

# ANÀLISI ECONÒMICA I RECURSOS NO RENOVABLES

Joaquim Solà i Solà

IBERCA  
IBERCA  
IBERCA  
IBERCA  
IBERCA

s'hauria estabilitzat després de l'expansió prèvia. Aquesta desàceleració en les inversions de l'OPEP i l'augment de capacitat dels productors marginals és el que indica precisament que en el període 1973-78 els preus es van situar en el límit superior de la zona d'estabilitat. El xoc de 1979-80, tanmateix, projectà els preus per sobre del preu superior d'equilibri dinàmic. Com era de preveure, la demanda cap als productors del nucli començà a declinar ràpidament i es crearen les condicions per la sobreoferta de la primera meitat dels 80 i el retorn dels preus a la zona d'estabilitat.

D'acord amb aquest plantejament, el període 1973-86 cal interpretar-lo, doncs, com una fase d'adaptació de l'OPEP -i especialment dels productors del nucli- a un nou context caracteritzat per un major control directe de les reserves. En aquest sentit, les decisions de la pròpia OPEP basades en la racionalitat procedimental van ser les que modularen el seu procés d'aprenentatge. En aquell període els preus van fluctuar per les diferents zones que defineixen els preus d'equilibri dinàmics; però a partir de 1986 i amb l'excepció puntual del 1990 els preus s'han mantingut en la franja de l'estabilitat. Això sembla suggerir que després del procés d'aprenentatge sobre les fluctuacions dut a terme per l'OPEP des de començament dels 70, els límits als moviments de preus apareixen actualment millor definits, malgrat la dificultat de determinar-los amb precisió. I això pot ser indicatiu que en el futur l'expressió de les preferències polítiques per part dels països del nucli no conduïran a les brusques fluctuacions de les dues darreres dècades.

Bibliografia Capítol 7.

- Adelman, M. (1972). The World Petroleum Market, Johns Hopkins University Press for Resources for the Future.
- Adelman, M (1978). "International oil", a W.J. Mead i A.E. Utton (Eds), U.S. Energy Policy, Ballinger Publisher Co., pp. 23-28.
- Adelman, M. (1990). "Mineral depletion, with special reference to petroleum", Review of Economics and Statistics, vol 72, N° 1, pp. 1-10.
- Attal, C. (1985). "Prix des bruts et marchés directeurs", Revue de l'Energie, juliol-agost, pp. 269-276.
- Ayoub, A. (1987). "Evolution du marché pétrolier: de l'intégration verticale à la décentralisation", en A. Ayoub i J. Percebois, Pétrole: Marchés et Stratégies, Economica.
- Cremer, J. i Salehi-Isfahani, D. (1980). A Theory of Competitive Pricing in the Oil Market: What Does OPEC Really Do ?, Caress Working Paper # 80-4, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Cremer, J. i Salehi-Isfahani, D. (1989). "The rise and fall of oil prices: a competitive view", Annales d'Economie et Statistique, vol N° 15/16.
- Erickson, N. (1980). "Developments in the world oil market", en R.K. Pachauri (Ed), International Energy Studies, John Wiley & Sons.
- Frankel, P. (1946). Essentials of Petroleum, Chapman & Hill.
- Gateley, D. (1984). "A ten year retrospective: OPEC and the world oil market", Journal of Economic Literature, vol 22, N° 3, pp. 1100-1114.
- Giraud, P.N. (1995). "The equilibrium price range of oil", Energy Policy, N° 1, pp. 35-49.
- Griffin, J.M. (1985). "OPEC behaviour: a test of alternative hypotheses", The American Economic Review, vol 75, N° 75, pp. 954-963.
- Griffin, J.M. i Steele, H.B. (1980). Energy Economics and Policy, Academic Press.
- Heal, G. i Chichilnisky, G. (1991), Oil and the International Economy, Clarendon Press.
- Houthakker, H. (1983). "Whatever happened to the energy crisis ?", The Energy Journal, vol 4, N° 2, pp. 1-8.
- Jacoby, N.H. (1974). Multinational Oil: A Study in Industrial Dynamics, McMillan.
- Johany, A.D. (1980). The Myth of OPEC Cartel, John Wiley & Sons.

- Mabro, R. (1975a). "OPEC after the oil revolution", Millennium: Journal of International Studies, vol 4, N° 3, pp. 191-199.
- Mabro, R. (1975b). "Can OPEC hold the line?", Middle East Economic Survey, Supplement al volum 18, N° 19.
- Mabro, R. (1981). "In glut or scarcity. Energy problems will remain", Petroleum Intelligence Weekly, 28, Sept
- Mabro, R. (1992). "OPEC and the price of oil", The Energy Journal, vol 13, N° 2, pp. 1-17
- Mead, W. (1978). "The performance of government energy regulation", The American Economic Review, vol 69, pp. 352-356.
- Penrose, E. (1968). The Large International Firm in Developing Countries: The International Petroleum Industry, Allen and Unwin.
- Pindyck, R. (1979). "Some long-term problems in OPEC oil pricing", Journal of Energy and Development, vol 4, primavera.
- Roncaglia, A. (1983). "The price of oil: main interpretations and their theoretical background", Journal of Post Keynesian Economics, vol 5, N° 4, pp. 557-578.
- Roncaglia, A (1985). The International Oil Market: a Case of Trilateral Oligopoly, McMillan.
- Salant, S. (1982). Imperfect Competition in the Oil Market, Lexington Books.
- Sampson, A. (1975). The Seven Sisters: The Great Oil Companies and the World They Shaped, Viking Press. Existeix una versió en castellà: Las Siete Hermanas, Planeta-De Agostini, 1994.
- Skett, I. (1988). OPEC: Twenty-Five Years of Prices and Politics, Cambridge University Press.
- Seymour, I. (1980). OPEC: Instrument of Change, McMillan.
- Simon, H. (1978). "Rationality as process and as product of thought", The American Economic Review, vol 68, N° 2, pp. 1-16.
- Sylos-Labini (1966). Oligopolio y Progreso Técnico, Oikos-Tau.

**Capítol. 8**

**RESUM I CONCLUSIONS.**

## 8. RESUM I CONCLUSIONS.

Els recursos naturals han tingut una importància desigual en els plantejaments dels economistes teòrics. Mentre en les aportacions pioneres (Petty, fisiòcrates, clàssics), que posaven l'èmfasi en la producció, aquests recursos juguen un paper instrumental de primer ordre, amb la irrupció de l'escola neoclàssica té lloc un canvi d'enfocament i l'èmfasi es posa en l'anàlisi estàtica dels intercanvis de béns i serveis. En el nou paradigma es considera que tots els recursos són escassos i desapareix la relativa autonomia que tenen els béns no produïts, com els recursos naturals, en els models econòmics.

Tanmateix, en l'àmbit de la producció l'escola neoclàssica continua sent deutora de la teoria ricardiana. Els economistes neoclàssics fan seva la idea dels marginalistes de la contribució decreixent a l'output de cada factor individual, la qual cosa serveix per generalitzar la teoria ricardiana de la renda diferencial a la resta d'inputs. El resultat de l'evolució conceptual i analítica que té lloc en el si de l'escola neoclàssica és que la producció esdevé un aspecte de l'assignació i determinació dels preus dels factors. L'atenció es posa en la distribució de l'output, que es considera regulat pel valor del producte marginal -decreixent- dels diferents inputs que han contribuït a la seva obtenció, és a dir, per la llei de proporcions variables que opera en el curt termini. I a partir d'aquest plantejament es construeix una teoria general de la substituïbilitat entre els inputs sense discutir expressament els trets físics rellevants de l'activitat productiva. Amb l'auge dels economistes marginalistes, els rendiments decreixents aplicats a l'explotació dels recursos naturals donen lloc a la idea que l'extracció d'aquests recursos té un cost d'oportunitat intertemporal, circumstància que afecta la determinació dels seus preus i de la que, a més, se'n derivaran conseqüències pel que fa a la distribució intergeneracional. En aquesta idea es troba la base de la teoria econòmica convencional (neoclàssica) sobre els recursos no renovables (la teoria de l'esgotament), que es configura de manera autònoma a començament de segle amb les aportacions de Gray.

Les primeres anàlisi específiques sobre els recursos no renovables es duen a terme a partir de les idees conservacionistes, que es basen en una visió estàtica d'aquests recursos

(un estoc limitat mesurable en unitats físiques), i se centren en els problemes intertemporals que comporta la seva explotació. L'enfrontament entre el present i el futur apareix com una conseqüència dels plantejaments oposats entre la teoria econòmica neoclàssica i les idees conservacionistes. D'una banda, la utilització de la teoria neoclàssica comporta estendre a l'anàlisi dinàmica dels recursos no renovables els criteris assignatius basats en l'equilibri i l'eficiència estàtica, i d'això en resulta aplicar el principi de la maximització del valor actual per determinar la taxa d'explotació, amb independència de les conseqüències redistributives que se'n derivin. En aquesta aproximació el tipus d'interès juga un paper crucial i Gray destaca la relació directa que existeix entre el seu nivell i la taxa "òptima" d'extracció. D'altra part, enfront del criteri "economicista" de la maximització del valor actual, es troben les posicions conservacionistes, que propugnen la preservació d'aquells recursos que consideren imprescindibles per a l'activitat econòmica, amb el suport de la intervenció externa. Amb Hotelling s'imposa el criteri optimitzador. L'anàlisi d'equilibri i eficiència es presenta formalment en termes dinàmics amb la utilització del càlcul de variacions i es defineix el camí que seguirà la teoria neoclàssica dels recursos no renovables, que considera aquests recursos com una forma de capital que es revaloritza al llarg del temps.

Malgrat les aportacions de Gray i Hotelling, la ciència econòmica ha prescindit fins fa relativament pocs anys dels recursos naturals en els seus esquemes analítics. La idea que l'activitat econòmica podia superar les limitacions en la dotació de recursos mercès a les innovacions i el progrés tecnològic és la principal responsable d'aquesta situació. És significatiu que quan la dinàmica torna a recuperar el protagonisme a partir dels anys 40, tant des de la perspectiva postclàssica i post-keynesiana com dins de l'òptica neoclàssica, els únics inputs que es consideren rellevants són el capital i el treball. En la línia post-clàssica caldrà esperar la contribució de Sraffa perquè s'inclogui la terra en els esquemes reproductius, i només molt recentment (anys 80 i 90) comencen a considerar-se els recursos no renovables i exhauribles per l'ús en aquests models. Dins de l'òptica neoclàssica, no serà fins la dècada dels 70 (després del xoc del petroli i la publicació de l'informe del Club de Roma sobre els límits del creixement), quan s'incorporin els recursos no renovables en les funcions agregades de producció per determinar les restriccions que imposa la seva dotació a l'expansió de l'activitat econòmica a llarg termini.

La teoria neoclàssica dels recursos no renovables és la que ha rebut més atenció pels economistes acadèmics i la que presenta un major nombre de contribucions analítiques i un nivell de formalització més elevat. Aquesta teoria es nodreix dels plantejaments conceptuals i metodològics de Gray i Hotelling i se centra en dues qüestions: 1) l'explotació eficient dels recursos; 2) l'optimitat en l'ús.

La primera qüestió se situa en el marc de l'anàlisi parcial de la microeconomia, que pren com a referència el concepte d'equilibri, i es desenvolupa a partir de dos interrogants. En primer lloc, quines condicions caracteritzen l'explotació eficient dels recursos no renovables (entesa com aquella que maximitza el valor actual social). I en segon lloc, de quina manera s'alteren els resultats quan existeixen imperfeccions, tot mantenint el supòsit sobre el comportament optimitzador dels agents individuals.

Quan existeixen imperfeccions pel costat de l'oferta, les trajectòries de preus i el ritme d'explotació dels recursos que maximitza el valor actual (privat) depenen del grau de poder de mercat. Si el poder de mercat és màxim, com correspon a una situació de monopoli, la situació més freqüent és una trajectòria de preus inicialment per sobre de la de competència perfecta, però amb una taxa de creixement inferior. És el que succeeix quan un monopoli s'enfronta a una demanda del recurs elàstica a preus elevats. En aquest cas el període d'explotació s'allarga, amb el resultat que la ineficiència afavoreix la conservació del recurs (paradoxa de Solow). Una situació semblant té lloc quan la configuració de l'oferta es caracteritza per l'existència d'un càrtel juntament amb un grup de productors marginals que operen en situació competitiva i que prenen com a donat el preu que fixa el càrtel.

Pel que fa a les altres imperfeccions, una situació consubstancial a l'explotació dels recursos no renovables és l'existència d'incertesa i risc, factors que assoleixen un major protagonisme en aquest sector que en la resta d'activitats. El factor que reflecteix de manera més clara la incertesa associada a l'explotació dels recursos no renovables és l'eventual aparició de substituïts. Quan existeix incertesa sobre la data d'introducció d'un substituït i les empreses són neutrals al risc, la trajectòria d'equilibri intertemporal dels preus també es modifica: els preus han d'augmentar a una taxa superior al tipus d'interès, i el factor addicional ve donat per la prima de risc necessària per compensar a les empreses per no sobreexplotar el recurs davant la possibilitat d'incórrer en fortes pèrdues de capital quan



aparegui el recurs alternatiu. Pel que fa al ritme d'explotació, la nova trajectòria pot estar associada indistintament a una taxa més lenta o més ràpida que en una situació sense incertesa, depenent de la importància de dues forces oposades. D'una banda, l'incentiu que existeix per explotar el recurs més ràpidament, ja que aquest es desvaloritzarà quan aparegui el substitut. Però d'altra part, també s'han de ponderar les conseqüències d'esgotar el recurs abans de que s'obtingui el substitut, especialment si es tracta d'un recurs essencial. La pauta d'extracció depèn directament de l'estoc inicial del recurs. Si la dotació inicial és gran, domina el primer factor i la taxa d'explotació serà més ràpida que amb informació perfecta, escursant-se el període d'explotació. En sentit invers, si la dotació inicial és petita dominarà el segon factor i el ritme d'extracció serà més lent, la qual cosa allargaria la vida útil del recurs.

Per a la resta de factors que poden conduir a resultats ineficients tornen a repetir-se les pautes que acabem d'exposar. Depenent de cada circumstància concreta, les trajectòries de preus seran superiors a les de competència perfecta (i en aquest cas l'explotació del recurs serà més lenta) o bé s'esdevindrà la situació contrària. Pel que fa a les regulacions externes, l'establiment d'impostos a l'explotació alenteix el ritme d'extracció mentre la concessió de subsidis té l'efecte oposat. D'altra banda, la fixació de preus màxims introdueix un incentiu per desviar l'explotació del recurs cap el present i deriva en una sobreexplotació en els primers períodes, al anul·lar total o parcialment la renda d'escassetat. Finalment, l'impacte dels efectes externs en l'explotació i consum dels recursos no renovables depèn de si aquests efectes estan associats a situacions d'incertesa. Quan les externalitats tenen lloc en un marc de certesa, els preus efectius seran inferiors als preus eficients i el ritme d'explotació dels recursos excessivament elevat. Però quan s'introdueix la incertesa sobre els efectes de les externalitats la situació canvia, i l'actuació esdevé més conservadora de la que tindria lloc en una situació competitiva, amb uns preus més elevats i un ritme d'explotació del recurs inferior.

L'optimalitat fa referència a la distribució al llarg del temps de l'output màxim produïble a partir d'una determinada dotació de recursos. L'anàlisi de l'optimalitat requereix passar de l'entorn parcial en el que es consideren les qüestions relacionades amb l'eficiència a un plantejament més general en el que hi tinguin cabuda els problemes de la distribució

intergeneracional, doncs el que ara es planteja és quina de les múltiples trajectòries eficients s'escull, i per tant, a quina generació es beneficia i en detriment de quin altra. Això fa necessari incorporar els recursos no renovables en les funcions agregades de producció i situar l'anàlisi en l'àmbit de la dinàmica macroeconòmica: els plantejaments basats en la "normativitat feble" consubstancials als problemes d'eficiència se substitueixen per d'altres que incorporen expressament judicis de valor ("normativitat forta").

En els plantejaments neoclàssics el benestar d'una generació no es deriva directament de la seva disponibilitat de recursos no renovables -especialment si hom exclou la seva funció mediambiental o recreativa-, sino de les possibilitats de consum per càpita. I en la determinació de l'output (que s'associa al nivell de benestar), intervenen diversos factors productius. Una major dotació de recursos naturals implica, "ceteris paribus", un major potencial de benestar; però aquest també es podria assolir amb un estoc de capital físic superior, una tecnologia més avançada i una menor població. Això vol dir que les opcions són diverses. Una possibilitat consisteix en utilitzar els recursos no renovables per part de la generació present per accelerar l'acumulació de capital i afavorir la innovació tecnològica. En aquest cas les generacions futures tindrien una menor disponibilitat de recurs, però podrien gaudir d'una major dotació de capital físic i coneixements per augmentar el seu nivell de benestar. Aleshores, el centre d'atenció de l'anàlisi desplaça cap a les possibilitats de substitució entre diferents inputs productius. En aquest sentit, les anàlisis neoclàssiques obtenen un resultat clau: si l'elasticitat de substitució entre el capital i els recursos no renovables és superior a la unitat, l'economia podria mantenir un nivell de producció i consum constant al llarg del temps. I el mateix succeeix si l'elasticitat de substitució entre capital i recursos és igual a la unitat i l'elasticitat de l'output respecte al capital és major que l'elasticitat de l'output respecte dels recursos naturals. Amb aquestes premisses la discussió sobre la possibilitat que una economia que utilitza recursos no renovables com a inputs productius pugui mantenir un creixement indefinit en la producció i el consum per càpita s'ha de dirimir en el terreny empíric, a partir de les possibilitats de substitució.

Després d'identificar les condicions teòriques d'eficiència, un aspecte essencial de l'aproximació neoclàssica és verificar si l'explotació dels recursos no renovables es du a terme en

condicions eficients, i de no ser així, quin és el grau de desviació. Aquest és l'objectiu de les anàlisi quantitatives: les simulacions i les contrastacions d'hipòtesi.

El nombre de simulacions que s'han dut a terme és bastant limitat, però permeten obtenir unes primeres conclusions, degut a la coincidència de resultats. Els principals treballs es realitzen en els anys 70, a l'ombra dels xocs del petroli i la nova configuració d'aquest mercat. Les primeres simulacions consideren un entorn competitiu i incorporen diferents supòsits sobre el comportament de la demanda (a curt i mig termini), els costos d'extracció, la disposició d'una tecnologia alternativa en un futur determinat, així com diversos valors de la taxa de descompte. Els resultats indiquen que els preus efectius dels recursos energètics en la dècada dels 70 (i en particular, del petroli) se situaven molt per sobre dels preus que serien eficients. La coincidència de resultats a partir de diferents models, tot mantenint l'estructura bàsica de competència perfecta, suggereix que la causa de les desviacions entre els preus simulats (eficients) i els preus efectius no es troba tant en l'especificació dels models com en factors externs, i especialment en l'existència d'un poder de mercat pel costat de l'oferta. Aquesta idea es reforça quan en simulacions posteriors s'introdueixen configuracions oligopolístiques amb un grup marginal competitiu i es comparen els resultats amb els que s'obtidrien en competència perfecta. L'elevada diferència del valor actual en ambdues situacions indica que en els recursos energètics existeix un fort incentiu per la cartelització, malgrat la pèrdua d'eficiència que comporta.

L'extensió de les simulacions als recursos reciclables serveix per completar les condicions en que la cartelització és factible i comporta guanys significatius per a les empreses que la duen a terme. En aquest sentit el més destacable és que els guanys de la cartelització no s'associen amb l'exhauribilitat dels recursos sino que provenen de les condicions concretes de l'oferta i la demanda. Un aspecte crucial per explicar per què en alguns casos la cartelització no és viable és la possibilitat d'augmentar ràpidament l'oferta del recurs a partir de la producció secundària, obtinguda del reciclatge.

Tot això sembla suggerir que les desviacions entre els preus efectius i els preus eficients es deuen principalment a les imperfeccions dels mercats. Tanmateix, anàlisi empíriques més microscòpiques (a nivell d'empresa, d'unitats geològiques) indiquen que aquestes imperfeccions no són l'única causa (ni potser la més important) per explicar el comportament

conservador -preferència del futur sobre el present- en l'explotació dels recursos no renovables: també és determinant el risc associat a la inversió en les activitats extractives. Un major nombre de factors de risc i els elevats costos d'una inversió excessiva -degut a la intensitat de capital d'aquestes indústries- explicarien l'existència d'una subinversió en relació al nivell òptim -entés com el que maximitza el valor actual en situació de certesa- i que la taxa d'explotació també sigui inferior, allargant-se la vida útil del recurs.

Un aspecte que sorpren en l'anàlisi neoclàssica dels recursos no renovables és la desproporció entre la literatura teòrica els exercicis empírics sobre la seva contrastació. Mentre els darrers 25 anys la proliferació de models per explicar les conseqüències de l'explotació de recursos no renovables en diferents circumstàncies ha estat espectacular, el nombre de recerques sobre la versemblança d'aquests models en la realitat és molt limitat, la qual cosa dificulta la valoració tant del potencial analític que incorporen com del comportament de les empreses. L'evidència disponible es refereix a uns pocs recursos, l'àmbit d'aplicació també està molt acotat (una regió, un país) i en la majoria de casos el període temporal que es considera és relativament curt. Addicionalment, la majoria de les contrastacions es basen en lleugeres variants del model simple de Hotelling, que és un model dissenyat per determinar les condicions d'equilibri i eficiència en el cas més senzill, en circumstàncies sovint allunyades d'aquelles en que operen les empreses.

Els resultats de les contrastacions -a diferència del que succeïa amb les simulacions- presenten clares divergències, pel que és problemàtic pronunciar-se d'una manera inequívoca sobre la validesa empírica de la teoria de l'esgotament. La contrastació d'aquesta teoria requeriria especificar models més generals en els que s'incorporin aquells factors que, segons la pròpia teoria, afecten al comportament del mercat i per tant, poden provocar ineficiències (la incertesa, les intervencions externes, les formes de mercat no competitives, etc). Com aquests exercicis encara no s'han dut a terme, desconeixem si l'àmplia gamma de models teòrics que s'han desenvolupat des de començament dels 70 constitueixen una aproximació acceptable a la realitat, perquè no s'han contrastat empíricament.

L'anàlisi neoclàssica dels recursos no renovables s'acaba amb l'eficiència i l'optimalitat, aspectes que se situen en els àmbits de la "normativitat feble" i la "normativitat forta" respectivament. Però com els mateixos exercicis de simulació i de contrastació d'hipòtesi posen de manifest, aquells referents disten molt de ser la situació habitual en la realitat. En la mesura en que existeixen imperfeccions és necessari identificar-les no únicament per corregir-les (com suggeririen els economistes neoclàssics més estrictes). De vegades els mecanismes de correcció no es poden implementar i aleshores el que interessa és determinar les implicacions pràctiques de les imperfeccions. Una de les principals implicacions fa referència a l'escassetat relativa dels recursos.

La dotació física dels actius naturals és important en la mesura en que afecta el creixement econòmic -i per tant, el benestar- d'una societat. Però l'escassetat -i, àdhuc la irreversibilitat física- en la dotació d'un recurs no comporta, ineludiblement, conseqüències sobre l'activitat econòmica. És una condició necessària però dista molt de ser suficient. En aquest sentit l'anàlisi de l'escassetat dels recursos no renovables aconsegueix sobretot una funció preventiva.

En condicions d'eficiència, els mercats informen de manera adequada de l'escassetat dels recursos, doncs els preus eficients incorporen tots els sacrificis directes i indirectes necessaris per obtenir una unitat addicional d'un recurs, que és el barem per mesurar l'escassetat física. Quan existeixen imperfeccions, els preus deixen d'informar correctament de l'escassetat, pel que és necessari utilitzar altres indicadors que aconsegueixin aquesta funció. Una possibilitat és recórrer a la renda d'escassetat, però en la pràctica el valor de la renda depèn del comportament dels preus, pel que també està afectat per les imperfeccions. Alternativament, es podria aproximar la renda pels costos marginals de descobriment, però aquesta aproximació només és vàlida si el costos de descobriment mesuressin únicament la dificultat de trobar nous dipòsits. En la pràctica els costos de descobriment també reflecteixen els intents de les empreses d'afrontar la pròpia incertesa del procés de descobriment. Aleshores, el problema és que encara que es puguin estimar aquests costos, apareix un biaix degut a la presència d'un element espuri difícilment eliminable: la incertesa que és consubstancial al procés de descobriment.

Davant de les limitacions que presenten els preus i la renda, cal recórrer a un tercer indicador, els costos d'extracció. Els costos tenen l'avantatge de que són aliens a les imperfeccions (són independents de l'estructura del mercat i dels factors d'incertesa i risc, per exemple), però presenten un inconvenient, i és que no són un indicador anticipador. Els costos només capten els sacrificis directes per obtenir una unitat del recurs i no informen sobre el sacrifici futur en que s'incorre per explotar aquesta unitat avui. D'altra banda, en presència d'innovacions, la disminució dels costos pot ser consistent amb un augment continu de l'escassetat física.

Les anàlisi empíriques sobre l'escassetat física dels recursos no renovables estan afectades per les limitacions que presenten els indicadors que serveixen per a la seva mesura. Però malgrat això, l'existència d'un nombre d'estudis relativament elevat -alguns dels quals abasten un període de més d'un segle- i la coincidència en els resultats -si més no en la tendència- a partir de diferents indicadors, suggereix que les conclusions que s'obtenen presenten una certa solidesa.

Els estudis sobre el comportament tendencial dels preus i els costos per a grups de recursos mostren que fins el 1970 té lloc una disminució de l'escassetat física i en les dues darreres dècades s'esdevé una inflexió, enmig d'un comportament fluctuant, sense que encara s'aprecii clarament quina és la nova tendència. Aquests resultats presenten algunes diferències amb els que s'obtenen a partir de la identificació de trajectòries de preus per recursos individuals. En aquest cas la inflexió comença bastant abans -bé que el moment concret depèn de cada recurs-, el que indicaria que actualment ja ens trobem en la fase d'escassetat creixent per alguns recursos. Tanmateix, la duració del període d'inflexió pot ser tan llarga que converteixi en irrellevant en termes pràctics la suposada escassetat. Per la seva part, les anàlisi que s'han dut a terme a partir de la renda per a recursos individuals -bé que més limitades en nombre i amb un àmbit d'aplicació menor- indiquen que aquella no prové tant de l'exhauriment com de la desigual qualitat dels dipòsits, pel que es tracta més de rendes de tipus diferencial que no d'escassetat.

La inexistència de problemes de disponibilitat de recursos avui no significa que no hi puguin haver carències en el futur, pel que un aspecte fonamental és determinar si una economia que s'enfronta a eventuais escassetats genera uns mecanismes de resposta adequats. Per afrontar aquesta qüestió l'anàlisi ha de considerar la funció que acompleixen els recursos no renovables en l'activitat econòmica, el que comporta abandonar la visió parcial d'aquests recursos implícita en la teoria de l'esgotament. És necessari adoptar un enfocament més ampli, i enlloc de centrar l'atenció en els recursos "en singular" posar l'èmfasi, d'una banda, en les relacions entre els diferents recursos no renovables, entre els recursos no renovables i els recursos renovables i entre els recursos no renovables i la resta d'inputs productius, i d'altra part, en la composició de la demanda final i en les relacions entre els diferents béns i serveis que aquests recursos contribueixen a obtenir.

Com la demanda de recursos no renovables és una demanda derivada dels béns i serveis en que s'incorporen, per avaluar les conseqüències de l'escassetat física sobre l'activitat econòmica cal considerar dos aspectes. En primer lloc, les característiques d'aquests béns i serveis així com la seva funció en l'activitat econòmica i possibles canvis en la seva evolució. En segon lloc, la forma com s'obtenen aquells béns i serveis, la qual cosa comporta identificar les combinacions - presents i previsibles - dels inputs per dur a terme els processos de producció.

Per que l'escassetat física tingui conseqüències sobre l'activitat econòmica cal que s'acompleixin dues condicions de manera simultània. D'una banda, que els béns i serveis finals presentin una demanda fortament inelàstica a curt termini, sense que existeixin possibilitats de substituir-los, i que aquesta demanda no canviï al llarg del temps. D'altra part, que aquests béns i serveis s'obtinguin a partir de combinacions fixes de factors productius, sense que es puguin modificar quan aquests factors esdevenen més escassos. Si els mateixos béns i serveis es poden obtenir amb diferents combinacions de recursos naturals (renovables i no renovables) o de recursos no renovables i altres inputs productius, àdhuc en el cas extrem que la demanda derivada de béns i serveis fos totalment inelàstica, l'economia podria satisfer sense problemes les seves necessitats.

En una economia que utilitza diversos factors productius, l'elasticitat de substitució és un dels indicadors que millor capta les relacions entre ells. Per això, si bé l'elasticitat de

substitució no constitueix una mesura de l'escassetat dels inputs per ella mateixa, si permet detectar la capacitat d'una economia per adaptar-se a eventuais restriccions en la seva disponibilitat. En l'àmbit de l'anàlisi parcial, l'elasticitat de substitució és un indicador conceptualment sòlid, però en la pràctica, la seva mesura està subjecte a les mateixes dificultats i condicionants que apareixen quan s'utilitzen indicadors econòmics individuals per avaluar l'escassetat. Un aspecte important per la incidència que té en el seu valor és la fase del procés de transformació dels recursos en que tenen lloc els càlculs. El nivell d'agregació emprat en l'anàlisi afecta igualment els resultats. L'heterogeneïtat de les circumstàncies en que es determina aquesta elasticitat de vegades també impideix establir comparances sobre les possibilitats de substitució dels recursos en diferents situacions.

Els diferents estudis empírics que s'han dut a terme no s'escapen d'aquestes limitacions. El nombre d'anàlisi sobre les substitucions entre inputs és bastant elevat i presenta una considerable varietat. Abasten els països desenvolupats i en vies de desenvolupament i en general se centren en el sector industrial, bé que en alguns casos els exercicis s'extenen al conjunt de l'activitat econòmica. Una limitació important, tanmateix, és el període mostral, que només arriba fins a mitjans dels 80 i es revela insuficient per captar en tota la seva magnitud l'impacte dels xocs energètics dels 70.

Aquestes anàlisi se centren essencialment en la relació entre l'energia i el capital, i ja des dels seus inicis presenten resultats antagònics sobre la complementarietat o substituïbilitat entre aquests inputs. Les discrepàncies s'atribueixen, d'una banda, a la relació que es mesura (de curt termini o llarg termini), la qual cosa sembla dependre del tipus de dades que s'utilitzen (transversals, temporals), a l'efecte que es mesura (d'escala o de substitució) i a la especificació dels models (en particular, a una adequada modelització del factor temporal d'ajustament). Addicionalment, quan s'utilitzen elasticitats globals de substitució la validesa dels resultats depèn de l'estabilitat en el temps de l'estructura dels macrosectors. Finalment, un altra limitació és que diverses anàlisi consideren els factors productius com un tot homogeni, situació que afecta especialment l'energia, però que també té conseqüències en el cas del capital. Com alguns estudis evidencien, la descomposició de l'energia en les seves diverses modalitats pot donar lloc a relacions diferenciades -de



substituïbilitat o complementarietat- amb la resta de factors productius. I quelcom semblant s'esdevé amb el capital quan aquest es considera de manera desagregada, en la doble vessant de capital fix i capital circulant.

Tot això fa que els resultats dels treballs empírics sobre la substitució entre inputs s'hagin d'entendre de manera relativa, al estar mediatitzats per una àmplia diversitat de factors (conceptuals, analítics, instrumentals, mostrals). Però en qualsevol cas, un elevat nombre d'estudis revela que existeixen considerables possibilitats de substitució ente els recursos no renovables (i en particular l'energia) i els factors produïts, especialment el capital. Això suggereix l'existència d'un cert marge de maniobra que permet contemplar les restriccions al creixement econòmic com una possibilitat llunyana. D'altra banda, no cal oblidar que aquests exercicis abasten uns períodes mostrals relativament curts (20/30 anys), pel que la validessa de les seves implicacions queda limitada al curt/mig termini. Les anàlisi sobre la relació entre els recursos no renovables i els factors produïts en el llarg termini revelen clarament una dinàmica continuada de substitucions, en les que les innovacions i el progrés tecnològic juguen un paper determinant.

El que s'ha exposat fins ara suggereix que en l'anàlisi econòmica dels recursos no renovables, més enllà de la preocupació sobre el possible exhauriment i les condicions que garanteixin un resultat eficient en la seva explotació, pot tenir un major interès centrar-se en els aspectes positius i estudiar el funcionament dels mercats per explicar la formació dels preus i la utilització efectiva dels recursos. Dins de l'anàlisi econòmica aquesta vessant ha rebut poca atenció si hom compara el nombre d'aportacions amb les de la teoria de l'esgotament, i, a més, aquestes contribucions només constitueixen referències secundàries en el món acadèmic, fortament influït per la inèrcia dels plantejaments optimitzadors.

Per explicar la formació dels preus i el funcionament dels mercats cal distingir entre el curt, mig i llarg termini, doncs els factors determinants són diferents en cada cas. A curt termini els preus d'alguns recursos no renovables presenten fortes oscil·lacions si l'explotació té lloc en un entorn competitiu (quan no existeix poder de mercat), circumstància que s'explica pels desajustaments entre la producció i la demanda. Com en l'explotació d'aquests