

# **TAULES INPUT-OUTPUT DE CATALUNYA 2001**

**UN PANORAMA DE LES APLICACIONS REALITZADES  
A PARTIR D'INFORMACIÓ PROCEDENT DE  
LES TAULES INPUT-OUTPUT**

**(Versió definitiva – setembre 2003)**

Equip investigador

***Martí Parellada***  
***Montserrat Álvarez***

Universitat de Barcelona

**Un panorama de les aplicacions realitzades a partir  
d'informació procedent de les taules input-output.**

IDESCAT

Martí Parellada

Montserrat Álvarez

Universitat de Barcelona

Setembre de 2003

## **SUMARI**

1. Introducció	3
2. Fonts d'informació utilitzades	4
3. Anàlisi de les aplicacions realitzades	11
3.1. Divisió metodològica	13
3.2. Divisió temàtica	35
3.3. Extensions	48
4. Referències bibliogràfiques i webs d'interès	56

## **1. Introducció**

L' objectiu d'aquest treball és realitzar una panoràmica general dels estudis aplicats que s'han portat a terme a partir de la informació subministrada per les taules input-output nacionals i regionals i dins del context de l'anàlisi i els models associats a la tècnica quantitativa de l'input-output.

En l'apartat segon d'aquest treball es refereixen les fonts que s'han seguit per a trobar informació sobre aplicacions de l'input-output. La panoràmica que s'inclou aquí no és enterament exhaustiva, ja que és pràcticament impossible abastar tots els diferents tipus de treballs realitzats en el context de l'input-output, una de les tècniques quantitatives que més desenvolupaments ha viscut des del seu naixement en la dècada de 1930. Per tant, a aquest document s'ha procedit a realitzar una selecció dels principals treballs trobats, encara que aquella persona interessada pot investigar en profunditat el tema per mitjà d'aquestes fonts d'informació que s'inclouen en el segon apartat del document.

En l'apartat tercer, es procedeix a realitzar una anàlisi dels principals treballs aplicats elaborats a partir de la informació procedent de les taules input-output, i en el context dels models input-output, procedint a classificar-los en diferent sub-temes per al seu tractament més sistemàtic. En aquest sentit s'ha proposat una classificació en una doble vessant, això és, tant diferenciant les aplicacions segons la metodologia empleada com distingint les aplicacions per temàtica abordada. A més a més, s'ofereixen alguns treballs que tenen a veure amb extensions de l'anàlisi input-output.

Finalment, en un quart apartat es recullen, de manera detallada, les fonts bibliogràfiques utilitzades i les webs d'interès visitades.

## **2. Fonts d'informació utilitzades**

Des de que Wassily Leontief (1905-1999), premi Nobel de Economia l'any 1973, va elaborar la metodologia de les taules input-output en la dècada de 1930 (Leontief, 1936), nombrosos estudis s'han realitzat al voltant d'aquesta tècnica, tant a nivell teòric, ampliant i refinant la seva estructura explicativa, com en l'àmbit aplicat, on l'ús de la metodologia input-output ha arribat a molt diversos camps: comptabilitat nacional, economia regional, economia del medi ambient i l'energia, comerç internacional, economia del transport, estudi del canvi tecnològic i l'ocupació o la teoria del creixement i el desenvolupament econòmic (Kurz et al, 1998).

A més, pràcticament més de 100 països al món, tant desenvolupats, com en vies de desenvolupament, elaboren actualment taules input-output amb una periodicitat variable i, en bona part dels casos, aquestes elaboracions de les taules input-output també es porten a terme a nivell subnacional, a l'àmbit regional o, fins i tot, a àmbits menors. De fet, l'elaboració de les taules input-output es porta a terme actualment d'una manera integrada juntament amb la confecció dels comptes nacionals i regionals. A més, en el transcurs del temps, les taules input-output, base dels treballs d'anàlisi i aplicacions de la metodologia input-output, han estat utilitzades tant per economies de mercat com per economies de planificació centralitzada.

Tot això demostra que l'anàlisi input-output sorgida a partir dels treballs de Leontief fa prop de setanta anys, i associada a l'elaboració de taules input-output i els treballs teòrics i aplicats sobre aquesta metodologia gaudeix en el moment actual d'una importància molt considerable.

De fet, el camp de l'anàlisi input-output és actualment tan extens i s'ha desenvolupat teòrica i aplicadament en tantes branques que seria impossible de resumir de manera suficient i global en cap publicació. De totes maneres, per a obtenir una primera visió general de l'anàlisi input-output i dels treballs que aquesta metodologia ha suscitat, es poden consultar diverses fonts. Així, hi ha editats diversos llibres dedicats a analitzar la metodologia de l'input-output i a estudiar les seves aplicacions analítiques més importants i que estan formats, en la seva gran majoria de casos, per recopilacions d'articles claus en el desenvolupament d'aquesta tècnica quantitativa. Al mateix temps, també s'han publicat diferents articles que intenten realitzar una panoràmica o "survey" sobre l'objecte d'estudi, això és, els treballs que aborden aplicacions de l'anàlisi input-output.

Entre els treballs indicats en primer lloc és de destacar alguns com Stone (1961), Schuman (1968), Leontief (1966, 1986), Richardson (1972), Miller i Blair (1985), Ciaschini (1988), Miller et al (1989), Holub i Schnabl (1994), United Nations (1996), Kurz et al (1998), Lahr i Dietzenbacher (2001) o Eurostat (2002) i, en el cas espanyol Muñoz Ciudad (1989), Fontela i Pulido (1993) o del Castillo i de la Grana (1993). Entre els articles panoràmics, menys extensos, es pot destacar especialment Rose i Miernyk (1989) o, en el cas espanyol, Cañada i Toledo (2001).

Per altra banda, cal esmentar com a especialment important la tasca desenvolupada en l'àmbit de l'anàlisi input-output per la International Input-Output Association (IIOA) (pàgina web: [www.iioa.org](http://www.iioa.org)), associació sense ànim de lucre creada el 1988 i composta per economistes, sector públic i empreses, amb interessos en el camp de l'input-output. Segons consta a la seva pàgina web, el seu objectiu és avançar en el coneixement en el camp de l'anàlisi input-output, incloent millores en les dades bàsiques empleades, en el camp teòric i de la modelització i en l'àmbit de les aplicacions, tant tradicionals com innovadores, de les tècniques input-output. Això inclou l'ús de les tècniques input-output en àrees com les de l'energia, medi ambient, comerç internacional, fluxos financers o preus i anàlisi d'equilibris generals.

La International Input-Output Association (IIOA) ha impulsat la creació de la revista *Economic Systems Research*, fundada el 1988, i que ha esdevingut la referència bàsica sobre l'anàlisi input-output. En aquest sentit, una altra publicació dedicada enterament a temes que tenen a veure amb les tècniques i l'anàlisi input-output és el *Journal of Applied Input-Output Analysis*, publicat per la Pan Pacific Association of Input-Output Studies (PAPAIOS). No obstant això, la immensa majoria de les revistes econòmiques importants han editat articles relacionats amb l'anàlisi input-output, com, per exemple, *Econometrica*, *Review of Economics and Statistics* o *Economic Journal*, a més de la *Regional Science and Urban Economics*, que l'any 1994 li va dedicar un monogràfic especial. A l'àmbit espanyol també és de destacar el monogràfic que va dedicar la revista *Economía Industrial* l'any 1993 a l'anàlisi input-output, recollint part dels treballs presentats a la X Conferència Internacional sobre input-output celebrada a Sevilla. En aquest sentit, cal esmentar que l'associació internacional de l'input-output

convoca, amb una periodicitat bianual, congressos internacionals sobre anàlisi input-output. Les tres edicions més recents, el congrés número dotze, tretze i catorze, respectivament, van ser celebrats a Nova York (Estats Units) el maig del 1998, Macerata (Itàlia) l'agost del 2000 i a Montreal (Canadà) l'octubre del 2002. A l'última d'aquestes reunions es van presentar més de 200 treballs sobre la matèria de l'input-output, per especialistes ubicats en més de 50 països diferents.

Si es vol aprofundir en el tema de l'anàlisi input-output o buscar alguna referència concreta per a determinants camps dins de la immensitat de treballs que han estat generats des de que es va iniciar aquesta metodologia, es pot consultar la base de dades bibliogràfiques Econlit, entre d'altres, que proporciona les eines necessàries per a buscar articles, comunicacions, llibres i documents de treball sobre el tema de l'input-output, acotat o no a un concret camp o tema, aplicació metodològica concreta o bé per a un determinat país o regió<sup>1</sup>:

direcció URL: <http://search.epnet.com/login.asp?profile=web&defaultdb=ecn>.

Altra base de dades que també es pot fer servir és <http://www.repec.org>, a més dels buscadors propis de la xarxa internet. A nivell espanyol, per a buscar informació per al tema de l'anàlisi input-output i les seves aplicacions a l'àmbit estatal, destaquen les bases de dades bibliogràfiques proporcionades per la Universitat Complutense de Madrid (direcció URL: [www.ucm.es/BUCM/complu/frame.htm](http://www.ucm.es/BUCM/complu/frame.htm)) i pel CSIC (base de dades ISOC d'Economia) (direcció URL: [www.cindoc.csic.es](http://www.cindoc.csic.es))<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Com a dada, cal destacar que si es fa una cerca prou general de l'anàlisi input-output en aquesta base de dades, el sistema retorna unes 5.500 referències.

<sup>2</sup> Respecte a la bibliografia sobre Leontief en concret i de les obres d'aquest autor, es pot consultar Cañada i Toledo (2001) on es presenta una àmplia recopilació sobre el particular.



L'anàlisi input-output es basa en la informació subministrada per les taules input-output, on es recull l'estructura productiva d'un país o regió i on per columnes es mostra els recursos d'una economia i per files els usos que l'economia dona a aquests recursos. Així, per columnes es mostra el consum intermedi que fa cadascuna de les indústries concretes considerades tant de productes elaborats per altres indústries (tant internes com externes i, en el cas regional, diferenciant també aquells inputs que provenen d'altres regions) com el valor afegit de l'esmentada indústria (salari, beneficis, impostos), a més de les importacions de productes equivalents. I per files es mostra en què s'utilitzen aquells productes de les diferents indústries, ja sigui com a bé intermedi per l'elaboració d'altres productes o com a bé a gaudir per la demanda final (consum, inversió, tant públic com privat, exportacions), i també diferenciant entre el component intern i el component extern (de fora del país i/o regió).

En el cas concret espanyol, seguint a Cañada i Toledo (2001), la primera taula input-output es va elaborar per a l'any 1954, començant el treball per a tal finalitat a realitzar-se l'any 1955 i acabant-se l'any 1958. La seva referència van ser els treballs realitzats sobre la matèria a l'àmbit italià a començaments de la dècada dels cinquanta. Aquesta primera taula espanyola va comptar amb un nivell de desagregació de 28 rames productives i va ser promoguda pel Instituto de Estudios Políticos.

La següent es va realitzar per a l'any 1958, impulsada per la Organización Sindical i amb un nivell de desagregació ja molt elevat, de 207 sectors productius. Posteriorment es van publicar taules per a 1962, 1966 i 1970 (aquesta darrera promoguda pel Ministerio de Planificación y Desarrollo). Aquestes tres taules de la dècada dels anys

seixanta es caracteritzen perquè van servir per a realitzar aplicacions sistemàtiques d'anàlisi econòmica de l'economia espanyola a principis dels setanta per part de la Fundación del Instituto Nacional de Industria, dirigides per Julio Segura.

La taula input-output posterior va ser la referida a l'any 1975 i va ser promoguda pel Fondo para la Investigación Económica y Social de las Cajas de Ahorros Confederadas, comptant amb una desagregació de 137 rames. En ella s'aplicava la metodologia del SEC-1970 (Sistema Europeu de Comptes Integrats), derivació europea del SNA-68 (Sistema de Comptes Nacionals de Nacions Unides), metodologia oficial utilitzada en el camp de la comptabilitat nacional i les taules input-output. Aquesta taula també va venir acompanyada d'una seguit d'estudis d'aplicació que analitzaven l'estructura econòmica espanyola i, en particular, l'impacte de l'alça dels preus del petroli. La següent taula va ser la referida a 1980 i es va elaborar per primera vegada per l'Institut Nacional d'Estadística, aplicant la metodologia SEC-79 i integrant-la en major mesura en el marc de la comptabilitat nacional.

A partir de 1980 es va començar a elaborar anualment taules input-output integrades en el sistema de comptes nacionals. La taula del 1995 suposa la incorporació d'una nova metodologia: l'aplicació del SEC-95 (Sistema de Cuentas Nacionales y Regionales, 1995) i la integració absoluta de les taules input-output com a part central de la comptabilitat nacional, igual que succeeix a nivell europeu (Eurostat) i de Nacions Unides<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> D'acord amb la comptabilitat nacional d'Espanya Base 1995 (CNE-95) i el sistema europeu de comptes nacionals i regionals (SEC-95), el nou marc input-output compren un conjunt de taules interrelacionades que es poden agrupar en tres blocs: la taula d'origen i destinació, la taula simètrica i la taula branques d'activitat-sectors institucionals. La taula d'origen conté les submatrius de producció a preus bàsics i importacions a preus CIF, així com les partides d'ajust que permeten presentar els recursos totals a preus d'adquisició (marges de distribució, impostos nets sobre els productes). La taula de destinació, elaborada segons el criteri de preus bàsics, conté la taula de destinació a preus bàsics, juntament amb les partides

En el cas espanyol, a més, es molt destacable l'elaboració de taules input-output a escala regional. A banda d'Estats Units, Espanya és el país que ha desenvolupat en major mesura aquest tipus de taules, ja des de finals de la dècada dels seixanta. Pràcticament totes les regions han elaborat taules input-output regionals. De fet, des del 1990 s'han publicat una quinzena i des del 1995 una desena, aproximadament, de taules input-output regionals espanyoles, en la seva major part dels casos, incorporant en la publicació respectiva corresponent, aplicacions pràctiques concretes que utilitzen la informació subministrada per la pròpia taula.

Una de les primeres regions en elaborar taules input-output regionals va ser Catalunya, on la primera taula input-output es va referir a l'any 1967 i va ser publicada l'any 1972 per la Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Catalunya, comptant amb 40 rames. Posteriorment, es va realitzar la taula input-output per a l'any 1987, publicada el 1992 per la Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació i pel Departament de Comerç, Consum i Turisme de la Generalitat i amb 73 rames productives diferenciades<sup>4</sup>.

---

d'ajust que permeten presentar els usos o destinacions totals a preus d'adquisició. L'expressió taula input-output és un terme parcialment obsolet si partim del SEC-95, el qual parla sobretot de la taula origen-destinació (supply and use tables), a més de la taula simètrica (la que s'utilitza com a punt de partida per a la realització de les aplicacions pràctiques de l'anàlisi input-output) o la taula branques d'activitat-sectors institucionals (IDESCAT, 2002).

<sup>4</sup> També es va realitzar, encara que amb mètodes indirectes i no basant-se en enquestes, la taula input-output catalana de 1975, publicada l'any 1982 i realitzada pel Centre d'Estudis de Planificació i la Universitat de Barcelona, amb 51 sectors. En l'àmbit sub-regional, també és de destacar la realització d'algunes taules input-output com la de Lleida per a 1986 i 1996, publicada l'any 1999 per l'Ajuntament de Lleida. En aquest sentit, les primeres taules input-output les va generar Leontief per a Estats Units per als anys 1919 i 1929, i van ser publicades els anys 1932 i 1939, respectivament.

### **3. Anàlisi de les aplicacions realitzades**

Per a procedir a realitzar una revisió i anàlisi dels diferents tipus de treballs aplicats portats a terme en l'entorn del marc input-output i a partir de l'ús de la informació procedent de les taules input-output, és convenient intentar agrupar aquests treballs en funció d'alguna classificació.

Segons Rose i Miernyk (1989), dues són les divisions que es poden seguir. Per una banda, una primera classificació, més útil i abastament utilitzada, és la divisió dels treballs aplicats input-output segons la metodologia seguida, és a dir, diferenciant per exemple entre les aplicacions immediates de les taules, l'estudi dels multiplicadors, l'anàlisi d'interdependències i eslabonaments (linkages) per a detectar els sectors claus de l'economia, l'anàlisi estructural o l'anàlisi de dependència de l'exterior.

Per altra banda, una segona possibilitat seria realitzar una classificació atenent als diversos assumptes o tòpics que han estat investigats a partir de l'anàlisi input-output, això és, fixar-se en els diversos camps esmentats a l'apartat anterior, és a dir, per exemple, els camps de la comptabilitat nacional, l'economia regional, l'economia mediambiental, l'àmbit energètic, el comerç internacional, el canvi tecnològic o la teoria del desenvolupament econòmic, i veure quin tipus d'estudis s'han plantejat sobre aquests tòpics en l'entorn de l'input-output i utilitzant informació procedent de les taules input-output respectives.

A aquest document s'aborda l'anàlisi dels treballs aplicats input-output sota aquestes dues vessants esmentades, amb un especial èmfasi en la primera. A més a més, finalment, també es fa esment d'algunes de les extensions més importants que s'han portat a terme a partir de l'anàlisi input-output.

De totes maneres, s'ha de ser conscient de que l'àmbit d'aplicacions és tan absolutament extens que seria inabastable, i és, en conseqüència pràcticament impossible realitzar una ressenya completa de tot els tipus d'aplicacions realitzades, per la qual cosa en l'exposició s'han escollit aquelles referències i usos de les taules input-output més comuns i importants i més adients per a l'objectiu de la present panoràmica.

D'aquesta manera, i a partir de diferents treballs de revisió com els de Rose i Miernyk (1989), Fontela i Pulido (1993), Kurz et al (1998), Lahr i Dietzenbacher (2001), o Eurostat (2002), es proposa la següent classificació prèvia a desenvolupar:

- Divisió metodològica. Aplicacions immediates. Efectes d'un canvi en la demanda final, en els preus dels inputs primaris, o en el valor afegit, a partir del model de quantitats bàsic de Leontief, del model de preus o del model d'oferta de Ghosh. Anàlisi de multiplicadors, eslabonaments (linkages) cap endavant i cap endarrera, sectors claus d'una economia. Efectes multiplicadors ampliats o anàlisi d'efectes verticalment incorporats. Anàlisi de dependència de l'exterior. Anàlisi de sensibilitat de coeficients. Anàlisi de descomposició estructural. Anàlisi de jerarquia (o anàlisi causal). Anàlisi de canvi estructural. Anàlisi de productivitat.

- Divisió temàtica. Anàlisi mediambiental. Anàlisi energètic. Anàlisi associat a la teoria del desenvolupament. Anàlisi de canvi tecnològic. Anàlisi associat a la comptabilitat nacional. Paradoxa de Leontief. Models interregionals i multirregionals.
- Extensions: Models input-output ampliats. Matrius de comptabilitat social (o SAM's). Input-output combinat amb models econòmics (INFORUM), o amb models d'equilibri general (CGE). Input-output qualitatiu. Models de programació lineal. Models dinàmics. Mètodes d'ajust de coeficients.

### **3.1. Divisió metodològica**

#### *Aplicacions immediates*

Les aplicacions més immediates que es poden realitzar a partir de la informació contemplada en la taula input-output són les relacionades amb anàlisis descriptius. Així, per exemple, per a cada sector i per al total de l'economia es pot analitzar la seva relació i dependència amb l'exterior, mesurant el percentatge d'inputs que s'utilitzen en el procés productiu que prové del país i de l'estranger (o de la regió, d'altres regions del país i de l'estranger, en cas d'analitzar taules input-output regionals), o bé el percentatge que representen les importacions de productes equivalents respecte al total de recursos de l'economia (així com quina part dels diferents components de la demanda final es cobreixen amb béns interns o externs) o bé, en sentit complementari, el pes que representen les exportacions sobre el total de producció (sense considerar importacions)

i la taxa de cobertura de cada sector, en conseqüència, a més de veure l'ajust entre la producció i la demanda interna, mitjançant la fórmula  $(X-E)/(TR-E)$ , a on X es refereix a la producció interior, E a les exportacions, i TR al total de recursos demandats per l'economia. Una altra aplicació immediata és comprovar el pes que representen en la producció de cada sector i de l'economia el valor afegit i els consums intermedis (i el pes en el total del valor afegit dels seus diferents components, com salaris, per exemple), o bé el pes de cada component de la demanda final sobre el total, o com es distribueixen els recursos entre demanda intermèdia i final.

*Model bàsic de Leontief o model de quantitats, model de preus i model d'oferta (o de Ghosh)*

A aquest apartat es procedeix a analitzar somerament els models input-output subjacents a partir de les taules input-output, això és, el model bàsic i estàtic de quantitats i, com a extensions, el model de preus i el model d'oferta, amb la presentació dels coeficients tècnics, les matrius de Leontief i la matriu inversa de Leontief i la seva significació.

Com es va posar de manifest a l'epígraf 2, la base per a l'anàlisi input-output és l'existència d'una taula input-output, on es recull l'estructura productiva d'un país o regió i on per columnes es mostra els recursos d'una economia i per files els usos que l'economia dona a aquests recursos. Així, per columnes es mostra el consum intermedi que fa una indústria concreta de productes elaborats per altres indústries (tant internes com externes i, en el cas regional, diferenciant també aquells inputs que provenen d'altres regions) i el valor afegit d'aquesta indústria –corresponent a la retribució dels

inputs primaris, com treball o capital- (salariis, beneficis, impostos), a més de les importacions de productes equivalents. I per files es mostra en què s'utilitzen aquells productes d'una indústria concreta, ja sigui com a bé intermedi per l'elaboració d'altres productes per part d'altres sectors o rames productives o com a bé per a la demanda final (consum, inversió, tant públic com privat, exportacions) i on també es diferencia el consum intern i extern (de fora de la regió i/o de fora del país).

A partir d'aquest esquema, el model bàsic de l'input-output, o model de Leontief, és a dir, el model estàtic de quantitats es representa de manera esquemàtica com (posant atenció a les files -i- de la taula input-output):

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, (i=1 \dots n)$$

on  $x_i$  es l'output total del sector  $i$ ,  $y_i$  es la demanda final exògena de productes per al sector  $i$ , i  $x_{ij}$  són les vendes del sector  $i$  al sector  $j$ . A partir d'aquí es defineixen els coeficients tècnics, suposat que els inputs que necessita un sector d'un altre és una proporció directa del seu output total, això és:  $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$  ;  $x_{ij} = a_{ij}x_j$  . Si se substitueix

aquesta expressió en l'equació bàsica mostrada amb anterioritat, queda

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i, i= 1 \dots n, \text{ i en termes matricials: } X = AX + Y \text{ i } X = (I-A)^{-1}Y,$$

sent  $(I-A)^{-1} = B$  la matriu inversa de Leontief i on cada element genèric de la mateixa mostra la quantitat addicional de producció del sector  $i$ , tant induït directament com indirectament, en augmentar en una unitat la demanda final del sector  $j$ . D'aquesta



manera, la suma de la columna  $j$  de la matriu inversa mostrarà l'efecte final sobre tots els sectors d'un increment d'una unitat en la demanda final del sector  $j$  (tant considerant l'efecte directe com l'indirecte, provocat pels requeriments addicionals induïts per la resta de sectors en augmentar el sector  $j$  la seva demanda final). Mentre que la suma de la fila  $i$  d'aquesta matriu inversa mostra l'efecte final (directe i indirecte) sobre la producció d'un sector  $i$  d'un increment d'una unitat en la demanda final de tots els sectors. A partir d'aquest model, doncs, es pot averiguar l'efecte en l'economia i per a cadascú dels sectors d'una variació de la demanda final. La demanda final, per altra part, pot ser descomposada en els seus diferents components integrants (consum, inversió, exportacions netes) per veure l'efecte sobre l'economia i la producció dels sectors, específicament, de canvis de determinada magnitud en algú d'aquests components.

Algunes de les restriccions d'aquest model bàsic de quantitats de Leontief és que els coeficients tècnics són constants, amb la qual cosa es presumeix que la tecnologia utilitzada és de rendiments constants a escala, que tant la demanda final com els seus respectius components s'assumeixen que són exògens al sistema o que les relacions entre les variables són de caràcter estàtic i referides a un any en concret.

A partir d'aquest model estàtic de quantitats, que és el model bàsic de l'input-output, s'han proposat dues extensions més. En primer lloc, el model de preus, que és basat en el fet de que el valor de un bé és igual al valor dels béns intermedis usats en la seva producció més el valor dels inputs primaris usats directament en la seva elaboració (valor afegit). Pel sector productiu  $j$  (això és, per a la columna  $j$ ) s'expressaria,

$$x_j p_j = x_{1j} p_1 + x_{2j} p_2 + \dots + x_{nj} p_n + z_j q,$$

on  $x_{ij}$  es refereix a l'ús de béns intermedis del sector  $i$  per part del sector  $j$  (en quantitat),  $x_j$  és l'output del sector  $j$  (quantitat),  $p_i$  és el preu del bé  $i$ ,  $z_j$  és l'input primari usat en la producció del bé  $j$  (en quantitat) i  $q$  és el preu dels inputs primaris (per exemple el salari), que d'entrada es considera que són preus unitaris, ja que el que l'interessa a aquest model es veure l'efecte en l'economia de canvis en els preus dels inputs primaris, quedant, per tant, d'aquesta manera  $z_j q$  com el valor afegit,  $g$ . Es torna a suposar que

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} ; x_{ij} = a_{ij} x_j, \text{ i a més que } v_j = \frac{g_j}{x_j}; v_j x_j = g_j. \text{ Tenint en compte aquestes}$$

expressions i substituint-les en la de més amunt i, a més, expressant-lo tot en notació matricial, queda:

$$P = A'P + V ; P = (I - A')^{-1}V,$$

on  $P$  és un vector de preus (índex de preus) dels diferents béns,  $A'$  és la matriu transposada dels coeficients tècnics (també coneguts com els coeficients dels inputs) i  $V$  és el vector referit als coeficients dels inputs per als inputs primaris. Amb aquest model es pot arribar a conèixer quin es l'efecte a l'economia i als diferents sectors (en la vessant inflacionària) d'un canvi en els preus dels inputs primaris, en general, o per a un exemple concret (com poden ser els salaris).

I, en segon lloc, una altre variant, menys seguida, és el model d'oferta o de Ghosh (Ghosh, 1958). En aquest cas, es posa atenció a les taules input-output a nivell de columna, en comptes d'en files, com en el model bàsic de quantitats, i queda:

$$x_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj} + g_j,$$

on  $x_{ij}$  es refereix a l'ús de béns intermedis del sector  $i$  per part del sector  $j$ ,  $x_j$  és l'output del sector  $j$  i  $g_j$  és el valor afegit del sector  $j$ . Si ara s'expressa els coeficients de

distribució ( $s_{ij}$ ) com  $s_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i}$ ;  $s_{ij}x_i = x_{ij}$ ; es substitueix en l'expressió d'abans i es

posa tot en notació matricial, quedaria:

$$X = SX + G; X = G(I - S)^{-1}.$$

On  $(I - S)^{-1}$  és la matriu inversa de coeficients de distribució i on cada element genèric de la mateixa mostra la quantitat addicional de producció del sector  $j$ , tant induït directament com indirectament, en augmentar en una unitat el valor afegit del sector  $i$ . La suma dels elements de cada fila  $i$  mostra l'efecte final (directe i indirecte) sobre tots els sectors de l'economia d'un increment en una unitat del valor afegit del sector  $i$ -èssim. I la suma de les columnes d'aquesta matriu inversa de coeficients de distribució ofereix l'efecte total sobre la producció d'un canvi d'una unitat en l'oferta d'inputs primaris ( $i$  del valor afegit, doncs) en tots i cadascú del sectors de l'economia. A partir d'aquest model és pot esbrinar l'impacte en la producció de l'economia i dels sectors productius d'un canvi en el valor afegit dels diferents sectors.

## *Anàlisi de multiplicadors, eslabonaments (linkages) i sectors claus d'una economia*

Sense cap mena de dubte, les aplicacions més importants de l'anàlisi input-output a partir de la informació apareguda en les taules input-output són el que fan referència a l'anàlisi de multiplicadors, la interdependència sectorial i els eslabonaments (linkages) o efectes arrossegament cap endavant i cap endarrera i, en definitiva, l'estimació de sectors claus en l'economia analitzada, a partir de la importància cabdal que en la taula input-output juguen les relacions de compres i vendes entre sectors.

Alguns dels indicadors utilitzats per a mesurar aquestes interdependències han estat els coeficients de Chenery i Watanabe (1958), que es fixen en les matrius de coeficients tècnica (A, en la notació matricial utilitzada), i en la matriu de coeficients de distribució (S, en la notació matricial usada) i que sumen columnes i files respectivament

$$\mu_j = \sum_{i=1}^n \frac{X_{ij}}{X_j};$$

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n \frac{X_{ij}}{X_i}$$

sent la primera l'efecte arrossegament directe cap endarrera d'un sector en concret de l'economia i sent la segona el efecte arrossegament (o eslabonament: linkage, en anglès) cap endavant.

En aquest sentit, Hirschman (1958) va definir els eslabonaments cap endarrera com la capacitat d'una activitat per a provocar el desenvolupament d'altres a l'utilitzar inputs intermedis provenint d'aquesta i els eslabonaments cap endavant aquells originats quan

es desenvolupa una activitat que obté productes que utilitzen altres rames productives posteriorment com a inputs intermedis en el seu procés de producció.

A partir de les mesures proposades per Chenery i Watanabe es poden establir quatre tipus diferents de sectors: aquells amb efectes arrossegaments cap endarrera i cap endavant majors que la mitjana, aquells en que ambdós efectes són menors a la mitjana, i dos altres grups en els que un dels dos efectes és major que la mitjana sent el segon més petit. Els sectors claus per a l'economia serien el del primer tipus exposat, mentre que aquells sectors amb efectes arrossegament cap endarrera majors a la mitjana i menors efectes arrossegament cap endavant respecte a la mitjana serien els segon tipus de sectors més important per a l'economia, per endavant d'aquells sectors amb efecte arrossegament cap endavant major a la mitjana i cap endarrera menor, ja que es considera que els efectes arrossegament cap endarrera són més importants, en el sentit de que el potencial per a ésser creats un cop apareix una indústria nova són més versemblants (Muñoz Ciudad, 1988).

Els problemes d'aquests indicadors és que solament es fixen en els efectes directes sobre els sectors, deixant de banda els efectes indirectes, i és que quan la demanda final d'algun sector o de tots els sectors augmenta en una unitat, a banda de l'efecte immediat sobre el sector en estudi, hi ha efectes indirectes multiplicadors subsegüents que també s'han de considerar. Per altre cantó, aquest tipus de coeficients no tenen en compte el pes que cada sector té en l'economia analitzada, ni tampoc si els efectes arrossegament total analitzats de cada sector està molt concentrat en un pocs sectors o si es difonen al llarg de tota l'economia i totes les rames productives.

Per a superar el primer dels problemes plantejats, és a dir, el no considerar els efectes també indirectes de les interdependències sectorials, Rasmussen (1956) va proposar, de manera lògica, mesurar els efectes arrossegament a partir dels coeficients de la matriu inversa de Leontief  $(I-A)^{-1} = B$  on es recorda que la suma per columnes indica l'efecte final (considerant tant els requeriments directes com els indirectes) sobre tots els sectors d'un increment en una unitat de la demanda final del sector  $j$ , i on la suma per files indica l'efecte final (directe i indirecte) sobre la producció del sector  $i$  d'un increment d'una unitat en la demanda final de tots els sectors. D'aquesta manera, els dos índexs proposats van ser els següents:

Índex de poder de dispersió:

$$U.j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n b_{ij}},$$

sent  $b_{ij}$  l'element genèric de la matriu inversa de Leontief,

Índex de sensibilitat de dispersió:

$$U.i. = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n b_{ij}}$$

L'índex del poder de dispersió usa la suma de les columnes de la matriu inversa de Leontief i posa en relació l'ús mitjà que una rama  $j$  fa de la producció d'altres sectors  $i$

amb la mitjana global. Un índex major que 1 per a un determinat sector significaria que aquest sector tira amb més força que altres de la resta de sectors, és a dir, que un augment de la seva demanda final suposa un augment de la producció de l'economia major que si es prengué altra sector a l'atzar. L'índex de sensibilitat de dispersió usa la suma de les files de la matriu inversa de Leontief i posa en relació l'ús mitjà que fan els sectors d'una economia de la producció de la rama  $i$  amb la mitjana global. Un índex major a 1 significaria que un increment d'una unitat en la demanda final del sistema tira en major mesura del sector  $i$  que de qualsevol altre sector triat a l'atzar.

Els sectors claus per a una economia són aquells que compleixen que  $U_i$  i  $U_j$  són majors que 1, si  $U_i$  és major que 1 però  $U_j$  és menor que 1 es pot interpretar que aquest sector és estratègic en el sentit de que pot ocasionar possibles estrenyiments al sistema i si succeeix el contrari  $U_j > 1$  i  $U_i < 1$  ens trobem amb sectors importants per a impulsar el creixement, mentre que els sectors amb efectes menors a 1 tant en l'índex de poder de dispersió com en el de sensibilitat de dispersió, són els sectors menys interessants i menys dinàmics per a l'economia.

Si es té en consideració ara la preponderància que té cada sector en l'economia, els índexs de Rasmussen s'haurien de calcular ponderant la suma de les columnes i de les files empleades en els respectius índexs per la participació de cada sector considerat en la demanda final (o bé en el total d'inputs intermedis o outputs intermedis usats). En concret, si es considera que un increment en la demanda final es distribueix entre les rames en funció de la seva participació en la mateixa, un increment en la demanda final de  $n$  es distribuiria entre les rames, per exemple, per a la rama  $j$  segons la fórmula

$\frac{nX_{jD}}{\sum_j X_{jD}}$ , sent el numerador la participació de la rama j en la demanda final i el

denominador la demanda final de totes les rames. Multiplicant els índexs de Rasmussen per aquestes ponderacions es destacaria millor el poder de dispersió o la sensibilitat de dispersió de les diferents rames.

Si es considera de la mateixa manera també si els efectes estan molt o poc dispersos per tota l'economia, s'hauria de tenir en compte a més dels índexs de Rasmussen, les desviacions estàndard següents (en aquest sentit, és més interessant per a una economia que els efectes d'arrossegament estiguin els més dispersos possible per tots els sectors, per tant que les mesures proposades de variabilitat siguin majors):

$$V_{.j} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (b_{ij} - \frac{1}{n} \sum_i b_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_i b_{ij}},$$

per a calcular si la indústria j arrossega més uniformement o menys al conjunt industrial, i

$$V_{i.} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_j (b_{ij} - \frac{1}{n} \sum_j b_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_j b_{ij}},$$

per a calcular si el conjunt d'indústries incideix per igual sobre la rama i (Muñoz Ciudad, 1988).



Una altra mesura que s'ha utilitzat per a estimar aquest tipus d'interdependències i relacions són els coeficients de Streit (Streit, 1969), que són la mitjana dels quatre possibles vincles directes que es poden establir entre dues activitats  $i$  i  $j$ , tant considerant lligams d'oferta com de demanda, sent els primers (LEO: lligam específic d'oferta) el quocient entre l'entregat per la rama  $i$  (o  $j$ ) a la rama  $j$  (o  $i$ ) respecte del total d'outputs intermedis de la primera  $i$  sent els segons (LED: lligams específics de demanda) el quocient entre el que rep la rama  $j$  (o  $i$ ) de la rama  $i$  (o  $j$ ) respecte als inputs intermedis de la primera.

$$CS_{ij} = \frac{1}{4} (LEO_{ij} + LEO_{ji} + LED_{ij} + LED_{ji}),$$

$$\text{sent } LEO_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_j x_{ij}}; LEO_{ji} = \frac{x_{ji}}{\sum_j x_{ji}};$$

$$\text{i } LED_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}}; LED_{ji} = \frac{x_{ji}}{\sum_i x_{ji}}$$

Aquest tipus de mesura també es compara amb la mitjana, per a obtenir aquells sectors claus, que serien els que tenen un coeficient de Streit per sobre de la mitjana. Algunes limitacions d'aquest coeficient (Muñoz Ciudad, 1988) són que no considera la possible concentració o dispersió de les relacions d'unes rames amb altres, que considera igualment important els efectes d'arrossegament cap endarrera que cap endavant (quan els primers són més importants) així com els inputs i els outputs de cada rama o que es dóna més importància a l'existència de relacions recíproques entre dos sectors que les

relacions en un sol sentit. A més de que es basa en relacions directes, no posant èmfasi en els efectes multiplicadors indirectes.

Per altra banda, a l'anàlisi input-output nacional i regional una de les qüestions que han sorgit és la de si considerar per a calcular els diferents multiplicadors, efectes arrossegament i similar els coeficients tècnics totals, o si solament considerar els coeficients que es refereixen a l'interior de l'economia (o bé també considerar, en concret, els coeficients d'importació tant de fora de la regió com de fora del país, en cada cas, segons es considerin taules input-output regionals o nacionals). Els coeficients interiors serveixen per a revelar els vincles intraregionals entre dues rames, el que es produeixen de fet i ex post, mentre que els coeficients totals assenyalarien la màxima connexió possible entre dues rames, revelant així la relació tècnica que s'estableixen entre elles, tractant-se de connexions potencials ex ante. En aquest sentit, per a disposar d'una valoració dels efectes entre sectors sobre la producció interior sectorial en una economia, el lògic seria utilitzar els coeficients interns (Muñoz Ciudad, 1988; Fontela i Pulido, 1993). No obstant, el més complert seria obtenir els càlculs per a tots els tipus de possibles matrius de coeficients tècnics, ja siguin totals, interiors o d'importació.

Per altra banda, si s'està interessat en calcular la interdependència global, el mètode més senzill a utilitzar per a aquest fi és , seguint a Fernández i Fernández (2000) prendre la suma total dels elements de la matriu inversa, que es pot distribuir en la suma de la diagonal principal de la matriu inversa com a mesura de la reutilització en les mateixes indústries, la suma dels elements de la matriu de coeficients tècnics (excepte la diagonal principal) que mesura els efectes directes i la resta dels elements de la matriu inversa (un cop deduïts la suma dels elements de la matriu de coeficients tècnics) per a mesurar

els efectes indirectes. Altre mètode seria calcular el promedi de la suma dels coeficients de la matriu inversa.

Finalment, cal indicar que McGilvray (1977) i Hewings (1982) ofereixen una més àmplia col·lecció de mesures d'interdependència, efectes arrossegament i sectors claus usant dades de les taules input-output.

### *Efectes multiplicadors ampliat*

A partir del model de quantitats bàsic de Leontief, com ja s'ha explicat anteriorment, es poden calcular els efectes multiplicadors directes i indirectes d'un canvi en la demanda final d'algú component dels diferents sectors sobre la producció de tots els sectors de l'economia, però a més en el cas de disposar de comptes satèl·lit en les que es donessin per exemple els requeriments de treballadors empleats per sector, o les màquines i edificis requerits (capital físic), els requeriments energètics (en tetrajuliols per exemple) o les emissions contaminants per sector, es podria també obtenir els efectes multiplicadors directes i indirectes d'un canvi en la demanda final sobre els requeriments d'aquest tipus d'elements<sup>5</sup>. Això es faria a partir de la fórmula següent, (Eurostat, 2002):

$$Z = K (I - A)^{-1} Y,$$

---

<sup>5</sup> En aquest sentit, cal indicar que en el cas espanyol, existeixen comptes satèl·lit de l'energia (per als anys 1980 i 1985) i del turisme (tres: per als anys 1974, 1978 i 1992) (Cañada y Toledo, 2001) i que és immediat obtenir indicadors de treballadors empleats per sector.

on  $Y$  fa referència a la demanda final (incorporada en una matriu diagonalitzada) i a on  $(I-A)^{-1}$  és la matriu inversa de Leontief i  $K$  es refereix als coeficients dels inputs per al cas contemplat (capital físic usat, treballadors, energia, contaminants, etc.) i surt de dividir els requeriments totals de capital, treball, etc. del sector per a realitzar la seva producció entre la quantitat d'output obtingut<sup>6</sup>. De manera similar al contemplat en l'explicació de la significació econòmica de la matriu inversa de Leontief, en aquest cas també, la suma per columnes de  $K (I-A)^{-1}$  seria l'efecte final (directe i indirecte) sobre els requeriments (de treball, capital, etc.) de tots els sectors d'un increment d'una unitat en la demanda final del sector  $j$ , mentre que la suma de la fila  $i$  d'aquesta matriu mostra l'efecte final (directe i indirecte) sobre els requeriments (de treball, de capital, etc.) d'un sector  $i$  d'un increment d'una unitat en la demanda final de tots els sectors.

Fontela i Pulido (1993) es refereixen a aquest tipus d'anàlisi com a anàlisi d'efectes verticalment integrats i posen un especial èmfasi en el cas específic de disposar de dades de despesa de R+D per sectors, la qual es dividiria pel output total del sector i es multiplicaria per la inversa de Leontief i la demanda final, per a obtenir els efectes multiplicadors directes i indirectes d'un canvi en la demanda final d'algú sector en els requeriments de R+D per sectors en el total de l'economia.

En aquest sentit, cal indicar que també es podria calcular l'efecte d'un canvi en la demanda final sobre les importacions de l'economia, considerant el model bàsic de quantitats de Leontief expressat d'aquesta manera:  $X = (I - A_d)^{-1} Y$ , on  $Y$  és la demanda final neta d'importacions i  $A_d$  es refereix als coeficients tècnics interns de l'economia.

Així, el canvi en les importacions vendrien representades per la fórmula següent:

---

<sup>6</sup> En aquest sentit, seria similar als coeficients  $v$  de valor afegit als que s'ha referit més amunt, obtingut de dividir el valor afegit ( $g$ ) o els seus diferents components pel total de l'output  $x_j$

$$M = A_m (I - A_d)^{-1} Y + m,$$

on  $A_m$  es refereix als coeficients tècnics de l'exterior de l'economia analitzada,  $A_d$  es refereix als coeficients tècnics interns de l'economia i  $m$  són les importacions de la demanda final.

Altres qüestions que es poden analitzar a partir del model bàsic de quantitats de Leontief seria la capacitat de generar renda, és a dir, valor afegit, directa i indirectament en el sistema econòmic mitjançant un increment d'una unitat en la demanda final d'una rama econòmica, calculat a partir de  $R = (I - A)^{-1} V$ , on  $V$  és la proporció del valor afegit sobre la producció efectiva (és a dir, la capacitat generadora de renda per unitat d'output).

#### *Anàlisi de dependència exterior*

Una de les qüestions que també ha estat més analitzada a partir de la informació apareguda en les taules input-output és la que fa referència a la dependència exterior d'una economia. Així per exemple, es pot investigar els requeriments d'inputs importats que aquesta economia precisa, a partir de la fórmula  $m_{ij} = (M_{ij} / X_j)$ , on  $M_{ij}$  representa el valor de les importacions de productes de la rama  $i$  que realitza la rama  $j$  per a desenvolupar el seu procés productiu i  $X_j$  és el total de producció del sector sota consideració.

També es poden calcular els requeriments totals d'importacions per unitat de demanda final, (Gobierno de Navarra, 1998), mitjançant la fórmula:

$$MT = (A_{mE} + A_{mX})BR,$$

on  $A_{mE}$  y  $A_{mX}$  és la matriu de coeficients d'importació ( $m_{ij}$ ) tant de la resta d'Espanya com de l'estranger (en el cas regional) i  $BR$  és la matriu inversa de Leontief interior  $BR = (1 - A_d)^{-1}$ , de tal manera que  $MT$  són els requeriments totals d'importacions per unitat de demanda final.

Si aquesta  $MT$  es multiplica per  $XTD$ , sent aquesta la matriu diagonalitzada d'exportacions sectorials totals, queda  $MDFXT$  en que cada element representa el total d'importacions intermèdies de productes de tipus i continguts en l'exportació de la rama  $j$ . La suma de les columnes d'aquesta nova matriu representa la importació intermèdia (de tot tipus de productes) continguda en l'exportació de cada rama. Així, restant aquesta quantitat de les exportacions totals de cada rama s'obté l'exportació neta per totes i cadascuna de les rames productives. Mentre que la suma de les files d'aquesta nova matriu donaria la importació intermèdia (de cada tipus de productes) continguda en les exportacions de totes les rames. Si de la importació global de productes de cada rama es resten els continguts en les exportacions de totes, s'obté les importacions netes de productes de cada rama. I per diferència entre les exportacions netes i les importacions netes s'obté els saldos de la balança netes per rames d'activitat.

#### *Anàlisi de sensibilitat de coeficients*

Aquest tipus d'anàlisi s'ha fet servir per veure quina és la importància relativa de cadascú dels elements o coeficients que componen el model. En concret, es tracta de

calcular els efectes sobre la producció sectorial d'errors ficticis en els coeficients individuals. La fórmula més usada per a mesurar la importància d'un coeficient fa dependre aquesta del percentatge màxim d'error absolut (p) que provocarà sobre la producció de qualsevol sector  $x_j$ , amb p expressat en tant per cent. En el cas de que  $p = 1\%$ , els coeficients variaran en cada cas fins:

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij}(0,01b_{ji} + b_{ii} \frac{x_j}{x_i})};$$

on els elements a fan referència als coeficients tècnics, els elements b als components de la matriu inversa de Leontief, les x a la producció dels sectors i r fa referència al percentatge d'augment en un coeficient per a un 1% de canvi en la producció.

Aquells coeficients en que es compleixi que  $r_{ij}$  és menor o igual que 10 són considerats coeficients molt importants, si és menor o igual a 100, coeficients importants, si és superior a 100 coeficients no importants i si és superior o igual a 1000, coeficients insignificants. Els  $r_{ij}$  que són menors o igual a 10 són molt importants ja que si variessin solament un 10% ja alterarien la producció sectorial final.

Un altre sistema similar per a realitzar una investigació de la importància dels coeficients i sectors més importants en el conjunt de transaccions interindustrials és el mètode d'extracció hipotètica, representat per la fórmula següent:

$$S_e = \frac{\sum_{i=1; i \neq e}^n (x_i - x_{(e)i})}{x_e - y_e};$$

on  $X_{(e)i}$  és l'element que es correspon amb el i-èssim sector en el vector  $X_{(e)} = B_{(e)}Y_{(e)}$ , on  $B_{(e)}$  és la matriu inversa de Leontief calculada després de l'eliminació de la columna i fila corresponent al sector e, i on  $Y_{(e)}$  es refereix a la demanda final a la qual se li ha extret el sector e. A partir d'aquí si  $S_e$  és major a 1 significa que el sector e és estimulador del sistema, més quant major sigui el seu valor i si  $S_e$  és, pel contrari, inferior a 1 significa que el sector e depèn dels estímuls provinents d'altres sectors, més quant més petit sigui el valor corresponent.

#### *Anàlisi de descomposició estructural*

Seguint a Carter (1970) i Fontela i Pulido (1993), l'objectiu d'aquest tipus d'anàlisi és intentar investigar a què pot ser degut el canvi total observat en la producció sectorial en dos moments diferents del temps, a partir de la informació contemplada en les taules input-output temporals respectives, tot i diferenciant i separant per a aquest fi les contribucions dels canvis en els diferents components de demanda i dels canvis en els coeficients tècnics. La fórmula més utilitzada és:

$$w_1 - w_0 = B_0(y_1 - y_0) + (B_1 - B_0)y_1$$

on  $w$  es refereix a la producció realitzada en l'economia en els anys final (1) i inicial (0),  $B$  és refereix als elements de la matriu inversa de Leontief en cadascú dels anys considerats i  $y$  representa la demanda final, la qual es pot descomposar en el seus s diferents components, quedant la fórmula de la següent manera



$$w_1 - w_0 = \sum_{k=1}^s B_0 (y_1^k - y_0^k) + \sum_{k=1}^s (B_1 - B_0) y_1^k$$

### *Anàlisi de jerarquia*

L'objectiu d'aquest tipus d'aproximació (també conegut sota els noms de anàlisi causal o triangul.larització) és establir una jerarquia de sectors des dels productes intermedis fins als productes finals. Aquest tipus d'aproximació es fixa més bé en dependències en un sentit, més que en interdependències. La idea es renombrar els sectors de tal manera que els sectors que venen la major part del seu producte a la demanda final estiguin en les posicions de dalt de la nova matriu i aquells que venen la major part de la seva producció a altres sectors estiguin en la part de sota. Si no existeixen relacions circulars, en el sentit de que els sectors que produeixen productes intermedis no requereixen béns de sectors que venen productes a la demanda final i a l'inrevés, la taula input-output resultant acabaria amb tot zeros en una banda de la principal diagonal, això és, mostrant una forma triangular. Encara que això no és normal que passi per les múltiples relacions d'interdependència que es produeixen entre els diferents sectors.

Una manera de renombrar els sectors és caracteritzant per 1 a aquells sectors en que els coeficients  $ij$  de la matriu inversa de Leontief (si interessa les relacions de dependència directa i indirecta) o de la matriu de coeficients tècnics (si solament interessa les relacions directes) és diferent a zero i zero, en cas contrari. En aquest senti, una estructura totalment jerarquitzada, suposaria que és possible seleccionar primer un sector que solament depengui de la seva pròpia demanda final, a continuació un altre que solament depengui de la seva demanda final i de la de l'anterior (Kurz et al, 1998 i Fontela i Pulido, 1993).

Una extensió d'aquest tipus d'enfocament és la idea de cadenes causals de producció o complexes industrials (Fontela i Pulido, 1993). En primer lloc se selecciona el sector  $r$  de referència de la cadena. A continuació, s'incorpora a la cadena (cap a dalt) com a proveïdors aquells en que  $a_{jr} > k$ , sent  $k$  un valor arbitrari (per exemple, 0,3) i sent  $a_{jr}$  amb  $j$  diferent a  $r$ , els coeficients tècnics de Leontief, i amb  $a_{jr} > a_{rj}$ . Es repeteix el procés incorporant els proveïdors dels proveïdors amb la mateixa regla. I cap a baix, s'incorporen a la cadena els clients rellevants, sent aquests els que compleixen que  $s_{ri} > k$ , per a  $i$  diferent de  $r$  i amb  $s_{ri} > s_{ir}$ , sent  $s$  els components de la matriu de coeficients de distribució del model d'oferta.

#### *Anàlisi del canvi estructural*

Per a analitzar el canvi estructural entre dos moments del temps es pot estudiar de la manera més senzilla possible, mitjançant els canvis experimentats per les matrius de coeficients. Així un exemple seria l'índex de similitud de Le Masne (1987),

$$S^{1-0} = 100 * \left( 1 - 0,5 \sum_{i=1}^{n+1} |a_{ij}^1 - a_{ij}^0| \right)$$

Per valors pròxims a zero s'està en casos de màxima similitud i per valors llunyans s'està en casos de mínima similitud. Aquests valors també poden ser comparats amb la mitjana per a intentar classificar els sectors entre aquells que tenen una similitud alta i aquells que la tenen baixa, i per tant, entre aquells sectors que han experimentat un canvi estructural important dels que amb prou feines han variat. Altres mesures són:

$$\bar{e} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{e_{ij}}{n^2}; \quad e_{ij} = a_{ij}^1 - a_{ij}^0$$

on un valor negatiu indica que ha tingut lloc una reducció de consums intermedis a favor d'inputs primaris, cas contrari si és positiu. A partir d'aquests valors obtinguts, es pot intentar veure si hi ha hagut un canvi estructural a partir de contrastos de significació com el de la t de Student

$$t_{n-1} = \frac{\bar{e}}{S_e / \sqrt{n}}; \text{ on } S_e \text{ és la desviació estàndard de } e.$$

o el contrast no paramètric de signes de Fisher

$$h^* = \frac{h - \frac{m}{2}}{\sqrt{\frac{m}{4}}};$$

on m representa el número de diferències considerades (e), i h es refereix al número de diferències positives. I on el resultat es compararia amb una distribució t de student amb n-1 graus de llibertat, sent la hipòtesi nul·la a considerar l'absència de canvi estructural.

O bé també es pot realitzar un contrast de rangs de Wilcoxon

$$w^* = \frac{w - [(n+1)/4]}{[n(n+1)(2n+1)/24]^{1/2}};$$

on  $n$  es el número de diferències,  $w$  és la suma total del valor corresponent a cadascuna de les diferències positives i el resultat  $w^*$  es compara amb les taules de la distribució normal  $(0,1)$ , sent la hipòtesi nul·la la d'absència de canvi estructural

### *Anàlisi de productivitat*

Per a mesurar la variació de la productivitat entre dos moments diferents del temps a partir de les taules input-output, es pot utilitzar la següent expressió

$$p_j^1 = \sum_{i=1}^n a_{ij} + v_{ij} ;$$

referint-se els  $a$  i  $v$  corresponents als coeficients tècnics i als coeficients d'inputs primaris i sent  $p_j^0 = \sum_{i=1}^n a_{ij}^0 + v_{ij}^0 \equiv 1$ , de tal manera que si  $p_j^1$  és menor que 1 implica que hi ha hagut un augment de productivitat des de l'any 0 a l'1, si és igual a zero que no hi ha hagut variació de productivitat i si és major que 1 significa que hi ha hagut un decrement de la productivitat.

## **3.2. Divisió temàtica**

### *Anàlisi mediambiental*

Els inicis de la relació entre l'anàlisi input-output i els aspectes ecològics i mediambientals es remunten als conceptes i anàlisis desenvolupats pels treballs de Isard et al (1967) i Leontief (1970). L'interès suscitat per aquesta relació ha estat tan intens

que fins i tot s'han desenvolupat nombroses comptes satèl·lits a diferents països tot i mostrant les relacions que s'estableixen des dels fluxos físics mediambientals als fluxos econòmics i des d'aquest sistema econòmic al sistema ecològic. De fet, tal i com mostra Rose i Miernyk (1989), es poden considerar quatre possibilitats si es considera els processos econòmics i els processos ecològics i les possibles interrelacions entre ells, és a dir, les interdependències econòmiques, les interdependències mediambientals, la influència del sistema econòmic en l'ecologia i la influència del eco-sistema en l'economia. A partir d'aquestes relacions, s'han desenvolupat diversos enfocaments. Així, considerant la influència dels processos econòmics sobre l'economia i l'ecologia s'ha estudiat el tema de la generació de pol·lució i de la necessitat de reduir la pol·lució (considerant en aquest últim cas les retroalimentacions que es produeixen entre el sistema ecològic i l'economia arran del control de la contaminació). Els models que estudien la qüestió del reciclatge inclourien la influència de l'economia sobre els processos econòmics i el mediambient, així com la influència dels fluxos ecològics sobre el sistema econòmic, mentre que el cas de la utilització de recursos consideraria els fluxos entre sectors econòmics i la influència dels processos mediambientals sobre l'economia. L'estudi aïllat dels fluxos econòmics dóna lloc als models input-output convencionals, mentre que un sistema que contemplés les quatre possibles interaccions esmentades es tractaria d'un model econòmic-ecològic complet, on es consideraria el eco-sistema com un conjunt d'activitats de producció interdependents amb els sectors econòmics productius<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Aquest tipus d'esquema ha estat poc explotat, degut a l'elevada complexitat associada i la necessitat de dades extenses sobre el sistema ecològic i les seves interdependències no fàcilment obtenibles. Un exemple, no obstant, ho constitueix Isard et al (1971).

La importància de la utilització del marc de l'input-output en els models de generació de pol·lució es deuen bàsicament als treballs esmentats de Isard et al (1967) i Leontief (1970), utilitzant coeficients de pol·lució, on es recollia la relació directa proporcional que hi havia entre la quantitat de contaminació generada per un sector i l'output total d'aquest sector. També el cas de l'ús de recursos naturals ha estat estudiant extensament en el marc dels models input-output. En concret, tal i com indiquen Rose i Miernyk (1989), un de les aplicacions més utilitzades ha estat l'estudi de les necessitats d'aigua per part dels sectors econòmics. Així, moltes aplicacions han utilitzat coeficients d'usos de aigua per a calcular els efectes multiplicadors directes, indirectes i induïts sobre les necessitats d'aquest recurs que es deriven de canvis en la demanda final <sup>8</sup>.

No obstant tot l'anterior, el tipus d'aplicacions més utilitzada en aquest apartat de l'estudi mediambiental i la relació entre la tècnica de l'input-output i els fluxos econòmics i ecològics, ha estat l'anàlisi de com reduir i controlar la pol·lució. En aquest cas, Leontief (1970) constitueix l'embrió, amb el desenvolupament d'un model on s'analitzaven les implicacions del control de la contaminació sobre l'equilibri general econòmic. Utilitzant els coeficients de pol·lució definits anteriorment (és a dir, la relació directa proporcional entre la quantitat de contaminació generada per un sector i l'output total d'aquest sector) i donat un vector de productes finals, s'estimava la quantitat de contaminació generada finalment. Després es definia una quantitat de pol·lució tolerable i a partir del model input-output associat i la definició de la matriu inversa de Leontief, es podia obtenir la producció bruta total de cadascú dels sectors de l'economia i el nivell d'activitat d'una indústria addicional dedicada al control i reducció de la contaminació,

---

<sup>8</sup> En aquest sentit cal recordar que en l'apartat de divisió metodològica ja es va mostrar com es podien calcular efectes multiplicadors mediambientals a partir del model bàsic de Leontief i amb l'ús de la matriu inversa de coeficients, si es disposava d'informació de contaminació per sectors o usos de recursos naturals, per exemple.

mesurat com la quantitat de pol·lució a eliminar. A més, donades les quantitats de contaminació generada i eliminada a expenses de cada indústria, també es podrien calcular, mitjançant el model de preus, els preus dels productes i dels serveis de reducció de contaminació. A partir d'aquest model i aquesta aportació inicial, tal com mostren Kurz et al (1998), altres treballs han explorat aquest mateix camp. Així, per exemple, Stone (1972), Carter (1974), Miernyk i Sears (1974), Steenege (1977, 1978), Rose (1983), Kethar (1983), Qayum (1991, 1994), Luptacik i Böhm (1994), Duchin i Lange (1994).

### *Anàlisi energètic*

El desenvolupament de l'estudi de la relació entre els requeriments energètics i l'economia mitjançant l'anàlisi input-output ha estat un dels temes més abordats dins de la metodologia quantitativa creada per Leontief en els anys 30, aprofitant l'àmplia existència de dades de caràcter energètic, en forma de comptes i balanços energètics, en bona part dels països. Tal i com indiquen Rose i Miernyk (1989), l'ús de l'input-output en el camp energètic té la seva justificació tant des del costat de l'oferta com de la demanda. Des del punt de vista de l'oferta, els models de producció convencionals gairebé no consideraven els factors energètics en les seves anàlisis. No obstant, a partir dels anys setanta es va posar de manifest la major necessitat de considerar un marc més ampli, dins del context dels models KLEM, en els que es considerés tant el factor capital i el factor treball, com l'energia i els materials com a factors de producció essencials. Aquests models KLEM solen utilitzar amb assiduitat les tècniques de l'input-output. Des del punt de vista de la demanda, cal indicar que amb prou feines hi

ha demanda de recursos energètics per part del consumidor final. En canvi, sí que l'energia és utilitzada per elaborar la major part dels productes que el consumidor demanda. En aquest sentit, l'anàlisi input-output, amb el seu èmfasi en les relacions d'interdependències entre sectors, és un bon mètode per a tractar la qüestió energètica des del cantó de la demanda.

En quant a les aplicacions concretes de l'anàlisi input-output en aquesta temàtica energètica, cal destacar l'ús dels multiplicadors típics del marc input-output per a mesurar la influència de canvis en la demanda final en el consum d'energia, especialment important en tant que la major part de fonts energètiques, especialment la petrolera, s'ha considerat un recurs escàs. En aquest sentit, un dels problemes amb que s'han enfrontat aquest tipus d'estudi és el fet de que no és fiable realitzar l'anàlisi sobre els requeriments energètics si aquests estan expressat en unitats monetàries, com solen estar presentades totes les taules input-output, ja que hi haurien les distorsions dels preus. Per a solucionar aquest problema, es solen transformar els fluxos dels sector energètics en unitats físiques a través de comptes satèl·lit en les quals es presenten les necessitats de recursos energètics per sector, expressades aquestes en tetrajuliols, per exemple (Eurostat, 2002), amb la qual cosa els multiplicadors calculats sobre ells ja tenen més sentit econòmic.

En relació, també han estat presentats diferents treballs (també en el cas espanyol) que estudiaven la influència de l'alça en els preus energètics, per exemple petrolers, sobre l'economia, mitjançant els models de preus associat al context de l'input-output, estudis especialment importants i nombrosos arran del shock del petroli en els anys setanta.



Al mateix temps, també hi ha haguts estudis que han modelitzat la relació entre els recursos energètics i l'economia i que han utilitzat una aproximació híbrida, en el sentit de que han considerat els fluxos energètics en unitats monetàries per a tenir present la influència dels preus i els costos energètics, però que per columnes i per a mesurar d'una manera més correcta les necessitats energètiques han adoptat unitats físiques en comptes de monetàries (per exemple Bullard i Herendeen, 1976 o més recentment Li i Polenske, 1995).

Donada la importància de l'escassetat dels recursos energètics i la necessitat de resposta davant canvis en els preus de les diverses fonts d'energia, també han estat elaborats treballs i models intentant incorporar la possibilitat de substitucions entre inputs, per la qual cosa els coeficients tècnics fixos de Leontief han de ser abandonats a favor de l'ús de models KLEM amb permissió de substitució entre els factors de producció que contempnen. El treball de Hudson i Jorgenson (1974) és el més citat en aquest camp específic.

Per últim, també és de destacar l'aplicació en aquest camp de l'estudi de l'impacte d'impostos energètics sobre l'economia (per exemple, Bezdek i Hannon, 1974, o més recentment Gerlike i Langer, 1995 o Martín i Velázquez, 1993)<sup>9</sup>.

### *Desenvolupament econòmic*

Un dels camps en que més aplicacions hi ha hagut de l'anàlisi input-output ha estat el camp del desenvolupament econòmic. Seguint a Rose i Miernyk (1989) una de les raons

---

<sup>9</sup> Per a més informació es pot consultar els molts treballs citats en Rose i Miernyk (1989) i Kurz et al (1998).

per a explicar aquesta característica cal trobar-la en el fet de que el marc input-output s'ocupa de les interdependències entre sectors amb la incorporació dels béns intermedis al model i de la interdependència dels sectors amb la demanda final i els inputs primaris usats en el procés de producció. D'aquesta manera, doncs, en aquest marc, és possible plantejar-se la valoració i avaluació de polítiques que fomentin el desenvolupament econòmic en un context d'equilibri general.

L'esquema input-output dins del camp del desenvolupament econòmic ha estat utilitzat per a abordar qüestions com la distribució de la inversió, la substitució d'importacions, els problemes d'inflació, la distribució dels ingressos o la formació del capital humà, entre d'altres. Al llarg de la història, seguint de nou a Rose i Miernyk (1989), s'han plantejat tres tipus de models d'input-output en el camp del desenvolupament econòmic, de menys a més sofisticació i complexitat. Així, en primer lloc, és de destacar el model input-output bàsic i estàtic plantejat per Chenery i Clark (1959), transformat en model de programació lineal, el que permetia explorar la optimització explícita del producte interior brut o la combinació òptima entre producció domèstica i importacions, mitjançant el programa dual. I els preus ombra dels inputs corrents, el capital i el tipus de canvi, mitjançant el problema dual associat. En segon lloc, estarien els models que incorporaven a l'esquema anterior característiques macroeconòmiques com els estalvis o la quantitat de diner (Taylor, 1979). I, finalment, en tercer lloc, es troben models que es basen en la modelització més sofisticada dels models d'equilibri general computable, com Dervis et al (1982)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> En aquest sentit, molts dels treballs analitzats en aquest apartat de divisió temàtica utilitzen no tan sols el tipus de metodologia input-output que s'ha revisat a l'anterior epígraf sinó extensions de l'anàlisi input-output, el que és estudiat a l'apartat següent d'aquest document.

També altres autors han utilitzat la modelització input-output en el camp del desenvolupament econòmic però usant models dinàmics com Miernyk et al (1970), per al cas regional. I d'altres, com Hirschman (1958), han posat l'èmfasi en l'estudi de multiplicadors i els eslabonaments cap endavant i cap endarrera o bé en l'anàlisi de quins eren els sectors clau de l'economia, amb la idea de fomentar-los per a augmentar el potencial de creixement i desenvolupament econòmic.

### *Canvi tecnològic*

Rose i Myernik (1989) ofereixen varis mètodes que s'han utilitzat al llarg del temps per a analitzar el canvi tecnològic en l'àmbit de la modelització input-output. Un primer mètode és l'aproximació a curt termini, com el mètode ex ante, que simplement utilitza la opinió dels experts per a projectar els canvis en els coeficients tècnics d'un any en concret cap al futur, o el mètode de l'extrapolació, que usa estadístiques descriptives o anàlisi estocàstics de sèries temporals per a aproximar el canvi tecnològic i, en conseqüència, els canvis que puguin esdevenir en els coeficients tècnics en el futur, o bé el mètode heurístic que utilitza correlacions simples o analogies per al mateix fi, a més de les tècniques d'actualització de coeficients, com la metodologia RAS, que es tractarà posteriorment, en realitzar el repàs a les extensions de l'anàlisi input-output.

Per altra banda estan els mètodes que utilitzen índexs, com l'índex relacionat amb les aplicacions de principis i relacions d'enginyeria fonamentals, o l'índex polític que tradueix un objectiu polític en una escala mesurable i calcula els costos de diferents nivells d'assoliment.

Un tercer conjunt de mètodes són els que tenen a veure més amb qüestions conductistes, com el mètode de la millor pràctica, que consisteix en considerar en cada moment del temps els diferents processos de producció disponibles, prenent el canvi de tots els processos al nou més productiu com el canvi tècnic, o el mètode de la penetració/difusió, que combina elements de la teoria de l'adopció de la innovació i la funció logística associada al mètode heurístic per a explicar de manera àmplia la senda tecnològica en termes de competència en preus, obsolescència i difusió de la innovació.

Finalment, altre conjunt d'aproximacions tenen més a veure amb mètodes d'optimització. Com per exemple l'anàlisi de processos, que considera un conjunt de processos de producció alternatius però sense incloure'ls en un rànking a diferència del mètode de la millor pràctica, o l'aproximació pseudo-data que utilitza les solucions de menor cost en l'anàlisi de processos de diferents nivells d'escala per a proveir les dades de simulació per a l'estimació estadística d'una funció de costos. I, finalment, l'aproximació de la funció de producció usa dades de sèries temporals, formes funcionals flexibles i el principi de dualitat<sup>11, 12</sup>.

#### *Paradoxa de Leontief (comerç exterior)*

Utilitzant l'anàlisi input-output aplicat a l'àmbit del comerç exterior, i per a dades de l'any 1947, Leontief (1953) va trobar que una de les nacions millor dotades amb el factor capital, com Estats Units, exportava productes intensius en treball i importava relativament productes intensius en el factor capital. Aquesta trobada estava en contra

---

<sup>11</sup> També és de destacar DeBresson (1996) que va elaborar un llibre en el que analitzava les interdependències econòmiques i la seva relació amb el desenvolupament de les activitats innovadores i la seva localització, tot tractat des del punt de vista de l'anàlisi de l'input-output.

<sup>12</sup> Rose i Miernyk (1989) ofereixen bibliografia específica sobre el particular.

del que postulava el paradigma Heckscher-Ohlin-Samuelson-Vanek (Heckscher, 1919, Ohlin, 1933, Samuelson, 1948, Vanek, 1968). Aquest resultat contradictori va obrir les portes a varies investigacions i treballs, intentant confirmar o refutar aquest tipus de resultats. Lahr i Dietzenbacher (2001) i Kurz et al (1998) ofereixen un seguit de referències sobre el particular a nivell nacional i a nivell regional, com Leamer (1980), Duchin (1989, 1990, 2000), Trefler (1993), Davis et al (1996, 1997) o He i Polenske (2001), conclouent que en la major part dels casos s'ha continuat donant aquesta paradoxa de Leontief, per a la qual s'ha intentat donar abundants i diferents explicacions. En el cas espanyol també aquest tema ha estat estudiat per, entre d'altres, Gámir, Bajo i Torres, Donges o Martín<sup>13</sup>

#### *Input-output i comptabilitat nacional*

Actualment, la metodologia oficial sobre taules input-output i comptabilitat nacional de Nacions Unides (SNA), adaptades a l'àmbit europeu per Eurostat a través del sistema SEC, estableix un sistema input-output més que una taula input-output, ja que es planteja la realització d'una taula d'origen i destinació (supply and use tables, en anglès), la taula simètrica i la taula branques d'activitat-sectors institucionals. La taula d'origen (o d'oferta) descriu el procés de producció de l'economia i ofereix informació creuada sobre el tipus de productes elaborats i les rames productores. Mentre que la taula de destinació mostra la informació sobre els usos de la producció (demanda intermèdia i final) així com l'estructura de costos de les unitats productores, tant en inputs primaris com en inputs intermedis.

---

<sup>13</sup> Les referències específiques per a aquest tema i per a d'altres com aplicacions sobre el model de preus, estudi dels canvis estructurals i interdependències, etc, es poden trobar per al cas espanyol nacional en

Per a passar d'aquest tipus de taules a la taula simètrica de l'input-output que és la utilitzada per a aplicar els models input-output analitzats i les diferents aplicacions contemplades hi ha dues tècniques que han generat diversos treballs teòrics i empírics en el context de l'anàlisi input-output. Un és el model tecnològic per indústries que assumeix que els inputs utilitzats per les indústries són proporcionals al total dels seus outputs o productes finals independentment de la composició de productes d'aquests outputs industrials. El gran avantatge d'aquest tipus de models és que no s'obtenen, en aplicar-se el mètode per a passar a la taula simètrica, inputs negatius i que no fa falta matrius quadrades ni de destins ni d'origen per a obtenir la taula definitiva, però, no obstant, el seu defecte principal és que no tenen en compte el fet de que una mateixa indústria pot generar varis diferents tipus de producte.

L'altre tipus de model és el model tecnològic per productes que assumeix que solament hi ha un mètode únic per a produir un producte. Aquest tipus de mètode es troba amb el problema de necessitar matrius quadrades d'orígens i destinacions i que poden aparèixer coeficients negatius. No obstant, l'aproximació que adopta Eurostat és aquesta ja que aquest tipus de models són més homogenis en la descripció de les seves transaccions, en no tenir ja el problema de l'anterior tipus de models en que una indústria podria produir varis outputs i s'havia de dissenyar sistemes per a tractar aquesta producció d'outputs secundaris. No obstant, el model tecnològic per producte ha de solventar els problemes de la possible aparició d'inputs negatius i el de quadrar les matrius de destí i origen. Kurz et al (1998) i Eurostat (2002) ofereixen varies referències i expliquen diverses metodologies per a aconseguir-lo<sup>14</sup>.

---

Cañada i Toledo (2001) i en del Castillo i de la Grana (1993).

<sup>14</sup> Aquí no es comenta ja que aquest tipus d'aproximació està més allunyada del que seria aplicacions de l'input-output, tenint més a veure amb el que seria aproximacions metodològiques de construcció de taules, per la qual cosa solament s'apunta sense entrar en major detall.

### *Models regionals, interregionals i multirregionals*

Per a la construcció de taules input-output regionals, dues poden ser les aproximacions contemplades. En primer lloc, construir la taula regional a partir de la nacional, mitjançant diferents tècniques com el mètode RAS, que s'explica en el següent epígraf, matisat per les dades secundàries disponibles de la regió (mètodes non-survey). En aquest sentit, les primeres taules regionals van ser Isard i Kuenne (1953) per a la regió industrial New York-Philadelphia i Moore i Petersen (1955) per a l'estat estatunidense de Utah.

En segon lloc, es poden portar a terme macroenquestes a nivell regional per a obtenir totes les dades necessàries per a construir la taula regional (mètodes survey). En aquest sentit, la primera taula regional basada en mètodes objectius i en dades primàries va ser Hirsch (1959) per a l'àrea metropolitana de Sant Louis.

També existeix un mètode híbrid o semi-survey (Lahr, 1993) en el que l'objectiu és disminuir al màxim les necessitats d'informació a partir d'enquestes objectives regionals, per exemple, mitjançant l'estudi i la localització d'aquells sectors especialment importants a partir d'una anàlisi de sensibilitat, per exemple (Pulido, 1996).

Les aplicacions realitzades a partir de la informació contemplada en les taules regionals són del mateix caire que les basades en les taules nacionals, encara que supeditat a l'àrea regional concreta (i tenint en compte que ara les importacions es referiran tant a

les importacions de fora de la regió i dins del país com de fora de la regió i fora del país).

Si el que es vol és fixar-se també en les interconnexions, interdependències i efectes multiplicadors que s'estableixen entre les diferents regions, cal estimar un model interregional o multirregional. El primer autor en plantejar un model d'aquest tipus va ser Metzler (1950) qui estava interessat en analitzar l'impacte de la inversió en una regió sobre els ingressos de regions veïnes. El model que va desenvolupar, no obstant, tenia la mancança de no considerar múltiples sectors. La primera aproximació en que es va tenir en compte ja varies regions i varis sectors, conformant ja un model input-output interregional pròpiament dit va ser Isard (1951). Un model interregional pur com el proposat per Isard pot ser considerat com una desagregació espacial d'una taula nacional en el sentit de que cada fila i columna de la matriu input-output nacional es subdivideix en dues o més regions receptores i proveïdores (Kurz et al, 1998). Leontief (1953), Chenery (1953) i Moses (1955) varen proposar mètodes per a estimar taules input-output interregionals amb menor necessitats d'inputs informatius (una síntesi d'aquests tipus de treballs es recullen en Pulido, 1996).

Per altra banda, Leontief i Strout (1963) van presentar un model de gravetat, en el que es considerava explícitament l'espai i que permetia la presència de transports creuats, una cosa que no succeïa en la resta de models esmentats anteriorment. El model de gravetat es basa en la idea de que les exportacions totals de la regió A a una altra B es poden explicar mitjançant els outputs d'A i les compres de B dels seus productes respectius i la distància entre A i B, que reflexa el cost de transport. Polenske (1970)



inclou una comparació extensa del model Chenery-Moses amb el model Leontief-Strout<sup>15</sup>.

En aquest sentit val a dir que a nivell regional, interregional i multirregional, en el marc input-output els treballs teòrics i aplicats claus són Isard (1951), Leontief (1953), Leontief i Strout (1963), Moses (1955), Chenery (1953), Richardson (1972), Miller (1998), Hewings (1986), Hewings i Jensen (1987), o Schaffer (1999).

### **3.3. Extensions**

#### *Models input-output ampliat*

Els models input-output ampliat fan referència a la incorporació de variables socioeconòmiques, normalment a través de la desagregació dels quadrants de les taules input-output corresponents a la demanda final i als inputs primaris. Una d'aquestes extensions, la més usual, és fer endògens els components de la demanda final, especialment el consum, incorporant en l'anàlisi a les famílies com una indústria més la producció de la qual és el factor treball remunerat i els inputs que utilitza són els béns que consumeixen.

Aquest plantejament és pot expandir com es fa en Miyazawa (1976), per exemple, on es desagrega el consum de les famílies per tipus de bé consumit i les famílies per tipus de famílies segons els seus ingressos. D'aquesta manera, a banda dels efectes típics dels

---

<sup>15</sup> Lahr i Dietzenbacher (2001) ofereixen diversos articles sobre anàlisi estructural espacial, concepte que va més enllà (en l'espai) de les interrelacions entre sectors econòmics.

models input-output, en aquesta classe de model ampliat també es poden descompondre dos tipus de interaccions, una corresponent a la generació d'ingressos i altra al procés de distribució (multiplicadors de Miyazawa). El multiplicador corresponent al primer cas mostra com afecta un augment d'una unitat en l'ingrés total als diferents tipus de famílies contemplades i el segon cas de multiplicador mostra quants ingressos són generats en el sistema a partir de l'augment de l'ingrés de un tipus de família a través dels efectes directes, indirectes i induïts. Explicacions en profunditat d'aquest tipus d'extensió de l'input-output, així com àmplies referències sobre el mateix es poden trobar en Lahr i Dietzenbacher (2001), Kurz et al (1998), i Rose i Miernyk (1989).

### *Matrius de comptabilitat social*

Les matrius de comptabilitat social (o SAM en les seves sigles en anglès: social accounting matrix) són una de les extensions més importants del marc input-output. El seu desenvolupament es deu a l'economista de Cambridge Richard Stone (Stone, 1961, per exemple) i el seu objectiu és representar de manera sintètica però detallada les relacions econòmiques que es produeixen en la realitat, de manera que no solament es fixen en les relacions productives que s'estableixen entre empreses (aportació bàsica de l'input-output) sinó també i especialment, en les interrelacions d'ingrés i transferències entre les diferents unitats institucionals, és a dir inclou, entre d'altres aspectes, la manera en que es distribueixen el pagament als inputs primaris entre treball, capital o sector públic en la forma d'impostos o les transferències del sector públic a les famílies.

És a dir, les matrius de comptabilitat social mostren el flux circular de la renda, reflectint detalladament les relacions entre el valor afegit brut generat pels sectors d'una

economia i la renda primària obtinguda pels diferents tipus d'agents, posant de manifest la interrelació entre l'estructura productiva i la de distribució de la renda. En aquest sentit, les matrius de comptabilitat social complementen les taules input-output, ja que les taules input-output emfatitzen el primer aspecte, però no pas el segon. A l'àmbit espanyol existeix la matriu de comptabilitat social referent a l'any 1990 (Uriel et al, 1997), i en l'àmbit regional espanyol existeix una per a Catalunya, basada en la taula input-output de 1987 (Manresa i Sancho, 1997), i altres per a Andalusia, Extremadura, Navarra o Castella-Lleó<sup>16</sup>.

#### *Input-output, models econòmics i models d'equilibri general*

Seguint a Rose i Miernyk (1989), una de les aplicacions més importants del model input-output en conjunció amb models econòmics per a efectes de predicció són els models INFORUM (Interindustry Forecasting at the University of Maryland), ideat per Almon (Almon, 1991, per exemple). Els models INFORUM usen les taules input-output i les relacions interindustrials especificades en ella dinàmicament, prenent els coeficients dels inputs com a variables tant pel que fa al còmput dels outputs de la indústria com dels seus preus, però també utilitzen de manera extensiva equacions regressives per a modelitzar el comportament de variables com el consum, la inversió, la exportació, la importació, els beneficis o els salaris (Eurostat, 2002).

Per altra part, els models d'equilibri general computable o aplicable (Computable General Equilibrium Models o CGE), s'assemblen als models input-output ja que ambdós tenen part de les seves arrels en les aportacions walrasianes, però mentre que

---

<sup>16</sup> La primera matriu de comptabilitat social la va elaborar el mateix Stone per a l'any 1960 i per a Gran Bretanya.

ambdós comparteixen el detall sectorial o la consideració de la producció intermèdia, els models CGE superen als models input-output en el detall per la banda de la demanda, el plantejament de relacions no lineals o la contemplació explícita de la resposta als preus que l'apropen més als postulats de Walras. En aquest sentit una revisió en profunditat d'aquests tipus de models CGE es troba en Shoven i Whalley, (1992), per exemple. Per altra banda, els models CGE es diferencien dels models INFORUM sobretot en el fet de que els primers es concentren en buscar posicions d'equilibri més que en el plantejament d'una economia dinàmica amb cicles que pot no estar mai en equilibri, un plantejament aquest que sí està emmarcat en major mesura en els models INFORUM (Rose i Miernyk, 1989, Eurostat, 2002).

#### *Input-output qualitatiu*

La característica diferenciadora dels input-output qualitatius radica en que la matriu de coeficients tècnics directes es binaritzza, de tal manera que si el valor del coeficient donat és major que un cert límit se li dóna el valor de 1 i si és menor que aquest límit se li concedeix el valor zero, donant així com a resultat una matriu adjacent binària tota composta per zeros i uns. Lahr i Dietzenbacher (2001) inclouen diversos articles sobre el particular, amb aplicacions específiques d'aquest tipus d'input-output qualitatiu i les utilitzacions que la matriu adjacent pot generar.

#### *Models de programació lineal*

Per altra banda, una altra connexió dels models input-output es produeix amb el camp de la programació lineal. Així, seguint a Eurostat (2002), ambdós tipus de propostes

(l'input-output i la programació lineal) es caracteritzen per tenir com a objectiu resoldre sistemes d'equacions lineals, de tal manera que els models de quantitats i preus de l'anàlisi input-output poden ser considerats com a un problema de programació lineal amb el model de quantitats sent considerat el problema primal i el model de preus el problema dual. En transformar els models input-output en models de programació lineal, l'avantatge que sorgeix és que la programació lineal utilitza tota la informació del sistema input-output, mentre que en els models input-output clàssic solament es considera part de la informació cada vegada, així, el quadrant de la demanda final i el de interrelacions industrials en el cas del model de quantitats i el quadrant dels inputs primaris i el de les transaccions interindustrials en els models de preus i d'oferta<sup>17</sup>.

### *Models input-output dinàmics*

Leontief (1953) va proposar una versió dinàmica del seu model input-output, en la que es considerava explícitament el paper del temps. En aquesta modelització, la inversió es tractada de manera endògena, segons el principi de l'accelerador de la teoria macroeconòmica, això és, se suposa que la inversió és induïda per les expectatives de creixement de la demanda final. Seguint a Rose i Miernyk (1989), la forma operacional més bàsica per a representar aquest model és la següent:

$$X_t - A_t X_t - D_t X_t - B_t (X_t - X_{t-1}) = Y_t ,$$

on  $X_t$  és el vector de producte total per sector en el moment  $t$ ,  $A_t$  és la matriu de requeriments directes d'inputs per unitat d'output en el moment  $t$ ,  $D_t$  és la matriu de

---

<sup>17</sup> Eurostat (2002) ofereix una explicació més detallada d'aquesta transformació dels models input-output en mètodes de programació lineal i mostra a més referències de les implementacions específiques

coeficients de capital de reemplaçament (sent el coeficient de capital el requeriment unitari –fix- de capital per a produir una unitat addicional de capacitat),  $B_t$  és la matriu de coeficients de capital d'expansió i  $Y_t$  és un vector de demanda final per sector al moment  $t$ .

El model és dinàmic econòmicament, ja que la producció en un període depèn de la del període precedent, mitjançant la inversió i matemàticament, degut al fet de que el model es formula com a un conjunt de equacions diferencials. La solució al model més comú és la proposada per Leontief (1970), amb una solució d'equacions simultànies i una matriu coneguda com la matriu inversa dinàmica, que contempla com un canvi exogen en la demanda final de un bé estimula demandes directes i indirectes dels diferents sectors durant un conjunt de períodes de temps. El model, no obstant, incorpora diferents restriccions com que no hi ha elecció de tècniques, hi ha plena capacitat de producció i que el capital fix es pot transferir entre diferents línies de producció sense cost. Aquestes restriccions han suscitat problemes conceptuals i controvèrsies al model, com el de la inestabilitat, indeterminació causal, singularitat i possibilitat de solucions negatives. En aquest sentit, Kurz et al (1998) a l'igual que Rose i Miernyk (1989) ofereixen nombroses referències sobre aquestes controvèrsies, així com d'aplicacions empíriques concretes d'aquest tipus de model dinàmic. Així mateix, en algunes de les formulacions subsegüents es va procedir a incorporar el canvi tecnològic en la inversió contemplada en aquest tipus de model, possibilitant així canvis en els coeficients d'inputs.

### *Ajust de coeficients*

Un dels problemes de l'anàlisi input-output és la hipòtesi de permanència d'uns coeficients tècnics fixes. Per a actualitzar la matriu de coeficients tècnics sense necessitat de tornar a realitzar una macroenquesta per a obtenir les dades necessàries per a construir la taula input-output, el mètode més usat ha estat el mètode RAS, que té les seves bases en Stone (1961) i Stone i Brown (1962).

Els passos en que es divideix aquest mètode, seguint Fontela i Pulido (1993), són, en primer lloc, calcular una primera estimació del total de consums intermedis per files amb la matriu de coeficients original de l'any de referència i la nova producció corrent coneguda. A continuació s'estableix una primera matriu diagonal R amb els coeficients correctors per files que s'obtenen dividint el total conegut de consums intermedis per files (de l'any inicial) i l'estimat en el pas anterior. A continuació, es calcula una primera estimació del total de consums intermedis per columnes utilitzant la matriu ajustada del pas segon. Per a continuació, establir una primera matriu diagonal S amb els coeficients correctors per columnes, també obtinguts dividint el total conegut de consums intermedis per columnes (de l'any inicial) i l'estimat al pas anterior. Es tornen a repetir els passos anteriors, fins que queda una matriu ajustada:

$$A^* = \prod_i r^i A \prod_j s^j = \text{RAS}$$

que compleix simultàniament les restriccions establertes per files i columnes, respectivament,  $u = (A * \hat{w})i$   $v = i'(A * \hat{w})$ , sent  $i$  la matriu identitat, i  $w$  la producció realitzada pels sectors, mostrada en una matriu diagonal.litzada. En suma, la tècnica

RAS significa corregir la matriu de coeficients tècnics inicials  $A$  per uns coeficients per files i columnes (matrius  $R$  i  $S$ ), el producte de les quals dóna el valor per al qual s'ha de multiplicar cada coeficient de la matriu  $A$  per a ajustar-lo a  $A^*$ .

El mètode RAS apart de per a actualitzar matriu de coeficients tècnics, també es fa servir per a aconseguir obtenir taules regionals a partir de les nacionals, sense haver de realitzar macroenquestes i el mètode de correcció pot variar segons el tipus d'informació que es disposi. Una ampliació d'aquests conceptes i exemples concrets d'utilització es troben a Fontela i Pulido (1993) i Lahr i Dietzenbacher (2001). Altres tipus de mètodes per a aconseguir igualment actualitzar els coeficients o regionalitzar taules nacionals es troben en Fontela i Pulido (1993) i també en Eurostat (2002).



#### **4. Referències bibliogràfiques i webs d'interès**

##### *Referències bibliogràfiques*

- Almon, C. (1991), “The INFORUM approach to interindustry modeling”, *Economic Systems Research*, 3, 1-7
- Bezdek, R. i R. Hannon (1974), “Energy, manpower and the highway trust fund” *Science*, 185, 669-675
- Bullard, C i R. Herendeen (1975), “Energy impacts of consumption decisions”, *Papers and Proceedings of the IEEE*, 63, 484-493
- Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Catalunya (1972), *Tabla Input-Output de la economía catalana. Año 1967*. Barcelona: Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Catalunya. Equip dirigit pel Dr. Muns
- Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Catalunya (1992), *Comptes regionals de l'economia catalana. Taula input output 1987*. Barcelona: Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Catalunya i Departament de Comerç, Consum i Turisme de la Generalitat de Catalunya. Equip dirigit pel Dr. Parellada.
- Cañada, A. (1994), “Las tablas input-output como sistema de información de la actividad industrial: una caracterización general”, *Economía Industrial*, sep-oct 1994, 15-33
- Cañada, A. (1995), “Las tablas input-output del INE: algunos aspectos metodológicos y sus repercusiones sobre el análisis económico”, *Información Comercial Española* 737, 145-164.

- Cañada, A. i I. Toledo (2001), “Leontief y España: una reflexión sobre las tablas input/output y su relevancia para la economía y los economistas españoles”, *Información Comercial Española*, 789, 51-75
- Carter, A. (1970), *Structural Change in the American Economy*. Cambridge: Harvard University Press
- Carter, A. (1974), “Energy, environment and economic growth”, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 5, 578-592
- Centre d’Estudis de Planificació i Universitat de Barcelona (1982), *Tabla Input-Output de Catalunya. Año 1975*. Barcelona: CEP i UB. Equip dirigit pel Dr. Muns
- Chenery, H i P. Clark (1959), *Interindustry Economics*, New York: Wiley and Sons.
- Chenery, H. (1953), “Regional analysis”, en H. Chenery et al (eds) *The structure and growth of the italian economy*. Rome: US Mutual Security Agency, 97-129.
- Chenery, H. i T. Watanabe (1958), “International comparisons of the structure of production” *Econometrica*, 4, 26, 487-521.
- Ciaschini, M. (ed)(1988), *Input-output analysis. Current developments*. London. Chapman and Hall.
- Davis, D. et al (1996), “The Heckscher-Ohlin-Vanek model of trade: why does it fail? When does it work?” *NBER Working Paper 5625*
- Davis, D. et al (1997), “Using international and Japanese regional data to determine when the factor abundance theory of trade works”, *American Economic Review*, 84, 421-446
- DeBresson, C et al (1996), *Economic interdependence and innovative activity*. Edward Elgar: Cheltenham, UK.
- Del Castillo, F. i C. de la Grana (1993), *Bibliografía input-output española*. Comunidad de Madrid. Consejería de Economía

- Dervis, K. et al (1982), *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press
- Dones, M y L. Cortés (1994), “Las tablas input-output: una demanda creciente”, *Economía Industrial*, sept-oct, 35-42
- Duchin, F. (1989), “International trade and the use of capital and labour use in the US economy”, *Economic Systems Research*, 1, 345-350
- Duchin, F. (1990), “Technological change and international trade”, *Economic Systems Research*, 2, 47-52
- Duchin, F. (2000), “International trade: evolution in the thought and analysis of Wassily Leontief”, XII Conferència Internacional de l’Input-Output, Itàlia. (disponible en la web de IIOA)
- Duchin, F. i G. Lange (1994), *On the future of environment*. Oxford: Oxford University Press.
- Eurostat (2002), *The ESA-95 Input-Output Manual. Compilation and analysis*
- Fernández, M i M. Fernández (2000), “Comparación de las estructuras productivas de Galicia y la Regiao Norte. Un análisis a partir de las Tablas Input-Output “, Santiago de Compostela: Fundación Caixa Galicia. Centro de Investigación Económica y Financiera. Documentos de Economía, núm. 5
- Fontela, E. I A. Pulido (1993), “Pasado, presente y futuro del análisis input-output”, *Economía Industrial*, marzo-abril, 17-24
- Fontela, E. i A. Pulido (1993), *Análisis input-output: Modelos, datos y aplicaciones*. Ed. Pirámide: Madrid
- Gehrke, C. i C. Lager (1995), “Environmental taxes, relative prices and choice of technique in a linear model of production”, *Metroeconomica*, 46, 127-145

- Ghosh, A. (1958), “Input-output approach to an allocative system”, *Economica*, 25, 58-64.
- Gobierno de Navarra (1998), *Jornadas de Estudio sobre la Economía Navarra basadas en las tablas input-output*. Pamplona: Gobierno de Navarra e Instituto de Estadística de Navarra
- He, S. i K. Polenske (2001), “Interregional trade, the Heckscher-Ohlin-Vanek theorem and the Leontief paradox”, a Lahr, M. i E. Doetzenbacher (eds) *Input-output analysis: frontiers and extensions*. Houndmills: Palgrave
- Heckscher, E (1919), “The effect of foreign trade on the distribution of income”, *Ekonomisk Tidskrift*, 21, 1-32. I a American Economics Association (1950), *Readings in the theory of international trade* . Irwin: Homewood
- Hewing, G. (1982), “The empirical identification of key sectors in an economy: a regional perspective”, *Developing Economies*, 20, 2, 173-195
- Hewings, G. (1986), *Regional Input-Output Analysis*. Ed. Sage. Scientific Geography Series; Volumen:7
- Hewings, G. i R. Jensen (1987) (reimprès el 2000), “Regional, Interregional and Multiregional Input-Output Analysis”, en *Handbook of Regional and Urban Economics* Volumen 1, Capítol 8
- Hirsch, W. (1959), “Interindustry relations of a metropolitan area”, *Review of Economics and Statistics* , 41, 360-369
- Hirschman, A. O. (1958), *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press.
- Holub, H. i H. Schnabl (1994), *Input-Output-Rechnung-Input-Output-Analyse*, Munich: Oldenbourg

- Hudson, E. i D. Jorgensen (1974), “US energy policy and economic growth, 1975-2000”, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 5, 461-514
- Isard, W. (1951) “Interregional and regional input-output analysis: a model of a space economy”, *Review of Economics and Statistics*, XXXIII (4) 318-328.
- Isard, W. et al (1967), “Linkages of socio-economic and ecological systems”, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 21, 79-99
- Isard, W. et al (1971), *Ecologic-Economic Analysis for Regional Planning*. New York: Free Press
- Isard, W. i R. Kuenne (1953) “The impact of steel upon the greater New York-Philadelphia industrial region”, *Review of Economics and Statistics*, 35, 289-301
- Junta de Castilla y León (1995), *Análisis input-output. Aplicaciones para Castilla y León* . Valladolid: Junta de Castilla y León . Consejería de Economía y Hacienda. Servicio de Estudios.
- Ketkar, K. (1983), “Environmental protection policies and the structure of US economy”, *Applied Economics*, 16, 237-256
- Kurz, H., Dietzenbacher, E. i C. Lager (1998), *Input-output analysis* Cheltenham: Edward Elgar. 3 volums. Col.lecció: The International library of critical writings in economics ; 92
- Lahr, M, (1993), “A review of the literature supporting the hybrid approach to constructing regional input-output models”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 23,5, 283-289
- Lahr, M. i E. Dietzenbacher (2001), *Input-output analysis: frontiers and extensions*. Houndmills: Palgrave
- Le Masne, P. *TES/TEE, Collection Outils-Micro*, CRDP de Poitiers, Paris, 1987.

- Leamer, E. (1980), “The Leontief paradox reconsidered”, *Journal of Political Economy*, 88, 495-503
- Leontief, W i A. Strout (1963), “Multiregional input-output analysis” en T. Barna (ed) *Structural interdependence and economic development* London: MacMillan and Co LTd, 119-150.
- Leontief, W. (1936) “Quantitative input and output relations in the economic system of the United States”, *Review of Economics and Statistics*, XVIII (3), 105-125.
- Leontief, W. (1953) “Interregional theory” en W.Leontief et al *Studies in the Structure of the American Economy*, New York: Oxford University Press, 93-115
- Leontief, W. (1953b) “Domestic production and foreign trade: the American capital position reexamined”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97, 332-349
- Leontief, W. (1966), *Input-output economics*. New York. Oxford University Press
- Leontief, W. (1970), “The dynamic inverse”, en A. P Carter i A. Brody (eds) *Contributions to Input-Output Analysis*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Leontief, W. (1970b), “Environmental repercussions and the economic system”, *Review of Economics and Statistics*, 52, 262-272
- Leontief, W. (1986), *Input-output economics, 2<sup>nd</sup> Edition..* New York. Oxford University Press
- Leontief, W. et al (eds) (1953) *Studies in the structure of the American economy. Theoretical and empirical explorations in input-output analysis*. New York. Oxford University Press.
- Lin, X. i K. Polenske (1995), “Input-output anatomy of China’s energy use changes in the 1980’s”, *Economic Systems Research*, 7, 67-84ç

- López, A. y A. Pulido (1993), “Análisis de las interrelaciones sectoriales en España”, *Economía Industrial*, marzo-abril, 167-178
- Luptacik, M i B. Bohm (1994), “Reconsideration of non-negative solutions for the augmented Leontief model”, *Economic systems Research*, 6, 167-170
- Manresa, A. i F. Sancho (1997), *Cálculos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub> para la economía de Catalunya*. Universitat Autònoma de Barcelona, mimeo.
- Martín, C. i F. Velázquez (1993), “CE: distorsiones en precios del sistema fiscal sobre la energía para limitar emisiones de CO<sub>2</sub>. Estudio piloto para España”, *Economía Industrial*, marzo-abril, 65-76.
- McGilvray, J. (1977), “Linkages, key sectors and development strategy”, a Leontief, W. (ed) *Structure System and Economic Policy*, Cambridge.
- Metzler, L. A. (1950), “A multiple-region theory of income and trade”, *Econometrica*, 18, 329-354.
- Miernyk, W i J. Sears (1974), *Air Pollution Abatement and regional economic development*. Lexington: Heath.
- Miernyk, W. et al (1970), *Simulating Regional Economic Development*. Lexington: Heath.
- Miller, R. (1998), "Regional and Interregional Input-Output Analysis," en: Isard et al., *Methods of Interregional and Regional Analysis*. Ashgate 1998,41-133
- Miller, R. i P. Blair (1985), *Input-output analysis* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall
- Miller, R., Polenske, K. y A. Rose (1989), *Frontiers of input-output analysis*. New York: Oxford University Press
- Mir, P (ed) (1999) *Les taules input-output de Lleida: 1986 i 1996*. Lleida: Ajuntament de Lleida.

- Miyazawa, K. (1976), *Input-Output Analysis and the structure of income distribution*. Berlin: Springer-Verlag.
- Moore, F. i J. Petersen (1955), “Regional analysis: an interindustry model of Utah”, *Review of Economics and Statistics*, 37, 368-383
- Moses, L. (1955), “The stability of interregional trading patterns and input-output analysis”, *American Economic Review*, XLV(5), 803-832.
- Muñoz Ciudad, C. (1988), “Elaboración y utilización de las tablas input-ouput regionales” *Papeles de Economía Española*, 35, 457-469
- Muñoz Ciudad, C. (1989), *Introducción a la Economía Aplicada: cuentas nacionales, tablas input-output y balanza de pagos*. Espasa-Calpe: Madrid.
- Ohlin, B. (1933), *Interregional and International Trade*, Cambridge: Harvard University Press
- Pérez, M i S. Martínez (1995), “Industrias clave en la economía asturiana. Análisis a través de las Tablas Input-Output de 1978, 1985 y 1990”, a *Revista Asturiana de Economía*, 3, 249-274
- Polenske, K. (1970), “Empirical implementation of a multiregional input-output gravity trade model”, a Carter, A. i A. Brody (eds) *Contributions to input-output analysis*. Amsterdam: North-Holland.
- Pulido, A. (1996), “Input-output regional: Posibilidades y limitaciones”, *XXII Reunión de Estudios Regionales*, Pamplona. En [www.a-pulido.com](http://www.a-pulido.com)
- Pulido, A. (2001), “Interés de las tablas input-output regionales”, *La Economía de Madrid según la tabla input-output de 1996*. Madrid. En [www.a-pulido.com](http://www.a-pulido.com)
- Qayum, A. (1991), “A reformulation of the Leontief pollution model”, *Economic Systems Research*, 3, 428-430



- Qayum, A. (1994), “Inclusion of environmental goods in national income accounting”, *Economic Systems Research*, 6, 159-166
- Quintas, J (ed) (1985), *Tabla input-output de Galicia*. A Coruña: Federación de Cajas de Ahorros de Galicia
- Rasmussen, P. N. (1956), *Studies in intersectoral relations*. Amsterdam: North-Holland.
- Richardson, H. (1972), *Input-output and regional economics*. London: Weidenfeld
- Rose, A i Myernik (1989), “Input-output analysis: the first fifty years”, *Economic Systems Research*, 1,2,229-271ç
- Rose, A. (1983), “Modelling the macroeconomic impact of air pollution abatement”, *Jornal of Regional Science*, 23, 441-459.
- Samuelson, P. (1948), “International trade and equalisation of factor prices”, *Economic Journal*, 58, 163-184.
- Schaffer, W. (1999), *Regional Impact Models* Regional Research Institute, WVU. (capítols 3, 4 i 5 sobre input-output regional)
- Schumann, J: (1968), *Input-output analysis*. Berlín: Springer
- Shoven, J. i J. Whalley (1992), *Appying General Equilibrium*. New York: Cambridge University Press.
- Steenge, A. (1978), “Environmental repercussions and the economic structure”, *Review of Economics and Statistics*, 60, 482-486
- Steenge, A: (1977), “Economic-ecologic analysis: a note on Isard’s approach”, *Journal of Regional Science*, 17, 97-105
- Stone, R. (1961), *Insput-Output and National Accounts*, OECE, París
- Stone, R. (1972), “The evaluation of pollution: balancing gains and losses”, *Minerva*, 10, , 412-25

- Streit, M.E. (1969), “Spatial associations and economic linkages between industries”, *Journal of Regional Science*, 9,2,
- Taylor, L. (1979), *Macro Model for Developing Countries* New York: McGraw-Hill.
- Trefler, D. (1993), “International factor price differences: Leontief was right”, *Journal of Political Economy*, 101, 961-987.
- United Nations Statistical Division (1996) *Handbook of input-output table compilation and analysis*. New York.
- Uriel, E. (1997), *Contabilidad Nacional*. Barcelona: Ariel
- Vanek, J. (1968), “The factor proportions theory. The N-factor case” *Kyklos*, 21, 749-756.

#### *Webs d'interès*

- Web de l'Institut d'Estadística de Catalunya ([www.idescat.es](http://www.idescat.es))
- Web de l'Institut Nacional d'Estadística ([www.ine.es](http://www.ine.es))
- Web de la base de dades bibliogràfiques Econlit:  
<http://search.epnet.com/login.asp?profile=web&defaultdb=ecn>
- Web de la base de dades del CSIC (Centre Superior d'Investigacions Científiques) (Base de Dades ECOSOC de Economia): [www.cindoc.csic.es](http://www.cindoc.csic.es)
- Web de la base de dades REPEC (Research Papers in Economics)  
<http://www.repec.org>
- Web de la International Input-Output Association. [www.iioa.org](http://www.iioa.org)
- Web de la base de dades bibliogràfiques de la Universitat Complutense de Madrid:  
[www.ucm.es/BUCM/complu/frame.htm](http://www.ucm.es/BUCM/complu/frame.htm)