquello que no puede medirse objetivamente. Esa es la razón por la que la élite social de todas las épocas, desde los sacerdotes del antiguo Egipto hasta los tecnócratas contemporáneos, han afirmado su superioridad realizando la misma pregunta: ¿dónde estaríais vosotros, los gobernados, si nosotros no estuviéramos aquí para ayudaros a sobrevivir? Y el hecho es que esta pregunta ha contenido una substancial parte de verdad en todas las épocas históricas (...) Pero igualmente cierto es el hecho de que la mitología social se ha erigido siempre sobre cada uno de esos roles para justificar el crecimiento abusivo de privilegios especiales (Georgescu-Roegen 1977c, p. 367).

Roegen, posee la humanidad hacia los instrumentos exosomáticos más inútiles, y que hace aflorar a la superficie no solamente un problema estrictamente económico o biológico

de satisfacción de necesidades, sino, más bien, una dificultad bioeconómica de mantenimiento de la especie humana sobre este frágil planeta que nos cobija.

### VIVIR A COSTA DEL PATRIMONIO (FÓSIL) O VIVIR DE LAS RENTAS (SOLARES): ASIMETRÍAS Y DILEMAS BIOECONÓMICOS

Los equilibrios en la bioeconomía dependen de múltiples aspectos asimétricos que remiten a las dos fuentes básicas de donde procede la baja entropía: la radiación solar, y la energía procedente de los recursos minerales localizados en la corteza terrestre. Ahondemos un poco más en estas asimetrías y en sus consecuencias para la reflexión bioeconómica de Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen 1972, pp. 25-28).

Una primera divergencia surge al comprobar que los materiales de la tierra constituyen un stock, una cantidad dada, mientras que la radiación solar se presenta como un flujo continuado en el tiempo. Aunque existe la posibilidad de que los materiales extraídos de la corteza terrestre puedan ser malgastados todos hoy o diferir su consumo en el tiempo, no es posible consumir hoy un flujo futuro de energía solar. No debería pasar desapercibido que cada uno de estos componentes ha servido como fuente energética principal a las dos actividades productivas básicas de la humanidad: la agricultura y la industria. La radiación solar sigue siendo el principal soporte para la producción de alimentos, y los yacimientos de combustibles fósiles y de minerales lo son para la fabricación de mercancías. La cuestión no es únicamente que los procesos de industrialización acentúen nuestra dependencia de fuentes no renovables de baja entropía, sino que la propia agricultura cada vez se nutre en mayor medida de los mismos recursos que la industria. La consecuencia es en este caso un agravamiento del conflicto anterior. El propio Georgescu, preocupado desde siempre por los aspectos agrarios de la producción, percibió muy bien que el progreso tecnológico incorporado a los procesos productivos suele esconder un alto precio a pagar que convendría evaluar:

Las ventajas de la mecanización son incuestionables, pero sólo desde el punto de vista oportunista, porque, contra-

riamente a lo que algunos entusiastas creen y predicán, tales ventajas no dejan de tener un precio. Podemos obtenerlas solamente comiendo con mayor rapidez el «capital» de baja entropía del que está dotado nuestro planeta. Éste es, ciertamente, el precio que hemos pagado y seguimos pagando no sólo por la mecanización de la agricultura sino por todo progreso técnico (...) Para llegar a una imagen clara de esta necesidad, tendríamos que observar, en primer lugar, que el búfalo mecánico [el tractor] está hecho de mineral de hierro y de carbón (primordialmente) y se alimenta de petróleo; en segundo lugar, que el estiércol de los difuntos carabaos ha de sustituirse necesariamente por fertilizantes químicos. La consecuencia debería ser evidente: desde el momento en que la energía y los elementos vivificantes no proceden ya del flujo de radiación solar a través de los animales de tiro, ha de obtenerse por una explotación adicional del stock de recursos minerales de la corteza terrestre. Este cambio en baja entropía de una fuente a otra tiene una importante incidencia sobre el problema de durante cuánto tiempo puede alimentar este globo terráqueo a una población dada. (Georgescu-Roegen 1971[1996], pp. 376-377).

De aquí no cabe concluir, sin embargo, una posición antirracionalista o contraria a la aplicación tecnológica de los conocimientos científicos como forma de mejorar las condiciones materiales de la humanidad. Lo que se plantea es la necesidad de reflexionar desapasionadamente sobre las verdaderas consecuencias y riesgos de muchas de estas aplicaciones para así poder decidir racionalmente. Y en esta tarea la ciencia, según Georgescu-Roegen, nos brinda una herramienta excepcional, a pesar de sus limitaciones.

Una segunda cuestión tiene que ver con la dificultad para encontrar un proceso rápido que transforme energía en materia de baja entropía y que sea fácilmente accesible para la actividad humana. De hecho, el acceso a materiales con baja entropía será para Georgescu-Roegen —más que la escasez de recursos energéticos— «el elemento crucial desde un punto de vista bioeconómico» (Georgescu-Roegen 1972, p. 25).



(...) debido a que la baja entropía recibida del sol no puede convertirse en materia a granel, no es el stock finito de energía solar lo que pone un límite al tiempo durante el cual puede sobrevivir la especie humana. Por el contrario, es el exiguo stock de recursos terrestres lo que constituye la escasez crucial. Sea  $S$  este stock y  $r$  la tasa media a la que puede desaccumularse. Evidentemente, se tiene  $S=r \times t$ , donde  $t$  se corresponde con la duración de la especie humana. Esta fórmula elemental demuestra que cuanto más rápido decidamos desaccumular  $S$  más corto será  $t$ . Ahora bien,  $r$  puede aumentar por dos razones. En primer lugar, la población puede aumentar. En segundo lugar, para el mismo tamaño de la población podemos acelerar la desaccumulación de los recursos de la Naturaleza para satisfacer necesidades creadas por el hombre, por lo general, necesidades extravagantes. La conclusión es evidente (...) todo niño nacido ahora significa una vida humana menos en el futuro. Pero también, que todo automóvil Cadillac producido en cualquier momento significa menos vidas en el futuro. Hasta hoy, el precio del progreso tecnológico ha significado un cambio desde la fuente de baja entropía más abundante —la radiación solar— a la menos abundante —los recursos minerales de la tierra (Georgescu-Roegen 1971 [1996], p. 377).

En este escenario es fácil observar cómo la degradación entrópica sufrida por el stock de recursos terrestres nos lleva a la discusión sobre las pautas de agotamiento de esos recursos no renovables. Y aquí acude al primer plano de la discusión el problema de la solidaridad entre las distintas generaciones (presentes y futuras) en la distribución de unos recursos en permanente disminución.

En verdad, un trozo de carbón utilizado por nuestros antepasados desaparece ya para siempre, del mismo modo que la parte de plata o hierro extraída por sus manos. Todavía las generaciones futuras tendrán derecho a su parte inalienable de energía solar que es, efectivamente, enorme. De igual manera podrán utilizar, al menos, una suma de madera equivalente al crecimiento vegetal anual.

En cambio, para la plata o el hierro disipado por las generaciones anteriores no existe una compensación similar (Georgescu-Roegen 1972, p. 26).

Pero todo lo anterior se agrava al aparecer una tercera asimetría: la diferencia fundamental entre lo que representa en términos energéticos el stock de energía libre de la Tierra y la cantidad de flujo de energía solar. El total de los recursos minerales y energéticos contenidos en la corteza terrestre son una fracción muy pequeña del flujo de energía solar recibida por la Tierra. Se estima en unos pocos días de radiación solar el equivalente de la energía acumulada por todos los yacimientos de recursos energéticos del planeta (petróleo, gas, etc). Sin duda, este punto añade una importante dimensión temporal al asunto, sobre todo si comparamos la velocidad a la que consumimos el stock de recursos agotables con los miles de años que tardan en formarse esos mismos yacimientos.

Existe, no obstante, una cuarta asimetría que abunda en una tendencia negativa ya mencionada: la masiva utilización de la energía derivada de los combustibles fósiles que ha aumentado considerablemente el nivel general de entropía, en comparación con la escasa utilización industrial de la energía solar. Se retrasa, pues, la tendencia de la única solución factible que, desde el punto de vista de la civilización, se vislumbra para nuestra supervivencia, acotando aún más el intervalo temporal para explorar nuevas alternativas.

En penúltimo lugar cabe advertir el papel preeminente que la energía solar posee dentro del enfoque bioeconómico debido a una característica única: su utilización está libre de los efectos contaminantes que caracterizan al resto, es decir, a aquellas que no están a salvo de efectos nocivos. Cuando los problemas ecológicos de la civilización industrial no son únicamente una cuestión de escasez de recursos sino además un problema grave de asimilación de residuos, la tendencia apuntada no parece avanzar en la solución correcta.

Por último, Georgescu-Roegen hace hincapié en una asimetría bioeconómica que tiene que ver no sólo con el papel de la humanidad en la utilización de la energía disponible, sino con el conflicto que, como especie, mantiene con el resto de las que habitan nuestro planeta. Parece obvio que la supervivencia de cada especie depende de la radiación solar

directa o indirecta que es capaz de aprovechar. Pues bien, la humanidad, a causa de su adicción exosomática mantiene además una estrecha dependencia de los recursos minerales de la que ya se ha dado cuenta. Para su utilización no compite con otras especies, pero con su uso despilfarrador sí que es capaz de poner en peligro la vida de otras especies. Esta ausencia de competencia por el stock de materiales procedentes de la corteza terrestre no oculta, sin embargo, la lucha por los frutos derivados de la energía solar.

Nada en la naturaleza es comparable en brutalidad a la competición humana por la energía solar (en forma de materias primas o subproductos). La humanidad no se ha desviado ni un ápice de la ley de la jungla; incluso con menos compasión a causa de sus sofisticados instrumentos exosomáticos. La especie humana ha intentado abiertamente exterminar cualquier especie que le robara la comida o le intentara devorar: lobos, conejos, insectos, microbios, etc. (Georgescu-Roegen 1972, p. 28).

La reflexión del economista rumano se ha cuantificado ya hace algún tiempo. En efecto, sabemos que la producción primaria neta (PPN: total de la materia fotosintetizada descontando la energía gastada por la propia planta en el proceso de la fotosíntesis y en su propia respiración) es el origen de la cadena alimentaria sin la cual difícilmente podríamos continuar —como especie—, la vida sobre la Tierra. Teniendo presente que para un período de tiempo concreto, la cantidad máxima de PPN es limitada, la captación realizada por la humanidad de la energía solar fijada por las plantas terrestres y que no es utilizada por ellas se realiza a costa del resto de especies. Actualmente esta apropiación supone, en términos de recursos, el 40% de la PPN terrestre (Vitousek 1986). Es evidente que este proceso de expansión de la especie humana deja muy reducidas las capacidades del resto de las especies para su supervivencia, y posee un límite absoluto que no puede sobrepasar: el 100% de la PPN.

Así pues, los procesos de producción de mercancías apoyados en la captación de ingentes recursos naturales y la deposición de grandes cantidades de residuos sin asimilar ha determinado, en buena medida, el carácter insostenible de

los actuales modos de producción y consumo al servicio del disfrute de la vida. Cualquier recuperación de la estabilidad ecológica para hacer más sostenibles las relaciones entre la especie humana y la naturaleza debe pasar por tomar ejemplo de la biosfera y articular los procesos productivos bajo el paraguas de fuentes de energía renovables y procedimientos que consigan cerrar los ciclos de materiales, reutilizando y reciclando los residuos para su aprovechamiento como recursos. Sin embargo, lejos de reconocer este hecho, los métodos de valoración económica promueven los procesos de destrucción ambiental generalizada:

El cálculo económico ordinario —escribe José Manuel Naredo— valora los bienes que nos ofrece la naturaleza por su coste de extracción y no por el coste de reposición. Por ello se ha primado sistemáticamente la extracción frente a la recuperación y el reciclaje (cuyos costes se han de sufragar íntegramente) distanciando enormemente el comportamiento de la civilización industrial del modelo de sostenibilidad que nos ofrece la biosfera» (Naredo 1996, p. 29)

### «EL DESTINO PROMETEICO DE LA HUMANIDAD» Y ALGUNAS CAUTELAS SOBRE LA TECNOLOGÍA COMO SOLUCIÓN

Gran parte de las reflexiones de Georgescu-Roegen al hilo de sus preocupaciones bioeconómicas tuvieron como elemento común el papel de la tecnología. Recogiendo algunas de las cuestiones desarrolladas en el capítulo anterior, y planteadas las asimetrías que afectan al propio desarrollo bioeconómico de la humanidad, Georgescu buscó establecer un relación entre la posibilidad de encontrar una tecnología viable (órgano exosomático viable) y el mantenimiento de la vida en el planeta. Y es que para este cometido no era lo mismo cualquier tecnología. Su viabilidad debía apoyarse en lo que el economista rumano denominaba, irónicamente, «receta prometeica» (en honor al personaje de la mitología griega que robó el fuego a los dioses para entregárselo a los humanos y hacerles la vida más placentera).

Tres eran para Georgescu-Roegen las tecnologías prometeicas que habían protagonizado la historia humana, es decir, que contribuyeron decisivamente al progreso exosomático de la humanidad: el dominio del fuego, la agricultura, y la máquina de vapor.<sup>6</sup> Aunque muchos han sido los avances tecnológicos logrados por la humanidad, no todos pueden ser calificados como decisivos desde el punto de vista evolutivo. Para Georgescu, únicamente merecían el calificativo de prometeicas, las que habían sido capaces de «generar» un excedente energético por encima de su utilización. Dicho así podría dar lugar a confusión ya que, en sentido estricto, las leyes de la termodinámica impiden la construcción de la «máquina perfecta». Sin embargo, el sentido preciso de su afirmación es el siguiente: con la chispa de una cerilla podemos incendiar un bosque, del mismo modo que con cualquier semilla cultivada producimos una cantidad de granos superior a la plantada.<sup>7</sup> Por último, la máquina de vapor (o el motor de combustión) entraría también dentro de las recetas prometeicas al permitirnos acceder a fuentes de baja entropía con un contenido energético mucho mayor que el utilizado por la propia máquina: «simplemente con un poco de carbón [que le sirva de combustible al motor de bombeo] podemos desecar el agua de una mina y procuramos mucho más carbón del que empleó la máquina e incluso el necesario para otras minas» (Georgescu-Roegen 1992, p. 176).

Así pues, cualquier tecnología viable que suponga un cambio cualitativo desde el punto de vista de la evolución exosomática de la humanidad, y que conlleve un cambio sustancial en la superación de los límites estrictamente biológicos de la especie, debe apoyarse en una receta prometeica. Esta cualidad las diferencia de otras tecnologías o adelantos que, como el ordenador, o la electrónica en general, no cum-

plen con el requisito mencionado aunque poseen otras ventajas notables. Dicho en un tono tal vez demasiado duro: «Lo que precisa la actual crisis es una nueva receta prometeica, no cualquier invención más o menos fantástica, detalle que pasan por alto quienes, individualmente o en el seno del creciente número de asociaciones, exaltan su propia alternativa» (Georgescu-Roegen 1992, p. 176).

Para encontrar esa especial receta y vencer la espada de Damocles de la entropía necesitamos tiempo. Lamentablemente, la cuestión que dramáticamente surge es: ¿qué hacer mientras?, sobre todo cuando la civilización industrial profundiza día a día en su dilema energético. Georgescu-Roegen sabía que la única solución viable en el tiempo y perdurable en cuanto a sus efectos debía de pasar por el uso masivo de la energía solar y sus derivados. A pesar de ello, y poco antes de morir, todavía se sentía bastante escéptico respecto a que la energía captada por una serie de células fotovoltaicas bastara para amortizar la energía necesaria para fabricarlas, incluso aunque se obtuviesen los materiales gratis por otros medios. El «milagro» no parece aflorar tan fácilmente y la energía solar —igual que la electricidad— continúa siendo «un parásito de otras energías» (Georgescu-Roegen 1992, p. 176).

Que la prudencia y el saludable escepticismo de nuestro economista frente al progreso tecnológico como solución pueden ser las estrategias más «racionales» lo constata la disyuntiva planteada por Robert Costanza a finales de la década de los ochenta. Un dilema que supone la profundización, con nuevas razones, en la sugerencia de Georgescu-Roegen sobre las diferentes posibilidades a que se enfrenta la humanidad en semejante contexto (Costanza 1989). Si representamos, a través de una tabla de doble entrada, las estrategias a llevar a cabo y los supuestos aceptados por la sociedad respecto del progreso tecnológico como solución a los problemas ecológicos, podemos llegar a los resultados expresados en el recuadro dos, en la página siguiente.

Si elegimos una política que deje en manos de la tecnología la solución de la mayoría de los problemas y la manera en que evoluciona el mundo les da la razón a los optimistas tecnológicos, entonces los beneficios derivados de esa acción serán muy elevados. Si, por el contrario, los optimistas tecnológicos no tienen razón y el mundo no es capaz de lograr los

<sup>6</sup> La verdad es que modificó con los años el número final de tecnologías prometeicas. Así puede verse cómo en 1982 seguía manteniendo únicamente el fuego y la máquina de vapor (Georgescu-Roegen, 1982) mientras que ya en uno de sus últimos escritos introducía también la agricultura (Georgescu-Roegen 1992, p. 175).

<sup>7</sup> Hay que advertir que este resultado se obtiene gracias a que no se contabiliza precisamente la radiación solar que, de cualquier manera, incidiría sobre la Tierra.

**Recuadro 2**  
**Pesimismo versus Optimismo**

	Los optimistas tiene razón	Los pesimistas tiene razón
<b>Política basada en un optimismo tecnológico</b>	Alto	Desastroso
<b>Política basada en un pesimismo tecnológico</b>	Moderado	Tolerable

*Fuente:* Costanza (1989, p. 4).

beneficios tecnológicos postulados por los optimistas, entonces el resultado será desastroso para la vida en el planeta. Por otro lado, si la política llevada a cabo es más bien pesimista respecto a las posibilidades de la tecnología para resolver los problemas ambientales y, a posteriori, se demuestra que los optimistas tecnológicos tenían razón en sus planteamientos, entonces el beneficio obtenido por dicha estrategia es sólo moderado. Finalmente, en el caso de que la razón esté del lado de los pesimistas tecnológicos, el escenario que se presenta será —con las dificultades pertinentes— tolerable desde el punto de vista social.

El problema aparece al percibir que el estado en que se encontrará el mundo en el futuro es un resultado difícil de prever y por ello la decisión se debe tomar en un contexto de incertidumbre. Pues bien, lo que la teoría de juegos nos dice en este caso es que hay que adoptar un criterio que minimice las pérdidas irreversibles a costa de incurrir en pérdidas tolerables. En este sentido, la elección «racional» nos lleva a establecer una estrategia, —en palabras de Costanza— «prudentemente pesimista», ya que el coste de equivocarse es moderado mientras que si no se tiene razón la situación todavía resulta tolerable; evitándose así, la probabilidad de una situación irreversible de desastre. Si creemos que el progreso tecnológico «inventará» algo que nos salve de la escasez de recursos no renovables, entonces podemos dilapidar actualmente los que tenemos. Forma ésta, por otro lado, de hacer explícita o evidente la «dictadura del presente sobre el futuro». En cambio, si, por el contrario, concebimos el progreso tecnológico como un instrumento con ciertas limitaciones, entonces la estrate-

gia deberá incluir otras consideraciones (conservación, asignaciones al margen del mercado, etc.).

### **«MINIMIZAR LOS REMORDIMIENTOS FUTUROS»: CONSERVACIÓN, REDISTRIBUCIÓN Y EL MITO DE LA SALVACIÓN A TRAVÉS DEL MERCADO**

Minimizar, pues, las pérdidas irreversibles. En frase ya célebre, Joan Robinson solía explicar que «el pasado está dado y no se puede cambiar y el futuro es incierto y no se puede predecir». Un buen punto de partida, sin duda, para elegir la estrategia adecuada a la luz de los inconvenientes de que adolece la explotación directa de la energía solar y las limitaciones del propio optimismo tecnológico. La propuesta de Georgescu-Roegen, calificada de prudente y «racional» va a ser la conservación. Dos elementos aparecen unidos a esta estrategia: uno relacionado con el consumo individual y otro que tiene que ver con su articulación institucional.

Por un lado, estaría la necesidad de reducir el consumo para paliar el agotamiento de los recursos vitales al «mínimo compatible con la supervivencia razonable de la especie». «Hemos vivido durante miles de años sin carros de golf, sin coches que ocupan dos plazas de garaje y sin aviones Concorde», recordaba Georgescu-Roegen en 1982. Y ni que decir tiene que lo anterior era una propuesta para tierras «sobre-desarrolladas» y no para territorios que no han cubierto todavía sus necesidades básicas. «El programa de austeridad

—escribe el economista rumano— debería aplicarse sobre todo a tierras de abundancia, no a los pueblos necesitados económicamente, como Bangladesh, por ejemplo.» (Georgescu-Roegen 1992, 177).

En segundo lugar, la conservación no debe ser un conjunto de actuaciones diseñado única y exclusivamente por los países «ricos» (aunque sean verdad los versos hölderlinianos: De donde nace el peligro/nace la salvación también), sino que debe contar con la participación —en un esfuerzo común— de todos los países, en torno a una organización internacional que gestione y administre unos recursos mundializados. Esta propuesta, realizada por Georgescu-Roegen en la Asamblea Alternativa a la Cumbre de Estocolmo en 1972 perseguía como objetivo impedir que la creciente escasez —confirmada por los hechos— acentuara las desigualdades internacionales ya existentes y acabara por fomentar más guerras. Lo que no quita para que «la especie humana llegue a la extinción segregada económicamente. No podemos descartar la posibilidad de que algunos de los últimos supervivientes mueran en palacios y otros en chabolas» (Georgescu-Roegen 1992, p. 177).

Al proponer una gestión mundializada, Georgescu utiliza el término a la manera de «socializada» o «nacionalizada», alejándose así del dogma económico que identifica al «libre mercado» con la mejor forma de asignar los recursos «escasos» —ya sea entre los miembros de una misma generación, o entre aquellos que pertenecen a distintas generaciones—. De ahí que el problema ecológico de las relaciones entre la «calidad de vida» de la generación actual y la asignación intergeneracional de los recursos no pueda ser *únicamente* analizado desde la perspectiva de la economía convencional. Existen, como es sabido, varios inconvenientes para dejar en manos del mercado este tipo de asignación.

Es preciso recordar, en primer lugar, que la asignación a través del mercado por la interacción de la oferta y la demanda sólo es posible en el caso de las generaciones actuales, pues sólo éstas pueden expresar su demanda por medio del gasto. En el caso de las generaciones futuras existe una «dificultad ontológica» a la hora de que acudan al mercado para mostrar sus preferencias y demandas: simplemente aún no han nacido. La aplicación estricta de la teoría económica ortodoxa puede dar lugar incluso a resultados discutibles en presencia

de recursos que son irremplazables. Como escribió el economista rumano hace más de tres décadas:

Existe un principio económico elemental de acuerdo con el cual el único camino para conseguir un precio relevante de un bien irreproducible, por ejemplo, la *Mona Lisa* de Leonardo da Vinci, es contar absolutamente con todas las demandas que se ejercen sobre él. De otro modo, si sólo estuviéramos dos personas demandando ese bien, uno de nosotros podría conseguirlo fácilmente por unos cuantos dólares. Pero este precio, sería claramente una parodia. Esto es exactamente lo que ocurre con los recursos no reproducibles. Cada generación puede usar cuantos recursos procedentes de la corteza terrestre quiera y producir tanta contaminación como su propia demanda de recursos decida. Sin embargo, *las generaciones futuras no pueden expresar su demanda en los mercados actuales simplemente porque no existen*. (Georgescu-Roegen 1972, p. 30. La cursiva es mía).

Vemos, pues, que el enfoque convencional adolece también de algunas deficiencias a la hora de valorar «correctamente» objetos o bienes que no son reproducibles, como las obras de arte o los recursos naturales no renovables. Decimos «correctamente» para poner de manifiesto que los precios reales no presentan las propiedades necesarias para servir de guía a una razonable gestión de los recursos naturales. Si fueran buenos indicadores de la escasez, los precios en los mercados internacionales de recursos minerales y energéticos debieran de haber experimentado continuamente alzas generalizadas, ya que cada barril de petróleo y cada tonelada de carbón extraída actualmente suponen un barril y una tonelada de menos que no podrá ser consumida en el futuro.

Ante el aumento considerable de la demanda y la extracción de combustibles fósiles y de minerales experimentado desde la década de los cincuenta, la respuesta esperada de las cotizaciones de estos bienes en los mercados internacionales debería haber corrido pareja con el incremento de su agotamiento y consumo, señalando —de paso—, la creciente escasez de los mismos. Sin embargo, salvo contadas excepciones como la de los años 1973, 1979, 2000 y 2005, la evolución

del carbón, del petróleo del hierro y del resto de metales no férricos se ha saldado con caídas continuadas de las cotizaciones con leves repuntes coyunturales. Por ejemplo, en el caso del carbón, que ha más que duplicado su extracción y consumo desde comienzos de la década de los cincuenta (pasando de 2.000 millones de toneladas a más de 4.500 a comienzos de los noventa, después de la subida en su cotización a partir de 1970, no ha dejado de descender, situándose a comienzos de los noventa en los niveles de finales de los sesenta. El caso del petróleo ha sido muy similar al del carbón, simultaneándose, a partir de la subida de precios de 1973, un incremento en las extracciones y la demanda de consumo, con una reducción continuada —salvo años contados— de su cotización en los mercados internacionales. Quizás el ejemplo más dramático sea el del hierro, que ante un incremento constante en la demanda y la extracción ha visto caer sus precios en picado hasta niveles anteriores a 1950. Este aspecto aparece refrendado por uno de los últimos informes del Worldwatch Institute estadounidense:

El consumo de materiales —escriben John E. Young y Aaron Sachs— ha llegado a unos niveles tan extraordinarios en los países industriales debido a la existencia de un marco económico global desfasado que deprime los precios de las materias vírgenes y, lo que es más importante, no responde a los costes ambientales de extracción y transformación. La caída de los precios ha continuado aún cuando los costes ambientales de la economía global de materiales hayan subido de manera importante. En la última década casi todos los bienes importantes se han abaratado de manera significativa en todo el mundo, tendencia que, a su vez, ha permitido que las tasas de consumo mantengan un ritmo de crecimiento constante (Young y Sachs 1999, p. 143).

Las líneas precedentes muestran cómo la tendencia de la mayoría de los minerales y recursos energéticos en los últimos cincuenta años ha evolucionado en sentido inverso al que debía predecir la teoría de la asignación intertemporal de recursos: ha aumentado la extracción de casi todos ellos (haciéndolos objetivamente más escasos) a la par que se desplo-

maban sus precios en los mercados. Y no parece que esa caída en la cotización se deba, en el caso de las fuentes de energía, a la sustitución de unas fuentes por otras (aspecto éste que haría disminuir la demanda y el precio), pues el petróleo y la mayoría de los combustibles fósiles siguen teniendo una posición hegemónica.

Pero los precios, en el enfoque económico convencional, no tienen únicamente un papel como indicadores de la escasez. A menudo son interpretados como «costes de oportunidad» en que incurre el consumidor o la sociedad al optar por una mercancía en contra de otra, a saber: aquello a lo que renunciamos y que podíamos haber adquirido, pero que perdemos al realizar nuestra elección. De modo que, cuando los precios son elevados, el coste de oportunidad de la elección es alto ya que con ese dinero se podrían adquirir muchas unidades del bien con que lo comparamos u otros bienes diferentes; y cuando el precio es reducido la situación es la inversa. Si aplicamos este concepto a la asignación de recursos entre generaciones, tenemos como resultado que los precios siguen haciéndonos un flaco favor: cuanto menores sean los costes de oportunidad de extraer un barril de petróleo frente a otra opción energética, mayor será el incentivo para que la generación actual dilapide todas las reservas disponibles. Ahora bien: muchas veces no es sencillo cuantificar ese coste de oportunidad. ¿Cuál sería su importe en el caso de la utilización del último barril de petróleo disponible?

De todos modos, no sólo es una cuestión de precios o de costes de oportunidad. Otra importante razón que intenta justificar la asignación mercantil entre generaciones es la que se apoya en la siguiente premisa: al cuidar nosotros de nuestros hijos, éstos de los suyos y así sucesivamente, las generaciones futuras se encuentran en buenas manos. La cosa, sin embargo, tiene truco, tal y como Georgescu-Roegen lo expresó con más énfasis: «ésta es una secuencia algorítmica que lleva cuidando de nuestros intereses económicos desde la época de Julio César, o desde mucho antes, pero a ninguno de los defensores se le ha ocurrido preguntar si la relación 'cuidar de' es transitiva.» (Georgescu-Roegen 1992, p. 184). Y parece que tenía razón si realizamos un breve recorrido por el «ambivalente» legado que nos han dejado nuestros antepasados.

Cabe concluir, entonces, que la pretensión de extender la lógica económica individual a la resolución de cuestiones

que atañen a la sociedad en su conjunto provoca no pocos quebraderos de cabeza tanto a los científicos sociales que las estudian como a las colectividades que sufren su aplicación. Esta regla general vale también para el caso de los recursos naturales. Es verdad que, como individuos, cada uno de nosotros tiene una vida limitada y por eso tal vez (y simplificando en exceso) quepa suponer que las personas ante el dilema de un consumo cierto ahora, y uno incierto en el futuro prefieran realizar el gasto en el momento. Esto explicaría el fenómeno del «descuento» del futuro y el surgimiento del tipo de interés como recompensa por la espera de no gastar el dinero en consumir ahora para hacerlo más adelante, es decir, por ahorrar o prestar para que otros realicen ese consumo.<sup>8</sup> De igual manera, entonces, que un individuo o una empresa que desean realizar una inversión suelen elegir aquella que les proporciona un mayor valor actual de los beneficios futuros (la que proporciona unos beneficios futuros mayores valorados en la actualidad a un determinado tipo de interés), así debería actuar la sociedad en su conjunto al decidir sobre el uso y la asignación de sus recursos entre diferentes usos. Pero, aunque los individuos son mortales considerados singularmente, haríamos bien en suponer que la humanidad en su conjunto es inmortal: esa sería la única posibilidad de incorporar sin limitaciones a la generaciones futuras. Esto provocaría una transformación importante del punto de vista con que enfocamos los problemas. En palabras de Georgescu-Roegen: «... la teoría económica es en esencia bioeconomía desde el momento en que atiende a la evolución y a la existencia de la humanidad como especie, y no sólo como un individuo que busca nada más que la maximización de su utilidad o beneficio personal» (Georgescu-Roegen 1983, p. 3). Lo que explica que, en este contexto:

Maximizar la utilidad descontada —como predicen los economistas convencionales— sólo podría tener sentido

---

<sup>8</sup> Baste una advertencia, como bien saben los economistas, las cosas son mucho más complicadas tanto en lo que respecta a la actitud ante el «descuento» del futuro como a la explicación del origen de los tipos de interés. Sin embargo, una aclaración de todas las posturas al respecto nos alejaría demasiado de nuestro objetivo.

para un individuo porque, siendo mortal, el individuo no está seguro de que pueda estar vivo ni siquiera mañana. Es, sin embargo, totalmente inepto para la humanidad confiar en los ejercicios matemáticos —por muy respetables que puedan ser sus autores— que descuentan el futuro. Está justificado que la humanidad crea que existirá durante un período prácticamente ilimitado y que se comporte en consecuencia. Por lo tanto, como guía para la conducta de la humanidad, recomiendo encarecidamente que debiéramos adoptar «el principio de minimizar los remordimientos» (Georgescu-Roegen 1977a, 317-318).

Si nos tomamos en serio lo anterior, cabe dudar de la racionalidad económica convencional —basada en la maximización del beneficio empresarial o del bienestar individual a corto plazo— como una guía razonable para la gestión y asignación de los recursos naturales a largo plazo. Y es que la aparición en escena de la incertidumbre en el futuro y la utilización de la prudencia que «minimiza los remordimientos o arrepentimientos futuros», abonan la propuesta del economista rumano a favor de la conservación.

## UN PROGRAMA BIOECONÓMICO MÍNIMO

Georgescu-Roegen es un caso típico de científico social con conciencia de su quehacer académico, y por esta razón muchas de sus reflexiones intentan ser operativas también en el ámbito de lo político. De esto da prueba no sólo su experiencia en la Rumanía de entreguerras, en la que tuvo la suficiente honradez para desechar la teoría económica aprendida en Harvard por ser totalmente inaplicable al contexto rural en el que se encontraba, obligándoles a realizar un esfuerzo intelectual importante para encontrar un marco teórico apropiado para la explicación de las economías campesinas. Mostrando, en suma, que se podía influir positivamente para cambiar los hábitos de la ciencia, la conciencia y el comportamiento de las personas.

En su ensayo de 1972 ya citado y titulado «Energy and Economic Myths» (Energía y mitos económicos), que enca-

beza el volumen publicado en 1976, Georgescu despliega la dimensión política de la Bioeconomía y se propone un programa (aunque mínimo) de actuación concreta. Ahora bien: al leer el contenido de este programa tal vez aflore en el lector o lectora una sonrisa conmovedora en relación con la «ingenuidad» de muchas de las sugerencias de nuestro economista. Es verdad que, desde el presente, la mayoría aparecerán como viejas ideas de sentido común ya repetidas, cuando no utópicas. Georgescu-Roegen solía decir, sin embargo, que la tarea de los economistas críticos era siempre triste y difícil porque tenían que reafirmar continuamente lo evidente. Varias son las medidas que sugiere el científico rumano para comenzar la senda correcta de nuestro comportamiento con la naturaleza (Georgescu-Roegen 1972, pp. 33-35).

1. A comienzos de los años setenta, la escalada armamentista parecía no tener fin y, como economista que sabe el «coste de oportunidad» del uso de los recursos, a Georgescu le molestaba profundamente el despilfarro protagonizado por los gastos militares. Dentro de este Programa Bioeconómico propondrá, como primera medida urgente, la prohibición completa de cualquier tipo de armamento de guerra por medio de un consenso o pacto entre las naciones productoras y «sobredesarrolladas» para suspender la producción. «Esperemos fervientemente que podamos también vivir sin ningún tipo de arma que sirva para asesinar a nosotros mismos», planteaba Georgescu-Roegen hace más de tres décadas. O dicho de otra manera: «Es francamente absurdo (además de hipócrita) continuar la producción creciente de tabaco si, declaradamente, nadie tiene intención de fumar».
2. El planteamiento de Georgescu abonaba también una segunda medida tendente a liberar una importante capacidad productiva con destino a la ayuda internacional, pero sin costes para el nivel de vida de los países donantes. Esta ayuda debería realizarse bajo estrictos criterios de control y buena planificación que evitasen despilfarros y potenciasen el desarrollo endógeno. Todo ello con las cautelas necesarias para no exportar modos de vida y comportamientos difícilmente tolerables a escala planetaria.
3. Por las mismas fechas, los efectos de la mal llamada «revolución verde», que significó la extensión y proliferación de

fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, de origen químico sobre la agricultura eran ya perfectamente visibles. Habida cuenta de los costes ambientales tan importantes, era preciso extraer las oportunas enseñanzas de cara al logro de una agricultura más compatible con el medio ambiente. Georgescu-Roegen propone como tercera medida la disminución gradual de la población a un nivel adecuado para que pueda alimentarse con el producto de una agricultura orgánica y biológica que preserve las riquezas y la fertilidad de los suelos a largo plazo. Años más tarde, insistirá en este punto estableciendo que «la población del planeta deberá reducirse al nivel de la capacidad de carga natural de la tierra, a saber: el nivel al cual puede ser alimentada únicamente con agricultura ecológica». (Georgescu-Roegen, 1977c, d).

4. Si la estrategia de conservación implicaba en muchos casos reducir a límites razonables nuestra utilización de los recursos naturales, había que impedir por todos los medios aquellos comportamientos que fueran precisamente en la dirección contraria. Con tal fin sugiere la cuarta medida de su programa: evitar el desperdicio de energía producido por la sobreutilización de la misma, regulando, si llega el caso, su consumo de forma estricta. Todo ello mientras no podamos utilizar la energía solar por fusión controlada.
5. No hay que olvidar que en la determinación de los comportamientos de los consumidores una buena parte viene inducida por la fases de producción. De ahí su quinta sugerencia: reducir los comportamientos extravagantes en el consumo presionando a los fabricantes para que determinadas mercancías absolutamente inútiles y con un alto coste ecológico no sean producidas. Para ello también es menester que los individuos de los países industrializados dejen de perpetrar auténticos «crímenes bioeconómicos» cambiando de coche cada año o redecorando frecuentemente sus mansiones. Es verdad que se puede y debe obligar a los fabricantes a producir sus bienes con una composición y diseño que los haga más duraderos. Ahora bien, para Georgescu-Roegen existe un elemento previo vinculado con el culto que se rinde a la moda y que hace efímero todo acto de consumo. Es preciso «que los consumidores se reeduquen a sí mismos para superar las modas. Será entonces cuando las empresas tendrán que orientar su pro-



ducción hacia la durabilidad». Y hay que completar el cuadro prestando mucha atención, no sólo a las cuestiones de durabilidad, sino a la necesidad de facilitar la reparación de los bienes ya puestos en el mercado para evitar «tirar un par de zapatos por el mero hecho de que se les haya roto un cordón».

6. El *Programa Bioeconómico Mínimo* concluye con una metáfora muy de su talante. Georgescu nos anima a luchar por intentar curarnos del síndrome que denomina «círculo vicioso de la maquinilla de afeitar», por el cual nos aferramos al absurdo de afeitarnos más rápido cada mañana para así tener tiempo suficiente para trabajar en una máquina que afeite más rápidamente y así tener más tiempo para trabajar en otra máquina que todavía lo haga más rápido ... y así *ad infinitum*. Reflexión que, de paso, nos coloca frente al viejo dilema de cómo usar nuestro ocio y de retornar, por una vez, a la antigua sabiduría que nos aconsejaba trabajar para vivir y no lo contrario. Porque de eso se trata: de vivir.

#### PENSAR «CON GEORGESCU-ROEGEN» Y «MÁS ALLÁ DE GEORGESCU-ROEGEN»

A pesar de los matices y distinciones que Georgescu-Roegen quiso imprimir a su noción de Bioeconomía, lo cierto es que, por desgracia, el sentido de este término que ha prevalecido en la literatura ha sido el sostenido por los economistas neoclásicos con sus derivaciones sociobiológicas. Sin embargo, esta circunstancia no ha impedido que sus enseñanzas tuvieran continuidad. A finales de los ochenta y comienzos de los noventa se produjo un doble movimiento en este sentido, aunque con desigual éxito. Por un lado, gracias a la persistencia de sus compatriotas Joseph C. Dragan y Mihai Demetrescu, varios de los discípulos y admiradores del economista rumano contribuyeron, a comienzos de los noventa, a la creación de la *European Association for Bioeconomic Studies* cuya primera Conferencia Internacional, en 1991, supuso un homenaje por el 85º cumpleaños del economista rumano. En 1994, se organizó la segunda Conferencia en Palma de Mallorca, con un formato muy similar, pero el impacto de esta iniciativa ha sido limitado desde entonces. La influencia

de Georgescu-Roegen en la década de los noventa hay que buscarla en otro lugar, en otro origen.

Joan Martínez Alier ha destacado en varias ocasiones, y con razón, que la Bioeconomía de Georgescu-Roegen se ha acabado convirtiendo en lo que, desde hace tiempo, se conoce como Economía Ecológica. Y, efectivamente, ese cambio terminológico —que no de contenido— es el que ha permitido cultivar y desarrollar su legado a escala internacional con unos resultados muy positivos. Así lo demuestran tanto la actividad de la *International Society for Ecological Economics* como de su órgano de expresión, la ampliamente citada revista *Ecological Economics*, que se han convertido en el testimonio científico y académico de lo mucho que pueden dar de sí las ideas bioeconómicas de Georgescu-Roegen. No en vano, él ha sido uno de los autores más citados en sus páginas desde que la revista comenzó su andadura en 1989. Allí escriben con asiduidad economistas ecológicos que piensan la economía y las relaciones entre ésta y la naturaleza con los mimbres dejados por Georgescu-Roegen, pero también se encuentran aportaciones que van más allá de lo que el economista rumano puso sobre el papel. Este pensar «en continuidad con» Georgescu-Roegen ha rescatado casi todos los elementos críticos de sus contribuciones, recuperando sus reflexiones metodológicas transdisciplinares, las sugerencias heterodoxas sobre las teorías convencionales de la producción y el consumo, y aquellas más vinculadas a la termodinámica, en concreto, a la ley de la entropía.

Autores como Kozo Mayumi, John Gowdy o Clive Spash, por ejemplo, han puesto los cimientos para una economía ecológica del consumo al ver las implicaciones ambientales de las preferencias lexicográficas, resaltando su generalidad y, por tanto, la inoperancia de los métodos de valoración monetaria del medio ambiente (valoración contingente, etc). Y lo mismo se puede decir de la aportación de Martínez Alier, O'Neill y Munda sobre el carácter «inconmensurable» de muchas valoraciones y decisiones económicas, cuya naturaleza impide homogeneizarlas bajo la vara de medir del dinero. Bastantes de estas contribuciones sobre la teoría del consumo y las elecciones humanas, desarrolladas en continuidad con el pensamiento de Georgescu-Roegen, tienen el mérito de confluir con otras aportaciones que, desde otros enfoques y disciplinas, y sin con-

tacto aparente con el economista rumano, han ido más allá, abordando con nuevos conceptos e instrumentos el debate sobre la racionalidad económica. El tiempo no ha pasado en balde para el *homo oeconomicus*, y aunque goza todavía de buena salud entre los economistas, las últimas aportaciones y estudios empíricos procedentes de la psicología y biología evolutivas —y de la propia economía experimental—, han puesto de manifiesto la inoperancia del «modelo canónico» de comportamiento basado en el egoísmo. El contexto social es un factor muy importante en las decisiones económicas y la gente decide de manera diferente como miembro de un colectivo social que como un individuo aislado. El altruismo («Los cien mil años de solidaridad» sugeridos por H. Gintis y S. Bowles), el sentido de la justicia, el compromiso con los valores colectivos, la gestión y propiedad común de los recursos, las herencias culturales, etc., son tan importantes como el egoísmo y no pueden ser ya calificadas como «anomalías irracionales». Los trabajos de Gowdy, Alesina y Ferrara, Heinrich, Fehr, Gintis, Bowles, y otros muchos autores suponen una interpelación constante a la economía ortodoxa y, de hecho, están teniendo mayor impacto entre los economistas que algunas críticas externas anteriores, pues se han formalizado matemáticamente, lo que les ha abierto el camino a las revistas científicas ortodoxas. Y lo mismo se puede decir de la continuidad que se ha producido en las preocupaciones sobre la «racionalidad campesina» esgrimida por Georgescu-Roegen, a través de las aportaciones agroecológicas, neopopulistas o de ecologismo de los pobres de autores como Enrique Leff, Victor Toledo, Joan Martínez Alier, Ramachandra Guha, Manuel González de Molina o Eduardo Sevilla.

Pero si el pensar «con y más allá» de Georgescu-Roegen en la crítica al enfoque convencional en el ámbito del consumo o la racionalidad económica ha tenido frutos importantes, lo mismo se puede decir de aquellos economistas y científicos naturales que han estado más atentos a la sugerencia de tender puentes entre economía y termodinámica. Es cierto que, en este ámbito, el economista rumano «predicó en el desierto» durante muchos años, pero ya desde mediados de los ochenta se vieron signos importantes de avance, aunque minoritarios. La semilla de Georgescu-Roegen fructificó también en la década de los noventa con varios libros y artículos que profundizaban y ampliaban el horizonte de las aplicacio-

nes termodinámicas al estudio de las relaciones economía y naturaleza tanto a escala sectorial, nacional o internacional. Así lo atestiguan las contribuciones de autores como, por ejemplo, Malte Faber, John Proops, Robert Ayres, Matthias Ruth, Kozo Mayumi, John Gowdy, Mario Giampietro o, entre nosotros, José Manuel Naredo y Antonio Valero con sus importantes investigaciones sobre el coste exergético de reposición de los recursos naturales del planeta Tierra plasmadas en el libro *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Esta aportación, y los trabajos con ella relacionados, constituye una aportación pionera a escala mundial, aunque tal vez aún no del todo reconocida como se merece por parte de la comunidad de los economistas y los termodinámicos.



Jacques Grinevald



Kozo Mayumi



John M. Gowdy



J. M. Naredo



Gabriel Lozada



Joan Martínez Alier



Antonio Valero



Stefano Zamagni

En definitiva, que la calidad de estos textos y aportaciones, así como la creciente vitalidad de la Economía Ecológica a escala nacional e internacional parecen dar por buena la favorable predicción sobre la difusión de la obra del economista rumano que Herman Daly escribiera hace ya una década —a los pocos meses de morir Georgescu-Roegen— en un bello texto de homenaje póstumo (Daly, 1995).