

Els límits físics de l'economia

Albert Florensa

Professor de la Facultat d'Economia de l'Institut Químic de Sarrià,
Universitat Ramon Llull

És el creixement econòmic continu una quimera?

Vivim dins un sistema econòmic que ha fet del creixement una de les seves peces clau. És per això que quan les xifres econòmiques ens indiquen la possibilitat d'una disminució important en el creixement econòmic i, més encara, quan anuncien que s'ha entrat en un període de recessió econòmica, les alarmes es disparen i les previsions més negres van prenent cos. Les crítiques al sistema econòmic fonamentat en el creixement indefinit provenen de diferents autors i disciplines que, en especial a partir de la segona meitat del segle XX, van elaborar un pensament seriós que, sovint, ha estat menystingut. Seria el cas de pensadors com Erich Fromm, Jacques Ellul, Ivan Illich o Serge Latouche. Des de cadascuna de les seves disciplines aquests autors han qüestionat les bases i els instruments de la societat de consum que exigeix un sistema econòmic basat en el creixement.

Les crítiques a aquest sistema econòmic, però, no han estat fetes exclusivament des de les ciències socials. També les ciències naturals, en particular la termodinàmica, han estat decisives a l'hora de mostrar els límits físics del creixement econòmic continu. L'autor que va saber articular els descobriments de la termodinàmica amb l'economia va ser Nicholas Georgescu-Roegen, el qual va concloure que un sistema econòmic basat en un creixement continuat esdevé una quimera, perquè no considera els límits físics que precisament imposen les lleis de la

termodinàmica a aquest creixement. I, aleshores, la crisi econòmica actual, juntament amb la greu crisi ecològica que fa molt temps que ens acompanya, ¿no és un nou senyal que ens alerta de la inviabilitat d'un sistema econòmic basat en un creixement que ignora els límits imposats per les lleis físiques, el qual, a més, resulta ser un model econòmic que, si bé és capaç de crear molta riquesa material, també genera més desigualtat que mai, i que, finalment, sembla condicionar o anul·lar la capacitat de l'home per construir lliurement el seu projecte vital?

A continuació presentarem una breu síntesi del pensament de Georgescu Roegen que, tot i la seva rellevància, resta desconegut, fins i tot pels economistes. Les anàlisis i les línies de fons d'una part significativa dels seus treballs han servit, entre altres coses, per a fomentar l'economia ecològica i les propostes que es fan des de la perspectiva del «decreixement sostenible».

1. *Aproximació a la vida i a la obra de Nicholas Georgescu-Roegen*

El matemàtic i economista Nicholas Georgescu-Roegen va néixer a Costanza, Romania, el 1906. Va estudiar matemàtiques a la Universitat de Bucarest, on es graduà el 1926. L'any següent es traslladà a París, on va ampliar els seus coneixements sobre estadística i on, tres anys més tard, es va doctorar brillantment. L'economista austríac Joseph Alois Shumpeter tingué una influència determinant en Georgescu-Roegen. Va contactar amb ell gràcies a l'ajut que el jove romanès va rebre de la Fundació Rockefeller, el 1933, per a poder realitzar una estada postdoctoral a Harvard. «Fou tal la influència de Shumpeter que, fruit d'aquest encontre, es va produir (...) [un] gir important en la carrera del nostre autor: arribà als Estats Units com a estadístic i en sortí convertit en economista, però graduat per la 'Universitas Shumpeteriana'» (O. Carpintero, *La Bioeconomía de Georgescu-Roegen*, Montesiños, 2006). Des del 1936 fins al 1948, Georgescu-Roegen va restar a Romania. Per causa de les seves idees polítiques i per la forta repressió del govern prosoviètic romanès, Georgescu-Roegen va retornar als Estats Units, el 1948. L'any següent de la seva arribada va ser nomenat professor d'economia a la Universitat de Vanderbilt on va desenvolupar la seva tasca docent i investigadora fins el 1976, any de la seva ju-



També les ciències naturals, en particular la termodinàmica, han estat decisives a l'hora de mostrar els límits físics del creixement econòmic continu.

bilació. Nicholas Georgescu-Roegen va morir el 30 d'octubre de 1994 als Estats Units, a Nashville (Tennessee).

Tal com destaca el professor de la Universitat de Valladolid Óscar Carpintero, bon especialista en el pensament de l'economista romanès, Georgescu-Roegen va fer dues coses importants: va realitzar aportacions heterodoxes a l'economia convencional i també va fer contribucions dissidents que anaven més enllà dels límits de l'enfocament econòmic ortodox. Pel que fa a les aportacions heterodoxes a l'economia, cal destacar que, si bé aportà contribucions brillants a l'econometria, també mostrà els límits de l'aplicació de les matemàtiques a l'economia. Pel que fa a la seva dissidència, Georgescu-Roegen va ser un dels primers crítics de les descripcions clàssiques del procés econòmic de producció de béns i serveis. Per al pensador romanès, aquestes descripcions no consideraven ni la contribució dels recursos naturals a la producció ni la generació de residus i contaminació que necessàriament s'esdevé en tot procés de producció i consum. Per a Georgescu-Roegen, si el procés econòmic implica l'ús de l'energia i dels materials, caldrà tenir presents les lleis que governen aquests recursos, i conèixer les ciències que es dediquen al seu estudi, com ara la termodinàmica.

Aquesta forma d'entendre el procés econòmic, juntament amb la consideració de la ciència biològica, són els pilars sobre els quals Georgescu-Roegen va construir el que ell mateix anomenà «bioeconomia». La seva heterodòxia i la seva dissidència el van dur a una certa marginalitat acadèmica, que, en alguns moments, el van radicalitzar, impeding el diàleg amb altres pensadors que, en el fons, compartien les seves línies mestres. Amb tot, el premi Nobel d'economia Paul Samuelson, va reconèixer els mèrits intel·lectuals i la tasca del pensador romanès en considerar-lo com a «l'erudit entre els erudits, l'economista entre els economistes».

2. *La llei de l'entropia i el procés econòmic*

Per a Georgescu-Roegen, resultava sorprenent que, mentre les ciències físiques havien abandonat el mecanicisme clàssic tot creant i desenvolupant nous camps de coneixement com la termodinàmica o la mecànica quàntica, l'economia seguia immersa en una forma de pensament mecanicista que considerava el procés econòmic com un moviment circular de va i ve entre la producció i el consum dins un sistema tancat que podia ser descrit simplement amb els elements interns del propi sistema.

Ni el sistema econòmic capitalista ni el marxista no van considerar, i avui en dia amb prou feines ho comença a considerar el sistema capitalista, el paper fonamental de les relacions que mantenia el procés econòmic amb el medi ambient. Georgescu-Roegen subratlla que «el fet evident que entre el procés econòmic i el medi ambient material hi hagi una contínua interacció generadora d'història no representa cap paper per a l'economia ortodoxa [...] Tota la història econòmica de la humanitat prova sense excepció que la natura també té un paper important en el procés econòmic, així com en la formació del valor econòmic» (Georgescu-Roegen: *La Décroissance. Entropie-Écologie-Économie*, Edició electrònica, Chicoutimi, 2004). Per a ell, el paper del medi ambient esdevé fonamental a l'hora de comprendre els fonaments i l'evolució de l'economia, i, per tant, resulta imprescindible considerar les lleis que governen la naturalesa. En particular, Georgescu-Roegen va analitzar les implicacions que els principis de la termodinàmica tenen en l'economia. Per fer-ho, començà per considerar el procés econòmic des del punt de vista exclusivament físic de la termodinàmica: el procés econòmic no produeix ni consumeix energia-matèria, sinó que es limita a absorbir energia-matèria per a expulsar-la contínuament. Si del binomi energia-matèria ens centrem ara en l'energia, quan s'afirma que «el procés econòmic no produeix ni consumeix energia» s'està fent referència a la llei de la conservació de l'energia, constitutiva del primer principi de la termodinàmica, la qual afirma que «l'energia ni es crea ni es destrueix, només es transforma».

En sentit propi, l'home no produeix energia, només la transfor-



Si des de les ciències naturals semblen tan evidents els límits físics als quals estan sotmesos els recursos procedents del magatzem terrestre, per què [...] s'ha trigat tant de temps a prendre consciència de la incapacitat del medi ambient per a digerir els residus i suportar l'impacte provocat pel consum desenfrenat dels recursos del magatzem terrestre?

ma. Quan s'afirma que «es produeix energia elèctrica en un embassament», en realitat el que es vol dir és que s'està transformant l'energia potencial que té l'aigua de l'embassament, gràcies a la seva diferència d'altura respecte de les turbines que alimenta, en energia elèctrica. Una transformació que s'efectua mitjançant els generadors accionats per les turbines mogudes per l'aigua embassada en caure. I si ens preguntéssim com l'aigua de l'embassament havia aconseguit l'energia potencial, la resposta no seria altra que gràcies a l'energia del sol. També podríem preguntar-nos per l'energia del sol, però ho deixarem aquí. L'important és copsar que l'energia ni es crea ni es destrueix, que només es transforma, i que, per tant, quan es parla de producció d'energia, en realitat del que es tracta és de transformació d'un tipus d'energia en un altre.

Un segon aspecte del procés econòmic és que aquest procés es limita a absorbir energia-matèria i a expulsar-la contínuament. Per a fer aquesta anàlisi haurem de definir el concepte d'entropia i aproximar-nos al segon principi de la termodinàmica. Comencem per la definició d'entropia. Vegem-ne dues: a) «entropia» és una mesura de l'energia inutilitzable en un sistema termodinàmic; b) «entropia» és una mesura del grau de dispersió de l'energia. De fet, l'energia es presenta en la natura en dos estats qualitativament diferents: a) la utilitzable, i b) la inutilitzable. «Una estructura presentarà alta entropia, per exemple, les cendres d'un tros de carbó, quan tota o la part més gran de la seva energia no sigui utilitzable o, al contrari, tindrà baixa entropia».

pia —un metre cúbic de gas natural— quan la major part de la seva energia sigui utilitzable» (O. Carpintero).

Una vegada definit el concepte d'entropia, ens apropiem al segon principi de la termodinàmica o llei de l'entropia. Georgescu-Roegen ens ofereix aquesta formulació: «l'entropia d'un sistema tancat [—on no pot entrar ni sortir energia-matèria—] augmenta contínuament (i irrevocablement) cap a un màxim; és a dir, que l'energia utilitzable és transformada contínuament en energia inutilitzable fins que [l'energia utilitzable] desapareix completament» (Georgescu-Roegen *La Décroissance. Entropie-Écologie-Économie*). Per això, què passa amb l'energia de la benzina utilitzada per un automòbil durant un viatge? Al final del viatge l'energia utilitzable de la benzina acaba convertint-se en energia tèrmica que es dissipa, és a dir, acaba convertint-se en energia més difícil d'utilitzar. En definitiva, ha augmentat l'entropia. Certament, podem fer motors més eficients, fins i tot podem convertir part de l'energia deguda al moviment de l'automòbil en energia elèctrica en el moment de frenar, però finalment i de forma inexorable, l'energia utilitzable de la benzina s'acabarà dissipant pel medi ambient tot esdevenint energia inutilitzable per l'home. De la mateixa manera, podem reciclar, i hem de fer-ho perquè així estalviem recursos, però tal com ens adverteix Georgescu-Roegen, «no hi ha cap forma de reciclatge gratuït, de la mateixa manera que no hi ha indústria sense residus».

Per a Georgescu-Roegen, la matèria, com l'energia, també es troba afectada pels principis de la termodinàmica. L'economista romànes sosté que s'«ignoren completament els fenòmens purament materials —fricció, viscositat, exhauriment de metalls, mòltes, esquerdes, etc.— [...]. La matèria no es perd. En darrera instància només es converteix en no disponible per a nosaltres. Per dir-ho breument, està subjecta a degradació entròpica» (Georgescu-Roegen, *Ensayos Bioeconómicos*, Los Libros de la Catarata, 2007). Cal dir, però, que l'aplicació que va fer Georgescu-Roegen de les lleis de la termodinàmica a la matèria no ha estat lliure de polèmica. Amb tot, dos aspectes centrals d'aquesta aplicació no haurien de ser passats per alt pels economistes:



Si prenem seriosament les anàlisis de Georgescu-Roegen, és lògic pensar que no és suficient optar per un creixement sostenible, ni, fins i tot, per un creixement zero, sinó que caldria decreixer, especialment en els països rics, si realment volem un món més just que, a més, consideri el medi ambient i les generacions futures.

a) la matèria s'ha de tenir present en el procés econòmic, i b) que la idea que el reciclatge complet és impossible.

La incorporació del concepte d'entropia, juntament amb el segon principi de la termodinàmica, a l'anàlisi econòmica du Georgescu-Roegen a afirmar que la lluita econòmica de l'home es concentra en la recerca de baixa entropia en el seu medi ambient. Aquest fet ha condicionat la humanitat al llarg de la història. Les guerres pel control dels recursos materials i per les fonts energètiques, la preocupació per desenvolupar nous mitjans tecnològics que millorin el control de l'energia i el neguit per l'escassetat d'alguns materials i per l'exhauriment d'algunes fonts energètiques, són exemples del condicionament que representa per a la humanitat la recerca de recursos de baixa entropia. Esdevé, doncs, evident per a Georgescu-Roegen que «no hi ha res més allunyat de la veritat que la idea del procés econòmic entès com a fenomen aïllat i circular tal com el representen les anàlisis tant dels marxistes com dels economistes ortodoxos. El procés econòmic està sòlidament ancorat en una base material sotmesa a condicionaments ben precisos» (Georgescu-Roegen, *La Décroissance. Entropie-Écologie-Économie*).

Georgescu-Roegen classifica les fonts d'energia utilitzables i accessibles per a l'home en dos tipus: a) el magatzem de la terra, i b) el flux de la radiació solar que arriba a la terra. Pel que fa a l'energia utilitzable que trobem al magatzem de la Terra, fem referència a tots els recursos que l'home pot extreure del nostre planeta com, per exemple, el petroli o l'urani. Tal com ell assenyalava, l'home té un domini pràcticament complet sobre aquests recursos. De fet, hipotèticament parlant, si l'home s'ho proposés, podria exhaurir-los en un període de

temps molt curt. Certament, la dinàmica terrestre genera alguns recursos energètics i materials, com ara els combustibles fòssils, però la lentitud d'aquests processos, comparada amb el seu nivell de consum fa que puguem considerar nul·la aquesta generació. També provenen del magatzem terrestre tots els materials amb els quals l'home fabrica els seus béns, i per a Georgescu-Roegen aquesta és una qüestió a tenir molt present, perquè, si com veurem a continuació, pel que fa a l'energia, la terra és un sistema obert que rep energia des del sol, la terra és un sistema tancat pel que fa als materials.

L'energia utilitzable provinent del sol presenta característiques diferents de les de l'energia utilitzable obtinguda del magatzem terrestre. Primera, no tenim domini sobre el flux solar en el sentit que no podem regular la quantitat d'energia que arriba a la terra; per exemple, encara que volguéssim, no podríem augmentar el flux solar que ens arriba. Segona característica, l'energia solar és la font primera de la vida sobre la terra. Tercera, la quantitat d'energia utilitzable del magatzem terrestre és mínima en comparació amb l'energia utilitzable que subministra el sol. Dues dades al respecte: d'una banda, el flux solar és molt lluny d'exhaurir-se (es parla de milers de milions d'anys); d'altra banda, «l'estoc total de combustibles fòssils encara disponibles equival energèticament a només un parell de setmanes de radiació solar sobre la Terra» (J Riechmann, *La habitación de Pascal*, Los Libros de la Catarata, 2009).

3. *La ignorància dels límits físics en les societats tecnològicament desenvolupades: societats hipnotitzades per la tècnica*

Si des de les ciències naturals semblen tan evidents els límits físics als quals estan sotmesos els recursos procedents del magatzem terrestre, per què els sistemes econòmics dels països tecnològicament desenvolupats no han considerat seriosament aquest fet? Per què s'ha trigat tant de temps a prendre consciència de la incapacitat del medi ambient per a digerir els residus i suportar l'impacte provocat pel consum desenfrenat dels recursos del magatzem terrestre? Com ja hem apuntat anteriorment, la resposta més encertada no seria altra que la manca de consideració de la naturalesa, i en conseqüència de les seves

lleis, en el procés econòmic, o, si es prefereix, la ignorància del fet que el procés econòmic es desenvolupa en relació amb el medi ambient.

L'oblit del medi ambient té molta relació amb la fe que l'home ha posat en la tècnica a partir de la Revolució Industrial. Els èxits de la tècnica en molts camps i l'immens poder que ha atorgat a l'home han hipnotitzat l'ésser humà fent-li creure que en la tècnica trobaran la solució pràcticament a tots els seus problemes. Per això, Georgescu-Roegen constata, en referència al problema energètic i material, que en les societats tecnològicament desenvolupades es creu en el mite econòmic, segons el qual l'home sempre «trobarà noves fonts d'energia i nous mitjans de posar-les al seu servei» (Georgescu-Roegen, *La Décroissance. Entropie-Écologie-Économie*). Però la realitat actual s'entossu-deix a mostrar-nos un panorama menys optimista. Posem-hi l'exemple del petroli. Si no en reduïm el consum, aquest recurs podria arribar a esgotar-se cap a finals del segle XXI. Com que les reserves de carbó i de gas són més grans que les de petroli, l'exhauriment d'aquests recursos es retardaria una mica més. Caldria pensar també que aquests combustibles augmenten significativament la contaminació.

Pel que fa a l'urani, el combustible de les nostres centrals nuclears, si s'acompleixen les previsions, el període d'esgotament encara podria ser més breu que el del petroli. La fusió nuclear podria ser una tecnologia que donés solució a les necessitats energètiques del nostre sistema econòmic, però encara en fase experimental, sembla ser lluny de convertir-se en una realitat pràctica.

Les energies renovables, en especial la solar, podrien ser una bona alternativa als recursos del magatzem terrestre, en especial als combustibles fòssils. A més, reduirien els problemes de contaminació vinculats a aquests combustibles. Però amb les energies alternatives no es produeixen excedents tan grans com amb el petroli, «l'energia solar és clarament una recepta factible, però no estem segurs que poguésser ser una tecnologia viable per a una civilització industrial expansiva» (Riechmann), és a dir, per a una civilització basada en el creixement indefinit.

De la mateixa manera que hem fet amb l'energia, també podríem parlar de problemes d'escassetat en els materials. Per exemple, l'ex-

tracció històrica acumulada d'alumini, coure, zinc i plom s'aproxima a les reserves econòmicament accessibles. Si el ritme d'extracció es manté com fins ara, les reserves podrien durar menys de cent anys de mitjana. Si prenem seriosament les anàlisis de Georgescu-Roegen, és lògic pensar que no és suficient optar per un creixement sostenible, ni, fins i tot, per un creixement zero, sinó que caldria decreïxer, especialment en els països rics, si realment volem un món més just que, a més, consideri el medi ambient i les generacions futures.

El moviment del «decreixement sostenible», tal com assenyala Serge Latouche (*Pequeño tratado del decrecimiento sereno*, Icaria, 2009), «el decreixement no és el creixement negatiu, oxímoron absurd que tradueix fidelment la dominació de l'imaginari del creixement. Sabem que la simple desacceleració del creixement enfonsa les nostres societats en l'angoixa, augmenta les taxes d'atur, i precipita la renúncia a programes socials, sanitaris, educatius, culturals i mediambientals [...]». Imaginem la catàstrofe que engendraria una taxa negativa de creixement! Així com no hi ha res pitjor que una societat treballadora sense treball, no hi ha res pitjor que una societat de creixement en la qual el creixement no estigui a l'ordre del dia. Si no canviem de trajectòria, el que ens espera és precisament aquesta regressió de la societat i de la civilització. Per totes aquestes raons, el decreixement es pot plantejar només en una “societat de decreixement”, és a dir, en el marc d'un sistema basat en una altra lògica».

És possible aquesta nova lògica basada en la justícia i l'austeritat? Com a mínim, Georgescu-Roegen ens exigeix reflexionar sobre aquesta qüestió.