

2. Problemi econometrici della modellistica multisettoriale

di Maurizio Grassini

1. Introduzione

Nella letteratura economica i modelli input-output (IO) si incontrano nei più svariati contesti teorici. Spaziando dall'analisi economica alla politica economica, dalla econometria all'economia quantitativa, percorrendo la selva delle numerose discipline economiche non è difficile imbattersi nella rete dei flussi intersettoriali che caratterizzano lo schema analitico quantitativo messo a punto da W. Leontief. La letteratura sui modelli IO è sconfinata e se – come è ovvio in ogni branca del sapere – è possibile selezionare i contributi seminali che hanno determinato le successive esplosioni degli approfondimenti teorici e degli esperimenti applicativi, la delimitazione dell'interesse al rapporto tra modelli IO e modelli econometrici esorta ad una riflessione più generale sulla natura di quest'ultimi, una riflessione che può successivamente orientare una perimetrazione più puntuale della letteratura pertinente al tema in questione.

È opportuno ricordare, anzitutto, che i modelli econometrici sono marcati, tra l'altro, da due importanti connotati delineati negli anni '40: l'approccio probabilistico e la rappresentazione multiequazionale dell'economia.

Il primo – l'approccio probabilistico – è stato sistemato da T. Haavelmo [1944] in un saggio pubblicato come supplemento alla rivista «Econometrica». Il secondo – la visione di un'economia attraverso un sistema di equazioni – è il frutto delle attività di ricerca della Cowles Commission animate da T. Koopmans. Il primo approccio – mediato dal lavoro di H. Mann e A. Wald [1943] – ha segnato il taglio scientifico del secondo.

Da allora i cultori dell'analisi econometrica non hanno mai sconfessato queste radici, anzi in molti casi hanno tanto curato la delimitazione dei confini dell'ortodossia da indulgere in manifestazioni di arroganza, fenomeno questo non ascrivibile certo in esclusiva ai cultori di questa disciplina. Anche quando si sono accesi dibattiti di

Questa ricerca è stata realizzata con il contributo del Ministero della Pubblica Istruzione (40%).

particolare vivacità sui connotati suddetti – come traspare dagli scritti raccolti da Gordon e Klein in *Readings in Business Cycle* [1966] – non sono messi in discussione i fondamenti metodologici dell'econometria ma – come è accaduto più recentemente con la controversia sulle aspettative razionali – si è dibattuto sulla validità e la fondatezza della teoria economica che dovrebbe ispirare le analisi quantitative (incluso il caso estremo di «misurazione senza teoria»).

L'approccio probabilistico che avvolge lo studio delle equazioni econometriche può essere evocato per tener conto di diversi aspetti del modello teorico e della natura delle variabili osservate; ma preme qui sottolineare l'uso del metodo probabilistico diretto ad accogliere ed a trattare la parte «residuale» di una relazione tra variabili economiche per le quali esiste (per supporto teorico) un collegamento di varia specificazione analitica. Ad esempio, se si aderisce all'ipotesi di una relazione tra consumi aggregati e reddito disponibile come suggerito da Keynes nella *General Theory* e si formula una relazione analitica necessariamente tesa a stilizzare la relazione ipotizzata, dal confronto con i dati osservati si percepisce l'esistenza di qualcos'altro che oltre al reddito determina i consumi aggregati; lo stesso Keynes ricorda, oltre il reddito disponibile, altre determinanti del consumo. L'esistenza di questi effetti aggiuntivi sui consumi, che compaiono come residui del collegamento analiticamente definito tra reddito e consumo, dà spazio all'approccio probabilistico.

Il trattamento stocastico delle equazioni econometriche ha, infatti, definito – sia nel caso di singole equazioni che nei sistemi di equazioni – il primato delle relazioni dedotte dalla teoria economica che interpretando il comportamento degli operatori producono necessariamente, come conseguenza delle semplificazioni analitiche di cui soffrono i modelli e per la forzata e necessaria omissione di alcune determinanti, la componente residuale che viene poi assimilata ad una variabile casuale.

Questi fondamenti metodologici dell'econometria hanno indotto una gerarchia in generale non dichiarata nella tipologia delle equazioni (che compongono un modello econometrico come sistema di equazioni) suggerita da Koopmans, Rubin e Leipnik [1950]. Prima vengono le equazioni di comportamento; esse esprimono il collegamento tra i fenomeni come assunto e dedotto dalla teoria economica; nel confronto con la realtà inevitabilmente compare il residuo casuale. Poi vengono a pari merito le equazioni tecnologiche e le equazioni istituzionali. Le prime sono classicamente esemplificate con le funzioni di produzione. Le seconde sono le equazioni che esprimono regole imposte dall'operatore pubblico come le equazioni che descrivono la relazione tra il gettito di un'imposizione fiscale e la base imponibile. Per entrambe non è difficile trovare i motivi che giustifichino la non esatta corrispondenza tra i dati osservati e le relazioni funzionali proposte; la componente casuale seguita, quindi, a svolgere il ruolo desiderato.

Infine compaiono le relazioni contabili che definiscono l'uguaglianza tra il dare e l'avere, tra le entrate e le uscite. Appartengono a questa categoria il conto delle risorse e degli impieghi, la definizione di spesa totale come somma delle spese (prezzo per quantità) per le diverse funzioni di consumo, l'indice dei prezzi all'ingrosso come numero indice sintetico dei prezzi all'ingrosso di varie categorie merceologiche e, soprattutto, di ogni relazione contabile dove una delle componenti è definita a saldo. In queste equazioni, per definizione e per calcolo, non c'è spazio per un residuo e quindi esse non sono provviste del connotato fondamentale per la loro trattazione stocastica. Per questo motivo le identità sono state relegate al margine delle metodologie econometriche, anzi sono state considerate con malcelato disappunto ed eliminate – utilizzandole come criteri di ridefinizione di alcune variabili – ogniqualevolta l'attenzione si doveva concentrare su metodi di stima per i quali i principi dell'inferenza statistica esigevano l'azzeramento di ogni caso che negasse l'esistenza di componenti casuali o desse luogo a variabili casuali con connotati poco desiderati e definite, in molti casi, degeneri. In verità, la costruzione di un modello econometrico non implica la presenza di equazioni del tipo identità, ma queste finiscono per imporsi per motivi contabili. Intatti, se un modello econometrico è disegnato per spiegare tutte le variabili che compaiono, ad esempio, nel conto delle risorse e degli impieghi, non è possibile pensare che sia in sede di descrizione del periodo campionario che di previsione, il modello conduca alla determinazione di una discrepanza tra volume delle risorse e volume degli impieghi. L'esigenza di rispettare questo tipo di coerenza, che è propria di molte informazioni statistiche (ed in particolare di quelle della contabilità economica ispirata, comunque, al criterio ragionieristico della partita doppia), fa riemergere le identità che con prepotenza riaffermano il proprio ruolo cardine nella modellistica econometrica. Si usa allora dire che un modello econometrico non può essere fondato esclusivamente su un insieme di equazioni comportamentali, ma si rende necessario garantirne l'indispensabile coerenza contabile propria delle informazioni statistiche utilizzate per la sua stima, coerenza contabile che viene realizzata attraverso un'operazione di «chiusura» del modello mediante le identità contabili, riconoscendo a queste un ruolo che, pur irrilevante in fase di stima, si conferma essenziale nel momento della predizione. In realtà le equazioni contabili non sono attori che compaiono nella fase di chiusura o completamento di un sistema di equazioni econometriche che vengono così compattate in un modello; esse rappresentano il primo passo verso la costruzione dei modelli. In primo luogo perché le variabili economiche trovano, in generale, nelle identità contabili la definizione del loro contenuto informativo; in secondo luogo perché esse possono essere di per sé sufficienti a rappresentare le relazioni di interdipendenza tra le variabili ed essere quindi utilizzate per analisi metodologi-

camente equivalenti a quelle compiute con modelli più intrisi di teoria economica e di lavoro econometrico.

2. Le identità di apertura nei modelli macroeconomici

Si consideri il sistema dei conti riportato nella tabella 1. Esso è costituito da 4 identità contabili e coinvolge 8 macroaggregati; le relazioni contabili, per loro natura, hanno nel loro interno (almeno) una variabile a saldo, non ospitano anonimi residui e quindi ricadono tra le suddette identità; ma proprio per questa «flessibilità» dovuta al saldo esse rappresentano uno schema nel quale una o più componenti possono avere la «libertà» di variare dal momento che gli effetti di queste variazioni si scaricano sulle variabili cuscinetto. Ciò consente di indagare su strutture alternative dei macroaggregati; questo esercizio può essere illustrato riproponendo il sistema dei conti come un sistema di equazioni raccogliendo i macroaggregati – le variabili – in un vettore e i coefficienti che definiscono i 4 conti in una matrice, sicché la struttura contabile in esame viene rappresentata nel modo seguente:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ M \\ C \\ I \\ X \\ S \\ R \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

TAB. 1. Schema generale di contabilità nazionale di un'economia aperta

Conti	Equazioni
1. Produzione	$Y + M = C + I + X$
2. Reddito e consumo	$C + S = Y + R$
3. Formazione del capitale	$I = S + B$
4. Transazioni internazionali	$X + R + B = M$

dove

Y = Reddito nazionale o prodotto nazionale

C = Consumi

I = Investimenti

M = Importazioni

X = Esportazioni

S = Risparmio

R = Trasferimenti netti dall'estero

B = Indebitamento netto verso l'estero

Fonte: Vincenzo Siesto, *La Contabilità Nazionale*, Bologna, Il Mulino, 1977, p. 23.

Questo sistema è derivato da un sistema contabile di partita doppia che per costruzione dà luogo ad un sistema di equazioni linearmente dipendenti; ciò può essere rapidamente constatato osservando che l'ultima riga della matrice dei coefficienti è uguale alla somma delle prime tre righe; quindi dal sistema contabile potranno essere derivate non più di tre equazioni linearmente indipendenti. Inoltre, in un sistema di equazioni disegnato per rappresentare un modello economico, l'insieme delle variabili – sulla base di una teoria economica e della realtà che con il modello si vuole descrivere – viene distinto in due gruppi; il gruppo delle variabili «esogene», cioè delle variabili determinate all'esterno della realtà che si vuole descrivere, ed il gruppo delle variabili «endogene» i cui livelli saranno determinati in linea con le interazioni espresse dal modello. Si può supporre, allora, che i Trasferimenti netti dall'estero e l'Indebitamento netto verso l'estero siano determinati esogenamente perché, ad esempio, si vuole sostenere che l'insieme delle altre variabili qui considerate si «aggiusta» rispetto a questi due aggregati e non viceversa; si può ancora assumere che anche le Esportazioni e gli Investimenti siano determinati esogenamente; le Esportazioni possono essere assunte come dipendenti dalla domanda mondiale e gli Investimenti come definiti autonomamente da adeguati strumenti di politica economica. Infine si può assumere che anche la variabile C , i consumi aggregati, sia determinata esogenamente quale risultato di specifiche politiche di distribuzione del reddito. Dal sistema ridotto all'insieme di tre equazioni si può, dunque, ottenere la soluzione di un modello derivato da un semplice schema contabile

$$\begin{bmatrix} Y \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C \\ I \\ X \\ R \\ B \end{bmatrix}$$

ovvero

$$\begin{aligned} Y &= C + I - R - B \\ M &= X + R + B \\ S &= I - B \end{aligned}$$

Questo risultato non è certo importante da un punto di vista econometrico ed è chiaramente modesto rispetto all'apparato analitico utilizzato; questo risultato, del resto, è facilmente raggiungibile con semplici manipolazioni delle equazioni della tabella 1. La costruzione del modello basato su questo piccolo gruppo di equazioni contabili è stata qui compiuta per dare risalto a due aspetti del ruolo da queste

svolto nelle analisi quantitative. In primo luogo, si può notare che esse possono dare origine ad un modello. In secondo luogo, nel caso specifico emerge una evidente banalità delle analisi economiche condotte esclusivamente su strutture analitiche fondate su equazioni contabili; a tale proposito ci si può chiedere se è possibile immaginare un modello derivato da quadri contabili capace di offrire spunti intellettualmente più interessanti per l'analisi economica. Questo interrogativo trova una risposta affermativa quando ci si orienta sulle tavole input-output quali schemi contabili di riferimento per la costruzione di modelli economici e modelli econometrici.

Una tavola dell'economia che si ispira a schemi leontieviani si fonda sulla iterazione del conto di equilibrio delle risorse e degli impieghi di unità produttive (raggruppate per motivi di rappresentabilità e vincoli di rilevazione in settori o branche). Dalle tavole dell'economia, per esigenze espositive, vengono qui di seguito isolate tre componenti: i consumi intermedi, la domanda finale e la produzione totale.

Sia V la matrice dei consumi intermedi di ordine $n \times n$ essendo n le branche individuate nel sistema contabile. Tutte le componenti della domanda finale siano riassunte nel vettore y ; y sarà dunque la somma dei vettori dei consumi delle famiglie, degli investimenti, ecc. e del vettore delle importazioni con segno negativo; sia q il vettore delle produzioni totali. Utilizzando il vettore somma, b , di ordine n , le tre suddette componenti possono essere utilizzate per rappresentare in forma compatta i conti di equilibrio degli impieghi e delle risorse nella forma seguente

$$Vb + y = q$$

Considerando la matrice diagonale, $\hat{q}$, che ha sulla diagonale principale gli elementi del vettore q , si può produrre la seguente trasformazione

$$V\hat{q}^{-1} \hat{q} b + y = q$$

dove $V\hat{q}^{-1}$ conduce alla determinazione della matrice A i cui elementi

$$a_{ij} = \frac{v_{ij}}{q_j}$$

sono i coefficienti di spesa che possono corrispondere ai coefficienti tecnici leontieviani. Usando la matrice A , il sistema dei conti settoriali può essere riproposto come

$$Aq + y = q$$

La presenza della matrice A e l'isolamento dei vettori q e y in ciascuno dei quali sono collezionate n variabili (le produzioni totali nel primo e la domanda finale nel secondo) suggeriscono l'uso del sistema per la determinazione di un gruppo di variabili in funzione dell'altro. Se si assumono note le produzioni totali, si determinano le domande finali

$$y = q - Aq$$

Se si assumono note le domande finali, si determinano le produzioni totali

$$q = (I - A)^{-1}y$$

Ed è possibile, come terzo caso, determinare anche un gruppo «misto» di variabili: parte delle y e parte delle q , in numero pari a quello delle equazioni: questo caso non presenta però alcuna peculiarità essendo in parte riconducibile al primo ed in parte al secondo caso.

Il primo problema non riceve molta attenzione in sede di analisi economica; il secondo problema è decisamente più popolare. Quest'ultimo offre la risposta al quesito: a quale livello debbono essere poste le produzioni totali per soddisfare una determinata composizione della domanda finale? Il primo si limita, invece, a definire la domanda finale in termini residuali con una banalità analitica che non può, come si può notare nella letteratura, attirare molto impegno speculativo. Ciò non significa che il problema non possa avere una sua dignità operativa; se si pone l'obiettivo di garantire specifici livelli occupazionali a livello settoriale (livelli che si collegano alle produzioni settoriali) allora il problema della conoscenza della domanda finale da «programmare» assume notevole rilevanza¹.

Gli schemi contabili che consentono le analisi quantitative ispirate al modello IO hanno, ovviamente, una rappresentazione aggregata

¹ Si può qui notare che sulla base di uno schema contabile si possono compiere valutazioni sulla risposta di un sistema economico agli stimoli prodotti da variabili esogene. Si noti che, come in ogni modello economico, il collegamento tra variabili non preclude, in generale, una flessibile articolazione tra grandezze predeterminate e grandezze (endogene) che di conseguenza si aggiustano; è senz'altro vero che un modello basandosi su una teoria economica possa postulare determinanti per ipotesi esterne ai fenomeni considerati (come la domanda mondiale per una piccola economia aperta) ma altre variabili (come il tasso di cambio che può essere posto come vincolo od utilizzato come strumento) possono alternativamente assumere il connotato di determinanti o determinate a seconda dell'esercizio di politica economica proposto. In questo senso, determinare la domanda finale a partire dalle produzioni totali e viceversa sono esperimenti conducibili nell'ambito del modello in esame.

nella quale i riferimenti di branca scompaiono [Siesto 1973]. In questo caso il conto di equilibrio delle risorse e degli impieghi può essere riproposto nella forma

$$Q = CI + Y$$

dove

$$Q = b'q \quad Y = b'y \quad CI = b'Vb$$

Seguendo lo schema che ha condotto alla formulazione leontievia-na, in questo caso si può definire

$$a = \frac{CI}{Q}$$

ed ottenere le relazioni

$$Y = Q - aQ$$

e

$$Q = (1-a)^{-1} Y$$

che esprimono i due schemi di analisi del «modello input-output» costruito sui conti aggregati, dove il parametro a rappresenta il coefficiente leontieviano relativo all'«unico bene», Q , prodotto nell'economia. Queste equazioni, ed in particolare la seconda, non si prestano per la loro semplicità ad analisi approfondite paragonabili a quelle che vengono compiute sui sistemi di equazioni derivate dalla contabilità di branca, ma concettualmente i due sistemi sono equivalenti.

3. Dalle identità di apertura ai modelli econometrici

Sia il modello IO che quello «monosettoriale», sopra delineati, possono essere emendati con equazioni che esprimono il divenire interdipendente della (o delle) produzione(i) totale(i) e di una o più componenti della domanda finale. Questo processo, partendo dall'immagine fotografica espressa dalle equazioni derivate dai quadri contabili, conduce alla formulazione di modelli dinamici. Date le formulazioni analitiche delle componenti dinamiche, le variabili (endogene) esprimeranno allora peculiari traiettorie che consentono di riflettere sulle caratteristiche del modello e, quindi, sulle condizioni necessarie per una rappresentazione «realistica» dell'economia. Non è difficile

attraverso un'analisi comparata, rilevare anche in questo caso la coincidenza concettuale tra la rappresentazione analitica dei modelli aggregati e dei modelli multisettoriali, fatta salva per quest'ultimi la maggiore complessità algebrica degli strumenti necessari per qualificare i connotati delle soluzioni del modello.

La natura di questo processo di arricchimento può essere esemplificata con una delle rappresentazioni formali del modello di crescita di Harrod. In questa sede non si ripercorre la lettura del saggio che è alla base della teoria della crescita [Harrod 1939], ma si fa riferimento alla illustrazione e soprattutto ai commenti fatti da Sen [1970]. Sen dopo aver sintetizzato il modello ed evidenziato le condizioni di steady growth sottolinea la natura dell'instabilità del modello: «If the investors anticipate more than the warranted rate of growth s/C then the actual growth rate of demand will exceed even the high expected growth rate, so that instead of feeling that they expected too much they are likely to feel that they expected too little. Similarly, if they anticipate a growth rate lower than the warranted growth rate, then the actual growth rate will fall short of even the expected growth rate and the investors may decide that they expected too much rather than too little. The market thus seems to give a perverse signal to the investor, and this is the source of Harrod's problem». Egli riconosce che «there are, of course, problems in interpreting a system like this one», suggerisce alcune linee di riflessione sul modello di crescita in esame e conclude affermando che: «In general, it will be fair to say that the Harrod's instability analysis overstresses a local problem near the equilibrium without carrying the story far enough, and extensions of his model with realistic assumptions about the other factors involved tend to soften the blow» rimarcando immediatamente «Harrod's model of instability is undoubtedly incomplete».

Le implicazioni «irrealistiche» che emergono dall'analisi di modelli economici possono, in generale, essere attribuite ad incompletezze e rimosse seguendo due strade. Da un lato, si può cercare di definire forme analitiche più compiacenti per quelle equazioni che risultano essere causa di traiettorie fondamentalmente poco interessanti; quando, ad esempio, si nota che un'equazione alle differenze produce soluzioni esplosive che rappresentano curiosità analitiche con scarso senso economico, si può ricorrere a sfasamenti temporali, che modificando l'ordine dell'equazione, consentono di ristabilire evoluzioni economicamente plausibili, magari provviste di improbabili fremiti ciclici, ma confinate in intervalli economicamente accettabili.

La seconda strada è quella di cercare di completare il modello inserendo quegli elementi che vengono evocati per commentare la non plausibilità dei risultati che si ottengono con una stilizzazione dell'economia giudicata per l'appunto troppo sommaria.

In entrambi i casi si tratta di emendare il modello originario; tuttavia i risultati mantengono i connotati propri della soluzione del problema. Nel primo caso si trovano i contributi più specifici dell'analisi economica; nel secondo, gli arricchimenti possono da un lato rappresentare un opportuno ed anche doveroso completamento della rappresentazione formale di una teoria economica, ma possono anche costituire le trasformazioni ritenute necessarie per fare del modello uno strumento adatto alla descrizione quantitativa della realtà osservabile. Percorrendo la seconda strada e perseguendo quest'ultimo obiettivo si incontrano i modelli econometrici.

I modelli econometrici possono essere ispirati da uno schema teorico ben delimitato come è il caso del modello Klein-Goldberger che ripercorre fedelmente l'insieme delle relazioni tra variabili macroeconomiche suggerite dalla lettura della *General Theory* di J. M. Keynes; ma possono anche essere eclettici nel senso che raccolgono diverse ispirazioni teoriche; caso questo ormai generale della modellistica macroeconometrica [Visco 1987].

4. Teoria economica e modelli multisettoriali

I modelli multisettoriali o input-output sono per loro natura teoricamente eclettici e sono palesemente caratterizzati dalle identità di apertura. Infatti, un modello IO trova la sua base statistica nelle tavole delle immissioni e delle erogazioni come, ad esempio, la Tavola dell'Economia Italiana; l'ispirazione leontieviana di questa base statistica guida con immediatezza verso quelle elaborazioni elementari costituite dal calcolo dei coefficienti di spesa e, quindi, alla produzione della matrice dei coefficienti input-output; i sistemi di equazioni delle quantità e dei prezzi che vengono di conseguenza proposti, sia che si considerino distintamente o congiuntamente, non si discostano nella sostanza dal quadro statistico che ne costituisce la base. Quando da questo quadro si passa alla costruzione del modello econometrico emerge con chiarezza la condanna all'eclettismo teorico che caratterizza i modelli IO. Questa può essere meglio compresa passando per contrasto attraverso l'esempio del più semplice modello keynesiano di determinazione del reddito.

Il modello keynesiano di determinazione del reddito viene proposto nella sua forma più elementare assumendo le condizioni di equilibrio che si esprimono mediante l'uguaglianza tra risparmio e investimenti e la conseguente uguaglianza tra domanda e offerta aggregate. Queste assunzioni hanno il riscontro contabile nella relazione che è alla base del conto delle risorse e degli impieghi

$$Y = C + I$$

dove Y è il reddito, C sono i consumi e I sono gli investimenti. Successivamente si considera che le variabili dell'equazione contabile assumono valori determinati dai livelli su cui si attestano altre variabili; in particolare si ricorda che i consumi, secondo i suggerimenti di Keynes, sono determinati dal reddito; allora si propone

$$C = f(Y)$$

e nasce così il modello che spiega simultaneamente la formazione del reddito ed il livello dei consumi per un dato volume di investimenti (autonomi). Questo sviluppo si realizza nell'ambito della teoria keynesiana e può espandersi come nel già citato modello di Klein-Goldberger. Può poi accadere che si giudichi opportuno inserire una curva di Phillips per la spiegazione della dinamica dei salari nominali con la conseguente incrinatura dell'ortodossia keynesiana e la comparsa, perciò, di eclettismo teorico.

Nei modelli IO, confinando l'attenzione per esigenze espositive all'equazione delle quantità, dalla relazione di apertura

$$q = Aq + y$$

riconoscendo alle produzioni totali il connotato di variabili endogene, si può giungere alla «forma ridotta»

$$q = (I - A)^{-1} y$$

ma ancor prima di riconoscerla come il modello che spiega simultaneamente gli elementi del vettore q , nella «costruzione del modello econometrico» si deve dare spazio a spiegazioni quantitative di almeno qualche componente che concorre alla determinazione degli elementi del vettore y . Così come nel modello keynesiano di determinazione del reddito si introduce la funzione del consumo, nel modello IO si deve valutare quali componenti che confluiscono nel vettore y debbono e possono essere interpretate con funzioni suggerite dalla teoria delle interdipendenze settoriali. La teoria che ha ispirato il quadro contabile di riferimento abbandona a questo punto il costruttore del modello econometrico ed egli non potrà fare altro che convivere con la condanna all'eclettismo teorico. Infatti non esiste una teoria «input-output» dei consumi settoriali delle famiglie, dei salari, dei profitti, e quant'altro si può incontrare nell'arricchimento della complessità di un modello IO; ma anche quando si presume l'esistenza di qualche indicazione teorica non è detto che sia necessariamente un sostegno positivo per l'analisi quantitativa. È questo il caso della matrice dei fabbisogni di capitale sulla cui base è stata aperta la porta alla dinamicizzazione del modello input-output ed è stato troppo ra-

pidamente rimosso il problema della teoria degli investimenti. Se in assenza di indicazioni teoriche associate a quelle fondamentali del modello input-output si può considerare libera la scelta degli schemi teorici per la costruzione di un modello econometrico multisettoriale, problemi di ortodossia nascono quando, appunto, sono presenti indicazioni teoriche come quelle sugli investimenti, indicazioni tanto improponibili sul piano operativo quanto esaltanti una produzione scientifica che sorprende per volume e continuità. Si può allora comprendere come accanto a quella di eclettismo teorico, i costruttori di modelli econometrici multisettoriali debbano mettere in conto la più seria condanna di eresia. Infatti è inevitabile lo iato tra la teoria degli investimenti frequentata dagli analisti (di stretta osservanza leontieviniana) del modello input-output e le teorie economiche che sono in grado di orientare il costruttore del modello quantitativo: il problema dell'instabilità duale nel quale può concentrarsi l'impegno di un analista economico non desta alcun interesse nel costruttore del modello econometrico che osserva una realtà che non ha mai dato segno di soffrirne.

5. Grandezze economiche aggregate e settoriali nei modelli IO

L'arricchimento econometrico di uno schema IO può essere perseguito a livello di grandi aggregati economici ed a livello di grandezze settoriali. Il collegamento tra le variabili spiegate da equazioni econometriche e l'identità di apertura costituisce un elemento qualificante la tipologia del modello multisettoriale.

Schematicamente, è possibile immaginare due tipi di collegamento. Per illustrare il primo tipo si supponga di voler calcolare la «forma ridotta» descritta nel paragrafo precedente; si assuma, inoltre, per semplicità che esista un'unica componente della domanda finale e quindi le altre variabili del modello siano riassunte nelle componenti del vettore y . Se l'equazione econometrica che si associa allo schema IO è preposta alla spiegazione dell'aggregato domanda finale, si pone il problema della sua traduzione in domande settoriali. Una procedura molto spesso seguita si basa sul trasferimento alle singole componenti settoriali della dinamica dell'aggregato. Essa si sintetizza nelle seguenti fasi:

- a) il vettore della domanda finale viene trasformato in quote del totale del vettore y ; sia questo totale $\bar{y}$;
- b) il modello econometrico della domanda finale predice un dato livello aggregato della stessa ovvero del totale $\bar{y}$; sia $\hat{y}$ il valore predetto;
- c) questo livello di domanda finale è allora ripartito nel vettore y secondo le quote suddette;

d) il vettore di domanda finale così «stimato» è utilizzato per calcolare il vettore q .

Se si definisce con α il rapporto tra $\hat{y}$ e $\bar{y}$, il vettore della domanda finale associato a $\hat{y}$ sarà uguale a αy ed il vettore delle produzioni totali che scaturisce dalla forma ridotta sarà αq . In altri termini, si ha che l'estensione di una variazione della domanda finale aggregata a tutte le sue componenti settoriali si risolve in una medesima variazione di ogni produzione totale settoriale. La banalità di questo risultato può essere nascosta ma non rimossa se le componenti della domanda finale sono considerate distintamente. In questo caso se si hanno variazioni diverse per ogni aggregato o anche per un solo aggregato, sarà possibile percepire riflessi settoriali differenti sui livelli delle produzioni settoriali. Se i risultati non ostentano la banalità del caso precedente, rimane, sul piano operativo, il peso della semplicità della procedura. Infatti, per qualunque disaggregazione della domanda finale nelle sue componenti statisticamente osservate e per qualunque ventaglio di variazioni dei corrispettivi aggregati, la struttura dei vettori di ogni singola componente è assunta costante, e quindi non è possibile tener conto degli effetti di quelle modifiche strutturali che un modello multisettoriale dovrebbe evidenziare (non solamente per il vettore delle produzioni totali).

La procedura ora descritta viene seguita quale strada obbligata quando dapprima si costruisce un modello econometrico aggregato e successivamente si cerca di dare evidenza dei riflessi settoriali che possono accompagnare le variazioni dei macroaggregati. In questo caso il modello IO emerge come superfetazione del modello macroeconomico e sebbene sul piano analitico sia possibile affermare che i risultati settoriali così ricostruiti siano provvisti di un loro specifico interesse, solo l'esperienza può dissuadere il costruttore del modello dal seguire questo processo di settorializzazione delle previsioni macroeconomiche.

Il secondo tipo di collegamento tra le equazioni econometriche e l'identità contabile di apertura segue un percorso fondamentalmente opposto: le grandezze aggregate sono ottenute dalla somma delle grandezze settoriali. Ad esempio, equazioni settoriali delle esportazioni producono i valori settoriali delle esportazioni e le esportazioni totali sono ottenute dalla somma delle prime; nel caso precedente, invece, a partire dalle esportazioni totali mediante una ripartizione per quote si producono le esportazioni settoriali. In sintesi, mentre nel primo caso a partire da un modello macroeconomico si ricostruiscono le informazioni settoriali per suddivisione degli aggregati macroeconomici, nel secondo caso quest'ultimi vengono prodotti per somma delle informazioni settoriali.

Nel primo caso il modello IO è totalmente guidato da un modello macroeconomico mentre nel secondo caso è guidato da un insieme di

equazioni econometriche preposte alla spiegazione di singole componenti settoriali. Se i modelli IO sono indicati come strumenti di analisi delle modifiche strutturali, quando si articolano con analisi econometriche essi preservano questa caratteristica solo nel secondo caso, cioè quando l'analisi econometrica è diretta non tanto sull'aggregato quanto sulla sua struttura.

6. L'equazione leontieviana residuale

Un ampio uso di equazioni preposte alla spiegazione di grandezze settoriali – uso diretto a tenere in adeguata considerazione le disaggregazioni proprie di una tavola dell'economia – introduce inevitabilmente interazioni non considerate dal tradizionale schema leontieviano; queste interazioni corrono tra variabili del sistema dei prezzi e del sistema delle quantità ed all'interno dei due sistemi rispettivamente tra prezzi e valore aggiunto e tra domanda finale e produzione totale. L'avvento di queste interazioni non può che essere accolto favorevolmente dato che esse esprimono l'effetto dell'eclettismo teorico (teorie che postulano collegamenti tra variabili non considerati rilevanti in ambito leontieviano) congiunto allo sforzo di rendere realistico il modello multisettoriale. Questo sforzo è sollecitato, ad esempio, dal desiderio di poter dare una risposta al quesito: quali effetti (settoriali) sortono i prezzi (settoriali) e le produzioni totali (settoriali) sulle importazioni (settoriali)? Un desiderio che viene generato, ovviamente, dal supporre che le importazioni dipendono dalla competitività di prezzo dei produttori esteri sul mercato interno e dal livello della domanda interna. Se questi collegamenti vengono innestati sulla tradizionale equazione leontieviana, lo schema analitico nel quale essa è usualmente inserita subisce non trascurabili modifiche. Ciò può essere messo in evidenza nel modo seguente limitando l'attenzione al sistema delle quantità ed introducendo semplificazioni analitiche che non compromettono la generalità dello schema.

Data l'equazione leontieviana si consideri il vettore della domanda finale y costituito da k componenti, y_i per $i = 1, 2 \dots K$, tali che $y = \sum y_i$. Si supponga che un gruppo $G \leq K$ di componenti venga spiegato con equazioni del tipo $y_{ij} = g_{ij}(x_1 x_2 \dots x_L)$ dove j è l'indice di branca, i della componente della domanda finale ed $x_1 x_2 \dots x_L$ sono le determinanti di y_{ij} . Le determinanti possono essere contemporanee o ritardate e possono essere diretta espressione delle produzioni totali e di altre componenti della domanda finale. Si assuma l'esistenza di effetti ritardati non superiori ad un periodo e che le $g_{ij}(\cdot)$ siano, per semplicità, funzioni lineari nei parametri e nelle variabili. Se le G componenti della domanda finale vengono organizzate in un singolo vettore f (di ordine $G \times n$) allora il modello multisettoria-

le avrà $G \times n + n$ variabili endogene ed il sistema di equazioni può essere allora espresso in notazione matriciale nella forma

$$\begin{bmatrix} q \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & I_1 & I_2 & I_3 & \dots & I_G \\ C' & & & & & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q \\ f \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ W_1 & W_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q \\ f \end{bmatrix}_{-1} + \begin{bmatrix} y_e \\ z_e \end{bmatrix}$$

dove² è possibile individuare due gruppi di equazioni

$$\begin{aligned} q &= Aq + y_G + y_e \\ f &= Cq + Df + W_1 q_{-1} + W_2 f_{-1} + z_e \end{aligned}$$

Il primo gruppo è l'equazione leontieviana con la domanda finale ($y = y_G + y_e$) distinta nella somma delle componenti endogene e delle componenti esogene; il secondo gruppo è l'insieme delle $G \times n$ equazioni degli elementi delle G componenti endogene della domanda finale, con C , D , W_1 , W_2 sottomatrici che contengono i parametri delle equazioni econometriche con le quali vengono spiegati gli elementi di f . Riordinando a sinistra le variabili endogene, la soluzione del sistema si configura nel modo seguente

$$\begin{bmatrix} q \\ f \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} y_e \\ z_e \end{bmatrix} + H \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ W_1 & W_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q \\ f \end{bmatrix}_{-1}$$

dove

$$H = \left[\begin{array}{c|c} I-A' & -I_1 -I_2 -I_3 \dots -I_G \\ \hline -C' & I_{G \times n} - D \end{array} \right]^{-1}$$

² Le sottomatrici di questo sistema di equazioni sono:

A la matrice dei coefficienti tecnici;

I_i per $i = 1, 2, \dots, G$, matrici identità di ordine n ;

C matrice di ordine $(G \times n) \times n$ dei coefficienti delle produzioni totali nelle equazioni delle componenti (endogene) della domanda finale;

D matrice $(G \times n) \times (G \times n)$ dei coefficienti delle componenti settoriali della domanda finale nelle equazioni delle componenti della domanda finale;

W_1 matrice $(G \times n) \times n$ dei coefficienti delle produzioni totali ritardate nelle equazioni delle componenti della domanda finale;

W_2 matrice $(G \times n) \times (G \times n)$ dei coefficienti delle componenti settoriali della domanda finale ritardate nelle equazioni delle componenti della domanda finale;

z_e vettore $(G \times n)$ degli effetti delle variabili esogene (correnti e/o ritardate) sulle componenti settoriali della domanda finale.

e proponendo la seguente ripartizione in blocchi

$$H = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix}$$

si ha

$$q = H_{11}y_e + H_{12}z_e + H_{12}W_1q_{-1} + H_{12}W_2f_{-1}$$

e questa è definibile come «l'equazione leontieviana residuale». Essa è residuale del processo di endogenizzazione delle G componenti della domanda finale, ed ancora echeggia l'equazione leontieviana per quanto concerne la componente $H_{11}y_e$; ed è, infatti, ancora possibile valutare le «attivazioni» delle produzioni totali settoriali causate da variazioni delle domande finali esogene. Sebbene questa valutazione sia possibile è necessario però rilevare che

$$H_{11} = ((I - A) - (I_1 \ I_2 \ \dots \ I_G) (I - D)^{-1} C)^{-1}$$

e quindi il collegamento tra domanda finale e produzione totale non è più stabilito dai tradizionali coefficienti di attivazione³ e, inoltre, esso perde il carattere che può essere definito di oggettività statistica. Con ciò si intende sottolineare che la costruzione e l'uso di una tavola dell'economia possono e tradizionalmente sono due momenti di ricerca separati: il primo – la costruzione – per sua natura è condotto da istituti che concludono la loro funzione consegnando ad altri ricercatori il frutto del loro lavoro; il secondo – l'uso – è compiuto da ricercatori che se si ispirano ai contributi leontieviani più ortodossi affrontano con certezza il calcolo dei coefficienti di attivazione ed in una evidente situazione di oggettività statistica giungono tutti alle stesse valutazioni quantitative. Se invece i ricercatori innestano analisi econometriche per singole grandezze di una tavola dell'economia, nell'ambito del modello multisettoriale cade ogni possibilità di individuare un qualche riferimento ai coefficienti di attivazione mentre subentrano senza difficoltà i più tradizionali moltiplicatori. Così come scompaiono i coefficienti di attivazione, così perdono d'importanza gli studi sulle proprietà dinamiche del modello leontieviano quando

³ Questa affermazione può forse apparire troppo perentoria dal momento che non è escluso che con adeguate manipolazioni sia possibile imbastire un qualche commento sul concorso delle varie matrici nel calcolo di H_{11} ; un tipo di commento peraltro tanto diffuso negli esercizi analitici che caratterizzano le analisi input-output quanto in generale inutile (se non fuorviante). La perentorietà dell'affermazione è qui voluta dall'Autore nel timore di poter essere causa involontaria di spreco di energie intellettuali.

una pur semplificata versione del settore reale (come quella delineata in questo paragrafo) conduce ad un sistema di equazioni che appare pesantemente determinato dall'arte econometrica del costruttore del modello.

7. Modelli aggregati e modelli multisettoriali: specificità e connessioni

Il collegamento tra i modelli IO e i modelli econometrici è definito anche dal tipo di informazioni statistiche di base che concorrono alla determinazione delle sfere di teoria economica che possono ispirare l'analisi quantitativa. I dati della contabilità economica nazionale possono essere riferiti alle unità produttive o ai settori istituzionali [Siesto 1973]. Le informazioni riconducibili alle unità produttive consentono la costruzione delle tavole delle immissioni e delle erogazioni che costituiscono lo schema informativo di base per la costruzione dei modelli IO. Le informazioni statistiche che fanno esclusivo riferimento ai settori istituzionali si pongono al di fuori (o al margine) dei modelli IO, e rappresentano il dominio specifico dei modelli econometrici aggregati. Quindi, non è possibile distinguere la modellistica macroeconomica in due categorie separate: la modellistica multisettoriale e la modellistica aggregata. I modelli IO non potendo entrare nella sfera della contabilità dei settori istituzionali rimangono comunque tributari di informazioni essenziali per la definizione di rilevanti variabili di scenario come, ad esempio, il reddito disponibile delle famiglie, il tasso di cambio, l'offerta di moneta, il tasso di interesse, e quant'altro possa concorrere alla determinazione delle grandezze settoriali pur non essendo variabili settorialmente specifiche.

I modelli aggregati possono ispezionare i collegamenti tra variabili che si raccordano alle figure istituzionali ma non possono addentrarsi nelle disaggregazioni proprie dei modelli multisettoriali e per alcuni aspetti rimangono decisamente tributari di quest'ultimi se ad esempio diviene rilevante poter valutare gli effetti della modifica di un'accisa sul livello dei prezzi o le conseguenze della svalutazione di una valuta sulle prestazioni del settore manifatturiero.

Se un modello monetario per sua natura può e deve essere costruito su sistemi informativi «distanti» da una tavola dell'economia, modelli aggregati del sistema reale e dei prezzi sono diretti alla spiegazione di variabili che si incontrano anche nei modelli IO; ma la distinzione dei due approcci non è solo questione di livello di aggregazione. Infatti, un modello IO diviene un modello econometrico quando il sistema informativo di base – rappresentato, ad esempio, dalla Tavola dell'Economia Italiana – viene assunto come identità di apertura per la costruzione di equazioni econometriche che si inseri-

scono sulle singole variabili definite dalla disaggregazione originaria e la dinamica degli aggregati viene quindi studiata come somma delle dinamiche settoriali e non viceversa. Il piano di lavoro per la costruzione di un modello provvisto di queste caratteristiche comporta necessariamente un evidente eclettismo dal punto di vista della teoria economica e ciò conferisce ai modelli multisettoriali quelle peculiarità che distinguono i modelli IO moderni [Almon 1982].

Riferimenti bibliografici

- Almon, C. (1982), *Utilizzazione dei modelli input-output per la politica economica*, in «Studi e Informazioni», n. 1, pp. 23-31.
- Haavelmo, T. (1944), *The Probability Approach in Econometrics*, Supplement to *Econometrica*, vol. 12.
- Harrod, R. F. (1939), *An Essay in Dynamic Theory*, in «Economic Journal», vol. 49, pp. 14-33.
- Klein, L. R., Goldberger, A. S. (1955), *An Econometric Model of the United States, 1929-1952*, Amsterdam, North-Holland Pub. Co.
- Koopmans, T. C. (a cura di) (1950), *Statistical Inference in Dynamic Economic Models*, New York, Cowles Commission Monograph, n. 10, Wiley.
- Koopmans, T. C., Rubin, H., Leipnik, R. B. (1950), *Measuring the Equation System of Dynamic Economics*, in Koopmans [1950].
- Mann, H. B., Wald, A. (1943), *On the Statistical Treatment of Linear Stochastic Difference Equations*, in «Econometrica».
- Sen, A. (1970), *Introduction*, in *Growth Economics*, Middlesex, England, Penguin Books Ltd, pp. 9-40.
- Siesto, V. (1973), *Teoria e metodi di contabilità nazionale*, Milano, Ed. Giuffrè.
- Visco, I. (1987), *Analisi quantitativa e guida all'azione di politica economica*, in «Studi e Informazioni», n. 3, pp. 7-27.