

# MODELLI DI MICROSIMULAZIONE DINAMICI E ANALISI DI LUNGO PERIODO DELLE POLITICHE FISCALI\*

Stefano Toso

Dipartimento di Scienze Economiche  
Università degli Studi di Bologna

ottobre 1993

Classificazione JEL: D31, J18.

## **Sintesi**

Questo lavoro effettua una ricognizione nel campo della microsimulazione dinamica per l'analisi delle politiche fiscali al fine di mostrarne le caratteristiche generali, i pregi e i limiti attualmente riscontrabili. Alla luce delle esperienze maturate, in particolare, negli Stati Uniti, in Germania e nel Regno Unito, si evidenziano i principali problemi metodologici e di qualità dei dati che la costruzione di modelli di microsimulazione dinamici pone rispetto a quelli statici. Un sottoinsieme di modelli dinamici, quelli a coorte dinamica, è preso in esame più in dettaglio. Di questi si descrive la struttura, le difficoltà concettuali e i margini di applicazione per l'analisi redistributiva di tipo *life-cycle*.

\* Lavoro presentato alla riunione scientifica della Società Italiana di Economia Pubblica sul tema "Ineguaglianza e redistribuzione", Pavia, 15-16 ottobre 1993. La ricerca si è avvalsa di un contributo finanziario del CNR e del MURST.

## Indice

1. Introduzione .....	1
2. I modelli di microsimulazione dinamici .....	2
3. Disponibilità e qualità dei dati nella costruzione dei modelli dinamici .....	8
4. I modelli a coorte dinamica: limiti e potenzialità .....	12
5. Conclusioni .....	18
Riferimenti bibliografici .....	20

## 1. Introduzione

All'interno della vasta area di studi sulla distribuzione e redistribuzione del reddito, gli ultimi due decenni hanno registrato un'intensa attività di ricerca nel settore delle analisi degli effetti redistributivi delle politiche fiscali mediante modelli di microsimulazione. A tali metodologie, suggerite e sviluppate originariamente negli Stati Uniti da Guy Orcutt a cavallo tra gli anni cinquanta e sessanta, hanno dedicato un cospicuo sforzo sia enti di ricerca pubblici sia istituti privati ed organismi internazionali. Il ricorso ai modelli di microsimulazione e ad informazioni campionarie di tipo cross-section consentono di superare i complessi problemi di aggregazione, presenti nei modelli macroeconomici, e di ovviare all'inadeguatezza delle analisi con dati raggruppati (necessità di fare ipotesi *ad hoc* sulla distribuzione all'interno delle classi di reddito, riordinamento delle unità di analisi nel passaggio dai redditi lordi ai redditi netti, scarsa precisione delle misure della disuguaglianza). Differentemente dagli studi più tradizionali, riferiti al contribuente "rappresentativo" ma in realtà scarsamente riconducibili alla varietà dei casi, quelli basati su microdati consentono infatti di studiare effetti redistributivi e di gettito per un'ampia gamma di tipologie dell'unità di riferimento, di analizzare modificazioni sia marginali sia strutturali del sistema fiscale, di scegliere l'unità impositiva di volta in volta più appropriata, di calcolare in modo più preciso indici di concentrazione del reddito e di benessere.

A fronte di questi aspetti innovativi, numerosi rimangono tuttavia i quesiti di politica sociale che non possono essere adeguatamente affrontati dai modelli di microsimulazione a meno di disporre, accanto a microdati di tipo cross-section, anche di informazioni microeconomiche di carattere longitudinale (*panel data*). In che misura, ad esempio, la povertà è un fenomeno transitorio o permanente? Di quanto si riduce la disuguaglianza dei redditi personali se anziché assumere come unità temporale un ristretto arco di tempo (l'anno) si adotta una prospettiva più lunga (il ciclo vitale)? Le politiche pubbliche di spesa e di prelievo effettuano una redistribuzione interpersonale all'interno di una o più generazioni oppure si limitano a redistribuire risorse nell'arco vitale di ciascun singolo individuo?

La carenza di dati panel disponibili e l'esplorazione di nuovi campi della

modellistica utili nell'analisi di politiche di lungo periodo ha spinto la ricerca verso la simulazione di profili longitudinali di dati. Accanto ad alcuni approcci (creazione di coorti sintetiche, pseudo-coorti, pseudo-panel), che tuttavia non colgono l'enorme grado di variabilità nel tempo delle caratteristiche socio-demografiche ed economiche degli individui, un sentiero recente e ancora in larga parte inesplorato è rappresentato dai modelli di microsimulazione *dinamici*. Questi modelli proiettano nel tempo le informazioni microeconomiche di partenza simulando una serie di eventi sia di ordine demografico (morte, matrimonio, divorzio) sia socio-economiche (istruzione, entrata nel mercato del lavoro, disoccupazione, reddito percepito). Dopo aver modellato le caratteristiche istituzionali del sistema di prelievo e di spesa, essi consentono inoltre di valutare l'impatto del bilancio pubblico sulla distribuzione personale dei redditi. I modelli dinamici sembrano pertanto rappresentare un promettente strumento d'analisi per effettuare analisi redistributive di riforme i cui effetti possono essere più compiutamente valutati solo in una prospettiva temporale sufficientemente lunga (si pensi ad esempio a riforme dei sistemi di sicurezza sociale).

Con questo lavoro si intende effettuare una ricognizione nel campo dei modelli di microsimulazione dinamici, nell'intento di mostrare, oltre alle loro caratteristiche generali, i pregi e i limiti attualmente riscontrabili. Considerata la sostanziale novità del tema (almeno per quanto riguarda la letteratura italiana) si cercherà di evidenziare, alla luce delle esperienze maturate principalmente negli Stati Uniti, Germania e Regno Unito, i principali problemi metodologici e di qualità dei dati che la costruzione di modelli di microsimulazione dinamici pone rispetto a quelli statici. Successivamente si prenderà in esame un sottoinsieme di modelli dinamici, quelli a coorte dinamica. Di essi si descriveranno la struttura, nonché le difficoltà concettuali e le potenzialità per l'analisi applicata.

## **2. I modelli di microsimulazione dinamici**

A differenza della modellistica macroeconometrica, che si occupa delle interrelazioni settoriali e delle grandezze aggregate, i modelli di microsimulazione hanno per oggetto di studio il comportamento di singole unità economiche (famiglie,

individui). Tali microunità sono identificate solitamente sulla base di indagini campionarie di tipo cross-section che ne rilevano le principali caratteristiche socio-demografiche ed economiche, come ad esempio l'età, il sesso, il grado di istruzione dell'individuo, il numero dei componenti la famiglia, la professione e i redditi percepiti, i trasferimenti monetari ricevuti. Per la loro natura, i modelli di microsimulazione sono quindi particolarmente adatti a valutare gli effetti sulla distribuzione personale del reddito delle politiche pubbliche e di loro eventuali riforme. L'impatto redistributivo osservato a livello delle microunità può essere inoltre aggregato in modo da fornire un ordine di grandezza macroeconomico dell'effetto di gettito e di spesa delle manovre di bilancio.

I modelli di microsimulazione possono essere suddivisi in tre principali tipologie, quelli *statici*, quelli *a popolazione dinamica* e quelli *a coorte dinamica*. All'interno di questa tripartizione, i modelli *statici*, sorti agli inizi degli anni sessanta negli Stati Uniti e in seguito proliferati in Europa e in altri paesi di lingua anglosassone (Canada, Australia), sono di gran lunga i più numerosi. Si tratta sostanzialmente di modelli che ricostruiscono sul piano istituzionale il processo di formazione del prelievo fiscale e dei trasferimenti monetari relativi ad ogni soggetto, aggregando poi i risultati a livello di unità decisionale rilevante (la famiglia). In questo modo è possibile valutare, per quantili della popolazione, l'azione redistributiva di benefici e oneri fiscali ed individuare i guadagni e le perdite nette in modo sufficientemente disaggregato<sup>1</sup>.

Questa classe di modelli, ancorchè statici, richiede la predisposizione di procedure di aggiornamento dei microdati originali. Esse si rendono necessarie a causa della non frequente periodicità delle indagini campionarie e dei ritardi con cui vengono resi disponibili i risultati delle indagini stesse. La tecnica di aggiornamento utilizzata, nota anche come procedura di "static aging", implica la riponderazione dei dati campionari. Ciò avviene sia con l'applicazione di parametri di incremento delle variabili monetarie, ricavate normalmente dalla contabilità nazionale, sia con il riproporzionamento delle diverse tipologie individuali o familiari

---

<sup>1</sup>Sui modelli statici cfr. Atkinson, Sutherland (1988), Hellwig (1990), Citro, Hanushek (1991) e Merz (1991). Per quanto riguarda le esperienze italiane si vedano ad esempio Lugaresi (1990), Marenzi, Pozzi (1991) e Bosi, Lugaresi (1992).

al fine di adeguare il campione alle mutate caratteristiche demografiche della popolazione. Una volta effettuato tale aggiustamento, ciascuna microunità rappresenterà una quota della popolazione diversa dalla precedente; la riponderazione del campione, tuttavia, non ne comporta una modifica strutturale poichè ad esempio la distribuzione per età e sesso ed il numero delle unità campionarie rimangono immutate. Le procedure di "static aging" risultano appropriate nel caso si desideri effettuare simulazioni di breve periodo: è ragionevole infatti assumere in tale circostanza che le caratteristiche della popolazione rimangano sostanzialmente invariate. Se al contrario si ritiene che i mutamenti socio-demografici, in una prospettiva temporale più lunga, acquistino una certa rilevanza, diventa opportuno optare per un aggiornamento di tipo diverso, cioè dinamico, del campione. La scelta dell'una o dell'altra procedura rappresenta il vero elemento discriminante che separa i modelli statici da quelli dinamici (cfr. fig 1).

All'interno di questa seconda classe di modelli esiste un'ulteriore distinzione tra quelli a popolazione dinamica e quelli a coorte dinamica. Essa deriva, come si chiarirà tra breve, non tanto da un fatto di caratteristiche tecniche quanto dalle finalità di analisi attribuibili ai primi ed ai secondi. I modelli *a popolazione dinamica* (o dinamici cross-section) utilizzano le medesime indagini campionarie impiegate da quelli statici. Differentemente da questi ultimi, tuttavia, aggiornano di anno in anno le variabili demografiche del campione non attribuendo dei nuovi pesi bensì mediante una tecnica probabilistica, di simulazione dei principali eventi (morte, matrimonio, nascite, divorzio, nuove unioni). Questa procedura è di tipo stocastico in quanto, per ciascuna unità microeconomica, la simulazione dell'evento viene ottenuta applicando il metodo di Monte Carlo alle "caratteristiche di controllo", solitamente espresse in forma probabilistica, degli eventi stessi<sup>2</sup>. Se ad esempio si tratta di simulare il

---

<sup>2</sup>Il termine "caratteristica di controllo" (operating characteristic) viene definito e ben esemplificato da G. Orcutt (1957:118), secondo cui "the *operating characteristics* of any unit are equations, graphs, or tables which either determine outputs or the probabilities of possible outputs by the unit as a function of the previous inputs into the unit. For example, if death in an interval of time is taken as a possible output of a particular individual, then one operating characteristic of this individual might be a relation specifying the probability of its death as a function of its age, sex, race, marital status and occupation" (il corsivo è dell'autore). L'origine del termine "caratteristica di controllo" è chiarita immediatamente dopo: "This usage of the term

Tab. 1 - Modelli di microsimulazione dinamici\*

nome	istituz. (paese)	indag. camp.	tipologia	refer. bibliogr.
DYNASIM2	Urban Institute (USA)	CPS, SER	popolazione dinamica	Orcutt et al. (1976) Wertheimer et al.(1986)
PRISM	Lewin, ICF, Inc. (USA)	CPS, SER	popolazione dinamica	Kennel, Sheils (1986, 1990)
SFB3	Università di Francoforte (GERMANIA)	MZ, IMDAF, EVS	popolazione e coorte dinamica	Hain, Helberger (1986) Geller, Wagner (1986)
DEMOGEN	Statistics Canada (CANADA)		coorte dinamica	Wolfson (1990)
HARDING	NCSEM (AUSTRALIA)	ABS, IDS	coorte dinamica	Harding, (1990, 1992)
PENSIM	Department of Social Security (REGNO UNITO)	FES, SCELI, SRRP	popolazione dinamica	Hancock et al. (1992)
LIFEMOD	London School of Economics (REGNO UNITO)	FES, GHS, LFS	coorte dinamica	Falkingham, Lessof (1991, 1992) Hills, Lessof (1993)

\* Modelli

DYNASIM2 - Dynamic Simulation of Income Model 2

PRISM - Pension and Retirement Income Simulation Model

SFB3 - Sonderforschungsbereich 3:  
'Mikroanalytische Grundlagen der Gesellschaftspolitik'

Istituzioni

NCSEM - National Centre for Social and Economic Modelling

Indagini campionarie

ABS - Australian Bureau of Statistics

CPS - Current Population Survey

EVS - Einkommens und Verbrauchsstichprobe

FES - Family Expenditure Survey

GHS - General Household Survey

IDS - Income Distribution Survey

IMDAF - Integriertes Mikrodatenfile

LFS - Labour Force Survey

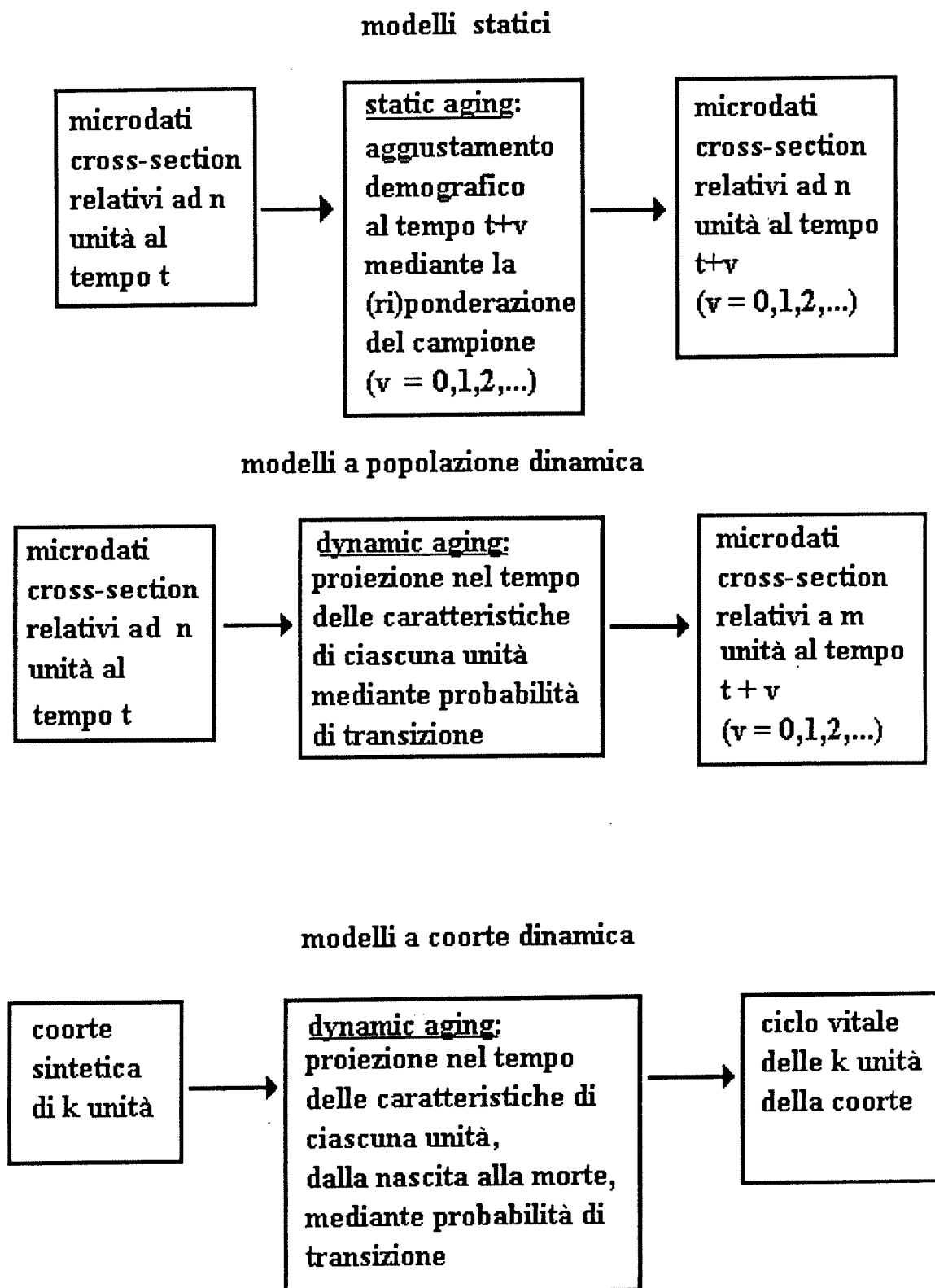
MZ - Mikrozensus

SCELI - Social Change and Economic Life Initiative

SER - Social Security Earnings Records

SRRP - Survey of Retirement and Retirement Plans

Fig. 1 - Modelli di microsimulazione:  
metodi di proiezione nel tempo del campione





matrimonio di un individuo ad una certa età, si attribuisce a quest'ultimo un numero casuale compreso tra zero ed uno, appartenente ad una distribuzione uniforme. Quel numero è quindi posto a confronto con la probabilità (tratta dalle tavole statistiche) di contrarre matrimonio, data l'età e il sesso di quel medesimo individuo. Se la probabilità risulta maggiore del numero casuale, il soggetto si sposerà, in caso contrario rimarrà celibe. Nell'anno successivo, la simulazione viene ripetuta, tenendo evidentemente conto della probabilità di sposarsi con un anno in più di prima (la probabilità sarà pertanto diversa dalla precedente). Se anche in quel periodo l'individuo non si sposa, si passerà all'anno ancora successivo e così via.

Il ricorso ad una serie di *probabilità di transizione*, tratte in genere da fonti statistiche ufficiali, per dar conto dell'evoluzione demografica delle microunità segna una differenza importante rispetto alla procedura di "static aging", ossia di modificare la struttura del campione originario, in primo luogo la sua dimensione. Oltre alla simulazione dei principali eventi demografici, i modelli a popolazione dinamica proiettano nel tempo con la medesima tecnica gran parte delle caratteristiche socio-economiche (istruzione, entrata e permanenza nel mercato del lavoro, livello e tipo di reddito percepito,...). L'attribuzione dei trasferimenti monetari e degli oneri fiscali in capo ad ogni individuo viene invece effettuata con procedure analoghe a quelle impiegate dai modelli statici.

Potendo simulare alcuni decenni di vita di individui appartenenti a più coorti di età, i modelli a popolazione dinamica sono uno strumento idoneo per analisi redistributive di medio e lungo periodo. Il loro impiego diventa tuttavia problematico se ci si prefigge di approfondire specificamente temi di tipo *life-cycle*, ad esempio l'esame della redistribuzione che una determinata riforma dei regimi contributivo e previdenziale comporta per il reddito vitale di una determinata generazione, o la valutazione dell'incidenza della tassazione sul reddito nell'intero arco di vita di quella medesima coorte. Le simulazioni necessarie con un modello dinamico cross-section sarebbero in questo caso inutilmente laboriose poichè, se si esclude quella di interesse (la più giovane), tutte le altre coorti sono superflue e con un ciclo vitale incompleto.

---

"operating characteristic" is similar to that frequently intended when reference is made to the operating characteristics of a condenser, a resistor, a light bulb, a vacuum tube, etc."

Sono queste le motivazioni che stanno alla base della costruzione dei modelli *a coorte dinamica*. Le loro caratteristiche precipue rispetto a quelli a popolazione dinamica sono sostanzialmente due: di simulare i principali eventi socio-demografici ed economici di un'unica generazione anzichè di tutta la popolazione, di compiere tuttavia questo esercizio lungo l'intero arco vitale, dalla nascita alla morte. A tal fine i modelli a coorte dinamica (o dinamico-longitudinali) non utilizzano microdati "veri" di tipo cross-section bensì creano una generazione "sintetica" di individui che viene proiettata nel tempo, dal primo all'ultimo anno di vita, con le modalità di "dynamic aging" viste in precedenza. Il vantaggio, o quantomeno l'obiettivo formidabile, di questi modelli è evidentemente di simulare la biografia completa di ciascun membro di una generazione<sup>3</sup>.

Un elemento che accomuna tutti i modelli dinamici, sia cross-section sia longitudinali, è quello di assumere che gli individui non mutino le loro scelte allocative (in materia di offerta di lavoro, domanda di beni di consumo e di attività finanziarie,...) in risposta a variazioni delle politiche pubbliche. Questa ipotesi risente delle note difficoltà in tema di stima econometrica delle elasticità rilevanti a quantificare l'entità delle reazioni di comportamento (Blundell 1988). Se si considera che anche buona parte dei modelli statici ricorre a quell'assunzione, si coglie più chiaramente che il tratto distintivo che separa questi ultimi da quelli dinamici non è tanto di incorporare o no reazioni di comportamento bensì di non contemplare l'elevato grado di variabilità dei processi socio-demografici e di risolvere il problema dell'aggiornamento periodico del campione con una tecnica, lo "static aging", relativamente meno sofisticata<sup>4</sup>.

La maggiore complessità dei modelli dinamici, anche in termini di raccolta ed

---

<sup>3</sup>In linea di principio un modello a coorte dinamica si presta anche alla simulazione di due o più coorti sufficientemente distanti tra loro e quindi ad analisi di equità intergenerazionale.

<sup>4</sup>Anche per la parte demografica, in realtà, si possono stabilire alcune connessioni tra modelli statici e dinamici: le simulazioni effettuate da un modello dinamico potrebbero ad esempio rappresentare un utile riferimento per la ridefinizione dei pesi attribuiti alle tipologie di unità campionarie in un modello statico. Sul problema della individuazione di una strategia ottimale di aggiornamento, cfr. ad esempio Caldwell (1990).

elaborazione dei dati, giustifica la loro scarsa diffusione. Il numero dei modelli dinamici effettivamente operativi si assottiglia ancor di più se si escludono quelli puramente socio-demografici. A dispetto della ricerca pionieristica avviata da G. Orcutt oltre trent'anni fa con la pubblicazione sulle pagine della *Review of Economics and Statistics* del breve ma stimolante lavoro dal titolo "A new type of socio-economic system", l'impiego nell'analisi applicata dei modelli di microsimulazione dinamici vede infatti la luce solo nella seconda metà degli anni settanta, ben un decennio dopo quello dei modelli statici<sup>5</sup> (cfr. tab.1).

Esempi dei principali modelli di microsimulazione dinamici attualmente esistenti sono la versione aggiornata (DYNASIM2) del modello originario, sviluppato nella prima metà degli anni settanta presso lo Urban Institute (Washington, USA). DYNASIM2 è un modello a popolazione dinamica tuttora ampiamente utilizzato nella costruzione di scenari demografici alternativi di lungo periodo allo scopo di prevedere l'evoluzione dei costi e dei benefici del sistema di sicurezza sociale di volta in volta vigente. Alla prima metà degli anni ottanta risale anche il modello a popolazione dinamica PRISM, costruito inizialmente dalla società di consulenza ICF, Inc. e poi perfezionato presso il Brookings Institute (Washington, USA). Le sue principali applicazioni riguardano l'analisi degli effetti derivanti dalla presenza congiunta di regimi pensionistici pubblici e privati. Da questo modello ne è stato successivamente ricavato un altro (Long-term Care Financing Model), la cui funzione è quella di valutare sistemi alternativi di finanziamento dell'assistenza socio-sanitaria per le fasce anziane della popolazione americana (Rivlin 1990).

In Europa i primi risultati significativi in tema di microsimulazione dinamica sono stati ottenuti in Germania<sup>6</sup>. La creazione di ampi e duraturi progetti di ricerca, a partire dalla metà degli anni settanta, hanno portato alla messa a punto presso

---

<sup>5</sup>Questo dato è almeno in parte sorprendente se rapportato al ruolo e alle potenzialità che Orcutt (1957) assegnava ai processi probabilistici nella modellistica microeconomica, e quindi in sostanza alla simulazione dinamica. Per un quadro retrospettivo e autobiografico della sua intensa attività di ricerca cfr. anche Orcutt (1990).

<sup>6</sup>Barriere linguistiche hanno rallentato negli anni scorsi, e in parte continuano a rallentare, la diffusione delle conoscenze accumulate in quel paese. Utili riferimenti sull'esperienza tedesca sono, ad esempio, Orcutt et al (1986) e Merz (1991).

l'Università di Francoforte di un modello (SFB3) di cui esistono sia una versione a popolazione dinamica sia una a coorte dinamica. Anche in questo caso le applicazioni hanno privilegiato l'analisi sulla distribuzione personale dei redditi di opzioni alternative in tema di riforma della sicurezza sociale.

Più recente è invece il modello a popolazione dinamica PENSIM, costruito per il Department of Social Security inglese, la cui funzione è quella di simulare fino al 2030 la distribuzione del reddito degli individui andati in pensione intorno alla fine degli anni ottanta e di valutare eventuali ipotesi di riforma in tema di previdenza.

Alcuni modelli a coorte dinamica divenuti operativi all'inizio di questo decennio sono, in Canada, DEMOGEN, e, per quanto riguarda l'Australia e il Regno Unito, i modelli HARDING e LIFEMOD, entrambi sviluppati presso la London School of Economics all'interno del progetto di ricerca denominato "Welfare State Programme". HARDING è stato impiegato per studiare il grado di redistribuzione *life-cycle* intra-personale (riguardante cioè il medesimo individuo) e inter-personale (tra individui distinti per sesso e livello di reddito) del sistema di sicurezza sociale e di tassazione diretta vigente in Australia nel 1986. LIFEMOD è stato invece applicato all'analisi degli effetti sulla distribuzione personale del reddito vitale disponibile indotti dalle modifiche introdotte nel sistema fiscale inglese nel 1991 (Falkingham et al. 1993).

### **3. Disponibilità e qualità dei dati nella costruzione dei modelli dinamici**

La costruzione di modelli dinamici di microsimulazione pone una serie di problemi di carattere metodologico solo parzialmente condivisi da quelli statici. Un primo aspetto è relativo alla scelta dell'unità economica più appropriata (individuo, nucleo familiare, famiglia). Rispetto ad uno statico, un modello dinamico ha infatti come obiettivo di cogliere le numerose interazioni che avvengono nel tempo sia tra individui appartenenti a nuclei familiari differenti (matrimonio) sia all'interno di ciascuno di essi (nascite, morte, divorzio). Ciò comporta, rispetto alla famiglia di origine, la creazione periodica di nuove unità di riferimento che, da un lato, si aggiungono alla prima, dall'altro, ne alterano la struttura iniziale. Un aspetto collegato

alla scelta dell'unità economica è quello riguardante la comparabilità dei redditi di nuclei familiari di diversa ampiezza e composizione: la soluzione in genere consiste nel trasformare il reddito familiare in reddito familiare equivalente, e nell'imputare il valore così ottenuto a ciascun individuo del nucleo stesso.

Un secondo problema, del tutto peculiare dei modelli dinamici, è legato al fatto che la maggior parte delle fonti statistiche da cui vengono tratte le probabilità di transizione impiegate nell'aggiornamento del campione riflettono l'effetto combinato e difficilmente separabile di tre componenti, una di *età*, una di *coorte* ed una cosiddetta di *periodo* (Morgan, Duncan 1986). Per effetto di età si intende l'influenza esercitata dal ciclo vitale dell'individuo sul profilo temporale di talune variabili socio-economiche: si pensi ad esempio all'andamento del reddito da lavoro di un soggetto nel suo arco vitale. Tuttavia, anche a parità di altre variabili che influenzano quel profilo (settore produttivo, qualifica professionale, ecc.), la relazione che lega l'età al livello del reddito da lavoro percepito da un individuo non è stabile poichè risente dell'impatto esercitato da altri due fattori temporali: il primo è specifico alla coorte di appartenenza del soggetto stesso e consiste nel fatto che il far parte, ad esempio, di una generazione nata in un periodo di "baby boom" potrebbe contribuire a determinare condizioni di eccesso di offerta sul mercato del lavoro con conseguenti effetti negativi sul livello dell'occupazione e dei redditi da lavoro (effetto di coorte), il secondo invece consiste nell'influenza che un particolare periodo storico (eventi bellici, fasi di sostenuta crescita dell'economia o viceversa di forte recessione) esercita su tutte le generazioni in quel momento viventi (effetto di periodo).

Il problema della presenza congiunta degli effetti di età, di coorte e di periodo nasce in sostanza da un dato molto semplice e di per sè ovvio: innanzitutto che l'età di un soggetto è per definizione uguale all'anno del calendario meno l'anno di nascita, e secondariamente che ciascuno di questi tre elementi esercita un effetto sul comportamento del soggetto stesso. Sebbene non sia agevole separare tra loro i tre effetti, è importante aver presente che la relazione tra una certa variabile e l'età dell'individuo può essere a volte anche fortemente influenzata, sia dall'appartenenza ad una o più coorti particolari, sia dal periodo storico in cui avviene la rilevazione statistica.

Gli effetti congiunti di età, di coorte e di periodo sono causa di distorsioni nel

calcolo delle probabilità di transizione impiegate nei modelli dinamici; ciò può accadere sia quando il calcolo è ricavato da dati cross-section, sia quando è ottenuto da informazioni di tipo longitudinale. Nel caso la fonte sia cross-section, i dati andrebbero infatti depurati degli effetti di periodo (comuni a tutte le classi età) e di coorte (specifici solo di alcune), nel caso la fonte sia longitudinale è invece l'effetto di periodo ad avere un impatto non uniforme sui dati mentre quelli di coorte sono probabilmente di più agevole identificazione. Sebbene si ritenga che una maggiore disponibilità di dati panel ed una loro integrazione con informazioni cross-section possa in futuro facilitare la correzione delle distorsioni, non sembra attualmente possibile fare altro che prendere atto delle notevoli difficoltà di effettuare microsimulazioni dinamiche in modo sufficientemente accurato.

Accanto a questi problemi, l'aspetto decisamente più critico della costruzione dei modelli dinamici è la scarsità dei dati disponibili. La qualità e la quantità di informazioni richieste da questi modelli è considerevole soprattutto perchè, come si è sottolineato in precedenza, il principale ostacolo è quello di stimare la probabilità che in ogni anno di vita di ciascun individuo avvenga una molteplicità di eventi socio-demografici. I dati generalmente disponibili sono dati di stock, indicano cioè il numero di soggetti che si trovano in una particolare condizione, anzichè di flusso. Essi non quantificano cioè coloro che si muovono da uno status all'altro. L'area demografica in cui dati di flusso sono maggiormente disponibili è quella relativa ai matrimoni, alle nascite ed ai decessi che si verificano annualmente. Anche in quest'ambito non mancano peraltro le difficoltà se si considera che l'obiettivo dei modelli dinamici, nel simulare l'eventuale formazione e dissolvimento della famiglia, non è solo di stabilire se un individuo si sposa o no, ma anche a quale età, la probabile durata del matrimonio e quindi la possibilità del divorzio, la probabilità di una nuova unione.

Al difficile reperimento di dati, specie quelli di flusso, si può ovviare con la creazione di misure *ad hoc* delle probabilità di transizione sulla base di dati disponibili in altri paesi, con l'impiego congiunto di informazioni cross-section e longitudinali, oppure ancora mediante il ricorso a tecniche di *statistical matching*.

L'impiego di parametri in linea con quelli impiegati in altri paesi non è molto soddisfacente e limita la capacità previsiva del modello. La combinazione di dati

cross-section e dati panel, dove è possibile, si rivela invece particolarmente utile quando ad esempio, per un dato evento, si riscontra uno scostamento tra la probabilità di transizione rilevata in passato, all'atto della costituzione del panel, e quella disponibile più recentemente, con un'indagine cross-section. Il problema della scarsità e della qualità dei dati dipende anche dal fatto che non esiste normalmente un solo *database* in grado di fornire tutte le informazioni necessarie per la costruzione di un modello dinamico bensì una pluralità di fonti, ciascuna avente per oggetto un campione diverso della popolazione e specializzata nella raccolta di una gamma particolare di variabili. La soluzione ideale al problema sarebbe di introdurre un elemento comune di identificazione delle singole microunità (ad esempio il numero di codice fiscale) che permetta di attribuire loro tutte le informazioni disponibili, indipendentemente dal campione di provenienza. Questa tecnica, denominata "exact match", è tuttavia poco diffusa poichè solleva un problema di riservatezza di dati. Emblematico a questo riguardo è il caso dei modelli DYNASIM2 e PRISM, gli unici che utilizzano come fonte un *match esatto* di dati (l'attribuzione delle variabili in capo al medesimo individuo avviene sulla base del numero di iscrizione al sistema di sicurezza sociale): entrambi gli *Exact-Match Files* preparati dal *Census Bureau* sono piuttosto datati: quello di PRISM è del 1978, quello di DYNASIM risale addirittura al 1973. Non potendo identificare con precisione microunità di campioni diversi, la strada comunemente seguita è di ricorrere al cosiddetto *statistical matching*. Questa procedura comporta l'assunzione di ipotesi statistiche molto forti sulle relazioni che legano le variabili comuni a più di un'indagine con quelle che invece compaiono singolarmente nell'una o nell'altra. Questa tecnica, nonostante un largo impiego, si fonda su basi teoriche piuttosto fragili<sup>7</sup>.

Il problema della scarsità e della qualità dei dati pone indubbiamente limiti severi alla costruzione dei modelli dinamici, paradossalmente tuttavia ne giustifica

---

<sup>7</sup>Cfr. ad esempio Paas (1986) e Cohen (1991). Una possibile strategia per aggirare il problema dello *statistical matching* consiste nel raggruppare i microdati in un numero sufficientemente elevato di celle (così da mantenere una certa disaggregazione pur riducendo le osservazioni iniziali) e nell'assumere poi queste ultime come nuove unità di analisi. Per un'interessante applicazione di questo approccio al tema dell'influenza del mutamento demografico sul livello e gli effetti redistributivi della spesa pubblica divisibile nel Regno Unito, cfr. Propper (1992).

anche l'esistenza. Il principale punto di forza della microsimulazione dinamica sembra risiedere infatti nella grande flessibilità con cui è possibile determinare i parametri impiegati nei modelli stessi. Se ad esempio il tasso di partecipazione femminile al mercato del lavoro appare in rapida e costante crescita, i valori correnti possono essere corrispondentemente modificati. In modo analogo si può intervenire sui tassi di fertilità qualora si ritenga che i dati disponibili trascurino gli effetti di coorte associati ad alcune particolari generazioni, ad esempio quelle nate in una fase di "baby-boom".

#### **4. I modelli a coorte dinamica: limiti e potenzialità**

Un modello a coorte dinamica è così definito poichè, come si è detto nel secondo paragrafo, crea un campione "sintetico" di individui, tutti appartenenti alla medesima generazione, i quali vengono seguiti lungo l'intero ciclo vitale, dalla nascita alla morte. Questa classe di modelli costruisce pertanto una serie di biografie complete in quanto di ogni membro della coorte si esaminano i principali eventi socio-demografici ed economici. La proiezione nel tempo delle caratteristiche di ciascuna unità avviene mediante una procedura di "dynamic aging" che consiste nell'applicare un processo di selezione Monte Carlo alle probabilità di transizione da un evento all'altro (queste ultime sono ricavate solitamente da fonti statistiche ufficiali o da indagini campionarie). Sebbene sia contemplata la possibilità di nuove nascite, l'unità d'analisi di cui si costruisce il ciclo vitale è l'individuo della coorte, non il nucleo familiare. La dimensione del campione varia perciò nel tempo solo per il decesso dei suoi componenti.

La struttura tipica di un modello a coorte dinamica è una struttura modulare con cui si simulano, in ogni anno di vita di ciascun individuo, i "passaggi" più significativi per quanto concerne l'istruzione, lo stato civile, l'eventuale maternità/paternità (moduli socio-demografici), e la condizione professionale, il livello del reddito e l'onere fiscale al netto dei trasferimenti monetari (moduli economici). Con un modello di questo genere si intende in sostanza registrare l'elevato grado di variabilità delle caratteristiche individuali nel ciclo vitale. Come rimarca A. Harding (1992:10), "by the time one of the individuals in the model 'dies',



an enormous amount is known about their lives. For example, in each year of life we know whether they were studying and at what type of institution, their marital status and the age and number of any children, their labour force status and their earnings, their receipt of other private income or cash transfers and the amount of income tax they paid". Visto l'ambizioso obiettivo che si persegue, è opportuno, prima di considerare i singoli moduli, evidenziare alcune difficoltà concettuali che si incontrano in fase di costruzione.

Una prima importante precisazione riguarda l'ipotesi di *steady state* che caratterizza i modelli a coorte dinamica, ossia il fatto che tutte le probabilità di transizione impiegate nelle simulazioni sono calcolate rispetto ad un anno base, che coincide con l'anno di "nascita" della coorte. Ciò implica che ogni individuo vivrà in un mondo che rimarrà esattamente uguale a quello che lo aveva accolto: la generazione di LIFEMOD ad esempio, composta di 4000 individui nati nel 1985, si comporterà a vent'anni come facevano i ventenni del 1985, a cinquanta come i cinquantenni del 1985 e così via. L'ipotesi di *steady state* rende pertanto il modello dipendente da effetti combinati di età, di coorte e di periodo<sup>8</sup>.

In altre parole, un modello a coorte dinamica non cerca di simulare il ciclo vitale di una generazione nata in un anno specifico ma, piuttosto, di prevedere cosa accadrebbe alla coorte stessa *se vivesse in un mondo in cui le principali caratteristiche socio-demografiche ed economiche degli individui rimanessero quelle dell'anno di nascita*. L'ipotesi di *steady state*, sebbene possa apparire irrealistica, rappresenta il modo metodologicamente più corretto di procedere per valutare gli effetti redistributivi *life-cycle* della politica fiscale vigente. Anche se si disponesse infatti di numerosi dati longitudinali, sarebbe arduo analizzare l'impatto del sistema di prelievo e di spesa sul reddito vitale di una generazione poichè si dovrebbe tener conto dei mutamenti

---

<sup>8</sup>Un esempio della presenza di questi effetti sulla struttura per età del campione di LIFEMOD rispetto alla popolazione vera, vivente in Gran Bretagna nel 1985, è che la prima contiene una proporzione maggiore di anziani. Ciò deriva dal fatto che la generazione teorica è esposta a rischi di morte più bassi di quelli della popolazione effettiva. Un'altra differenza tra il campione e la popolazione vera è nella composizione per sesso: in LIFEMOD la proporzione di donne rispetto agli uomini è più elevata. Questa differenza peraltro non dipende da effetti di coorte o di periodo bensì dal fatto che il rapporto alla nascita in LIFEMOD è di uno a uno mentre quello effettivo è di poco superiore all'unità, a favore degli uomini.

intervenuti nel sistema stesso durante la vita della coorte. L'ipotesi di un mondo di stato stazionario elude il problema e implica l'invarianza della politica fiscale rispetto all'anno base. Anche la distribuzione personale del reddito vitale è quindi ipotetica o di *steady state*<sup>9</sup>.

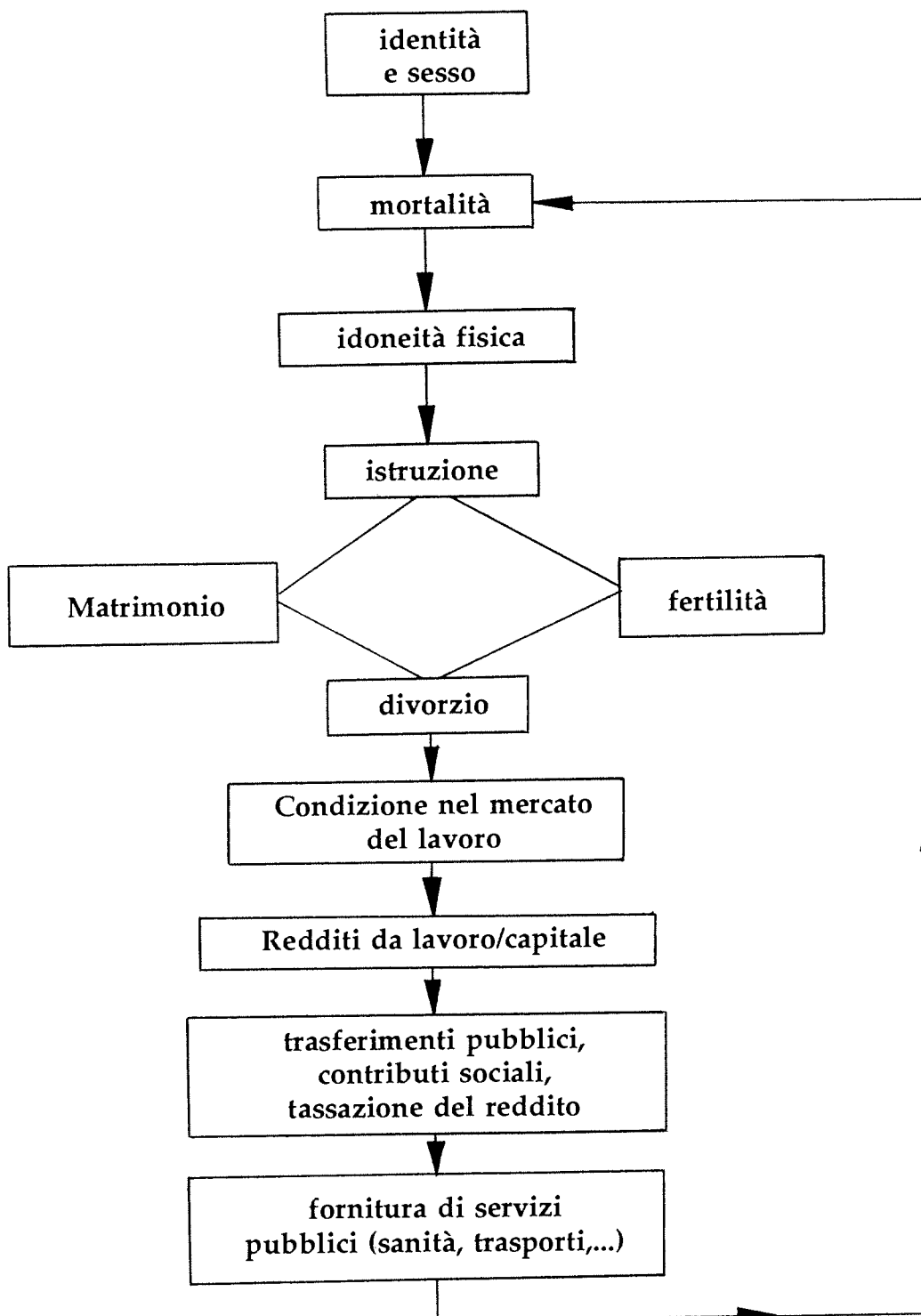
Una seconda caratteristica dei modelli a coorte dinamica consiste nell'assumere il tasso di crescita reale dell'economia e il tasso di interesse a cui scontare i redditi futuri entrambi uguali a zero. Ciò implica che il calcolo del reddito vitale di ciascun membro della coorte è ottenuto sommando semplicemente i redditi percepiti in ogni anno. Questa ipotesi riduce le complicazioni nella costruzione e gestione del modello, in particolare del modulo che ricostruisce sul piano istituzionale il processo di formazione della spesa pubblica divisibile. In caso di incremento reale dei redditi, sarebbe infatti necessario rivedere periodicamente anche le modalità con cui vengono erogati alcuni sussidi poichè altrimenti una quota via via crescente della coorte ne sarebbe esclusa.

Un terzo elemento rilevante nella costruzione di un modello a coorte dinamica riguarda l'ordine di successione dei moduli che ne compongono la struttura generale (cfr. fig. 2). L'ordinamento dei moduli è cruciale per stabilire la direzione di *causalità* tra i diversi eventi. Il processo di simulazione implica infatti che in ogni anno di vita ( $t$ ) l'individuo passi attraverso ciascun modulo ( $m$ ), da quello della mortalità in poi, prima di procedere a quello successivo ( $t+1$ ). Pertanto, nell'anno  $t$ , le caratteristiche da cui dipende un evento simulato nel modulo  $m$  potranno essere funzione di tutte gli eventi accaduti nell'anno ( $t-1$ ) e di quelli verificatisi nei moduli precedenti  $m-x$  ( $x=1,2,\dots,m-1$ ), in quello stesso anno  $t$ . In termini della fig. 2 ciò significa ad esempio che, poichè il modulo della formazione/dissolvimento della famiglia precede quello relativo alla partecipazione al mercato del lavoro, la condizione professionale di una donna di trent'anni possono dipendere dal fatto di essere sposata con figli oppure nubile, ma non viceversa. Sulla base di queste precisazioni, si possono considerare

---

<sup>9</sup>Il problema di definire il concetto di distribuzione del reddito vitale è richiamato in termini molto chiari da Atkinson et al. (1992:28-29). Essi attribuiscono a R. Summers, autore negli anni cinquanta di una delle prime analisi empiriche sulla disuguaglianza dei redditi nel lungo periodo, il merito di distinguere tra una "historical lifetime distribution" e una "latent lifetime distribution".

Fig. 2 - Struttura tipica di un modello di microsimulazione a coorte dinamica.



più in dettaglio i singoli moduli<sup>10</sup>.

Dopo la "nascita" a ciascun membro della coorte è assegnato un numero di identificazione (una sorta di carta d'identità) ed il sesso, che rimangono fissi per tutta la vita<sup>11</sup>. La vita dell'individuo viene poi proiettata, di anno in anno, attraverso ciascun modulo, a partire da quello relativo alla *mortalità*. La probabilità di morte è funzione dell'età, del sesso e in alcuni casi anche dello stato civile (SFB3 e DEMOGEN) o del grado di istruzione (HARDING). Il processo di simulazione è il seguente: un numero casuale compreso tra zero ed uno, appartenente ad una distribuzione uniforme, è attribuito a ciascuna persona. Se il numero è inferiore alla sua probabilità di morte, data l'età, il sesso e le altre eventuali caratteristiche, la persona muore e scompare dalla coorte; se invece è maggiore vivrà di certo almeno un altro anno e il processo di simulazione prosegue lungo i moduli successivi<sup>12</sup>.

Il modulo dell'*istruzione* è diviso in diversi stadi (scuola dell'obbligo, superiore e università) ed è prevista la possibilità per ognuno, di anno in anno, di trasferirsi dal settore pubblico a quello privato o viceversa<sup>13</sup>. Lo stadio più semplice da simulare è quello della scuola dell'obbligo poichè si assume che la partecipazione sia universale e che quindi non vi siano abbandoni. Più problematica è l'istruzione superiore e universitaria. La probabilità di proseguire negli studi è solitamente funzione dell'età, del sesso e della classe sociale di provenienza.

Il grado di istruzione conseguito è una delle caratteristiche impiegate nella simulazione dei moduli successivi, relativi alla formazione e al dissolvimento della famiglia. Per essi è disponibile un'ampia fonte di dati, sia di stock sia di flusso. Ciononostante risultano tra i più complessi da modellare e costringono a fare drastiche assunzioni. Il dilemma fondamentale, nella costruzione del modulo

---

<sup>10</sup>Per un esame puntuale della struttura comparata dei modelli SFB3, HARDING e DEMOGEN, cfr. Harding (1990).

<sup>11</sup>HARDING e LIFEMOD assegnano anche la classe sociale di provenienza. Questa caratteristica influenzerà il tipo ed il numero di anni trascorsi nello studio.

<sup>12</sup>Il modulo della mortalità prevede un'età massima oltre la quale non è possibile andare, in LIFEMOD ad esempio è di 95 anni.

<sup>13</sup>Fa eccezione DEMOGEN che simula una volta per tutte, alla nascita, il titolo di studio che sarà conseguito.

*matrimonio* è se convenga che ogni individuo "scelga" il partner al di fuori della coorte o se sia preferibile che le unioni avvengano all'interno. Nel caso si segua la seconda via (SFB3, HARDING, LIFEMOD), sorgono altri due problemi. Il primo è il seguente: poichè le fonti statistiche mostrano che la probabilità di sposarsi è differente per gli uomini e per le donne a parità di età, il modello selezionerebbe ogni anno più persone di un sesso che dell'altro. La cosa sarebbe trascurabile se il campione fosse composto di soggetti di età diverse ma così non è in quanto i membri della coorte sono coetanei tra loro. La soluzione consiste in genere nel fare una media tra le due probabilità (HARDING, LIFEMOD) oppure nel sceglierne una e applicarla a entrambi i sessi (SFB3). Il secondo problema riguarda invece l'individuazione delle caratteristiche sulla base delle quali simulare il matrimonio. La probabilità dipende in genere dall'età, dal sesso e dal livello di istruzione. Un ulteriore aspetto critico della costruzione di questo modulo è il tema delle unioni di fatto<sup>14</sup>. Una volta contratto il matrimonio, ogni individuo è soggetto alla probabilità del *divorzio*. Essa dipende dall'età e dal sesso (HARDING, LIFEMOD) o dalla durata del matrimonio (SFB3). All'atto del divorzio si assume che i figli minorenni siano assegnati alla madre (DEMOGEN attribuisce invece una probabilità a entrambi i genitori).

Nel modulo della *fertilità*, la probabilità del concepimento è funzione dell'età, dello stato civile e, per le donne sposate, anche del numero dei figli. Un aspetto degno di nota di questo modulo è che i nuovi nati vengono solo marginalmente seguiti dal processo di simulazione se non per individuare l'età in cui lasciano la famiglia d'origine.

Dopo il completamento dei moduli sociodemografici, la struttura del modello ne prevede altri di carattere economico, relativi alla condizione professionale, al reddito percepito e all'azione redistributiva del bilancio pubblico. La simulazione di questo secondo blocco di moduli dipende in modo cruciale dall'evoluzione demografica del primo. Basti pensare all'influenza che il grado di istruzione, lo stato civile e il numero dei figli a carico esercitano sulla condizione professionale della persona, sul livello del reddito e dei trasferimenti monetari, sull'ammontare delle imposte pagate. Una donna nubile, ad esempio, è probabile che nutra aspettative e

---

<sup>14</sup>La rilevanza del fenomeno nei paesi anglosassoni ha indotto a "gonfiare" le probabilità di unioni legali (HARDING, LIFEMOD).

accumuli esperienze professionali ben diverse da quelle di una donna di uguale età ed istruzione ma coniugata con figli, e che sia differente anche nella veste di contribuente.

Il modulo riguardante la *condizione professionale* si applica ad ogni individuo che, abbandonati o finiti gli studi, entri nel mercato del lavoro. Il modo in cui lo status professionale è disegnato differisce da modello a modello, normalmente tuttavia la probabilità di entrare e rimanere sul mercato del lavoro dipende da caratteristiche quali l'età, il sesso, lo stato civile, l'istruzione, la condizione professionale dell'anno precedente, il numero e l'età dei figli a carico. È prevista la possibilità di distinguere se si lavora a tempo pieno o a tempo parziale, la qualifica professionale (lavoro dipendente o autonomo), il settore d'attività, nonché la probabilità di anno in anno di rimanere disoccupato.

Il modulo successivo attribuisce ad ognuno un livello annuale di *reddito*, in genere sulla base del numero delle ore lavorate e di un insieme di caratteristiche come l'età, il sesso, il grado di istruzione, il livello di reddito dell'anno precedente. Oltre al reddito da lavoro, i modelli esistenti prevedono anche (seppure con minore dettaglio) l'attribuzione di redditi da capitale.

Una volta note le principali caratteristiche demografiche ed economiche, il modulo *fiscale* simula l'impatto redistributivo di alcune componenti di spesa e di prelievo sui redditi personali vitali della coorte. L'esame dell'effetto redistributivo è limitato alle principali forme di trasferimento monetario (pensioni, sussidi di disoccupazione, assegni familiari) e alla tassazione del reddito.

Come si è osservato in precedenza, questa parte del modello è concepita in modo diverso dalle precedenti poichè l'imputazione individuale di oneri fiscali e trasferimenti avviene con la medesima procedura impiegata nei modelli statici. Rispetto alla simulazione di un modello statico esistono peraltro differenze di rilievo, in primo luogo il campione utilizzato non è reale ma sintetico, in secondo luogo il modulo fiscale può interagire con le caratteristiche demografiche ed economiche di ciascun membro della coorte.

## 5. Conclusioni

La credibilità dei modelli di microsimulazione, è stato di recente osservato, dipende da un numero così elevato di ipotesi e di stime di parametri da renderla "as tempting a target to potential skeptics as a tin rabbit in a shooting gallery" (Caldwell 1990:1). Questo commento, se è riferibile ai modelli statici (impiegati nell'analisi di breve periodo), lo è a maggior ragione a quelli dinamici. A differenza dei primi, questi ultimi si propongono l'ambizioso obiettivo di riprodurre l'enorme grado di variabilità nel tempo delle caratteristiche socio-demografiche ed economiche di un campione della popolazione al fine di compiere analisi redistributive di medio e lungo periodo. I modelli dinamici di microsimulazione tentano in sostanza di supplire al problema della carenza di dati longitudinali (*panel data*) mediante il ricorso a una procedura probabilistica di proiezione nel tempo dei principali eventi della vita dell'individuo (livello di istruzione, creazione del nucleo familiare, maternità/paternità, condizione professionale, livello di reddito percepito, ammontare di imposte pagate). Questa procedura di aggiornamento dinamico costituisce l'elemento discriminante di questa classe di modelli, rispetto a quelli statici, poichè permette di adeguare la struttura originaria del campione all'evoluzione socio-demografica della popolazione.

La ricerca teorica più recente nel campo della microsimulazione dinamica sembra privilegiare una tipologia particolare di modelli, quelli cosiddetti a coorte dinamica. La loro attrattiva deriva dal fatto che essi permettono di simulare la biografia completa di una o più generazioni, dalla nascita alla morte, e quindi rappresentano un utile strumento di valutazione degli effetti redistributivi di tipo *life-cycle* delle politiche fiscali vigenti o di loro eventuali riforme. A fronte delle potenzialità offerte da questa nuova metodologia d'indagine, numerose sono le difficoltà concettuali e le ipotesi semplificatrici che vincolano la costruzione e, conseguentemente, le indicazioni fornite da tali modelli. La condizione di *steady state* (ossia il fatto che tutti i parametri del modello siano calcolati rispetto ad un anno base) implica ad esempio che le probabilità di transizione impiegate nelle simulazioni risultino influenzate da effetti di età, di coorte e di periodo, difficilmente separabili tra loro. L'ordine con il quale viene costruita la struttura modulare del modello risulta

cruciale nel definire la direzione di causalità tra i diversi eventi socio-demografici ed economici. La simulazione dei singoli eventi solleva a sua volta alcuni delicati problemi: si pensi ad esempio all'individuazione delle caratteristiche che rendono più o meno probabile il matrimonio tra due individui della coorte.

La complessità nella costruzione e gestione dei modelli dinamici, anche e soprattutto in relazione alla scarsa disponibilità e qualità dei dati sia di stock sia di flusso, e una certa freddezza manifestata dalla ricerca in ambito accademico (rispetto a quella di enti governativi o istituti di ricerca privati) spiegano in parte la loro scarsa diffusione. Alcuni fattori inducono tuttavia a ritenere imminente una ripresa di interesse: sul piano dell'evidenza empirica, la tendenza in diversi paesi industrializzati nel corso degli anni ottanta al riacutizzarsi delle tensioni distributive (anche in una prospettiva intergenerazionale), sul piano dell'evidenza applicata, la sempre maggiore disponibilità di informazioni microeconomiche di tipo longitudinale e i continui sviluppi della tecnologia in campo informatico.



## Riferimenti bibliografici

- Atkinson A. B., F. Bourguignon e C. Morrison (1992), *Empirical Studies of Earnings Mobility*, Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers.
- e H. Sutherland (eds) (1988), *Tax-Benefit Models*, STICERD Occasional Paper No.10, London School of Economics.
- Blundell R. (1988), "Econometric Issues in Public Sector Economics", in A. Hare (ed), *Surveys in Public Economics*, Oxford: Blackwell.
- Bosi P. e S. Lugaresi (1992), *Bilancio Pubblico e Redistribuzione*, Bologna: Il Mulino.
- Caldwell S. B. (1990), "Static, Dynamic and Mixed Microsimulation: Choosing Optimal Strategies", mimeo, Department of Sociology, Cornell University.
- Citro C. e E. A. Hanushek (eds) (1991), *Improving Information for Social Policy Decisions: The uses of Microsimulation Modeling, voll. I e II*, National Research Council, Washington D.C.: National Academy Press.
- Cohen M. L. (1991), "Statistical matching and microsimulation models", in C. Citro e E. A. Hanushek (eds), *Improving Information for Social Policy Decisions: The Uses of Microsimulation Modeling, vol. II, Technical Papers*, National Research Council, Washington D.C.: National Academy Press.
- Falkingham J., J. Hills e C. Lessof (1993), "William Beveridge versus Robin Hood: Social Security and redistribution over the life-cycle", Welfare State Programme Discussion Paper No.88: London School of Economics.
- Falkingham J. e C. Lessof (1991), "LIFEMOD - The Formative Years", Welfare State Programme Research Note No.24: London School of Economics.
- e --- (1992), "Playing God: The Construction of LIFEMOD, a Dynamic Cohort Microsimulation Model" in R. Hancock e H. Sutherland (eds), *Microsimulation Models for Public Policy Analysis: New Frontiers*, STICERD Occasional Paper No.17: London School of Economics.
- Galler H. P. e G. Wagner (1986), "The microsimulation model of the Sfb3 for the analysis of economic and social policies", in Orcutt et al. (eds).
- Hain W. e C. Helberger (1986), "Longitudinal microsimulation of life income", in Orcutt et al. (eds).
- Hancock R., J. Mallender e S. Pudney (1992), "Constructing a Computer Model for Simulating the Future Distribution of Pensioners' Incomes for Great Britain", in R. Hancock e H. Sutherland (eds), *Microsimulation Models for Public Policy*

*Analysis: New Frontiers*, STICERD Occasional Paper No.17, London School of Economics.

Harding A. (1990), "Dynamic Microsimulation Models: Problems and Prospects", Welfare State Programme Discussion paper No.48, London School of Economics.

--- (1992), "Income Distribution and Redistribution across the Lifecycle: Evidence from Australia", Welfare State Programme Discussion Paper No. 70, London School of Economics.

Hellwig O. (1990), "The Overseas Experience with Microsimulation Models", in B. Bradbury (ed), *Tax-Benefit Models and Microsimulation Methods*, SPRC Reports and Proceedings No.87, The University of New South Wales, Australia.

Hills J. e C. Lessof (1993), "Modelling Direct Tax and Social Security over the Lifetime", Welfare State Programme Research Note No.25: London School of Economics.

Kennell D. L. e J. F. Sheils (1986), "The ICF Pension and Retirement Income Simulation Model (PRISM) with the ICF/Brookings Long-Term Care Financing Model". Draft technical documentation, ICF, Inc. Washington, D.C.

--- e --- (1990), PRISM: Dynamic simulation of pension and retirement income, in G. H. Lewis e R. C. Michel (eds), *Microsimulation Techniques for Tax and Transfer Analysis*, Washington, D.C.: The Urban Institute Press.

Lugaresi S. (1990), I modelli di microsimulazione nell'analisi delle riforme fiscali, "Rivista di Diritto Finanziario e Scienza delle Finanze", 2:188-217.

Marenzi A. e F. Pozzi (1991), "L'analisi degli impatti distributivi del prelievo fiscale tramite modelli di microsimulazione", in L. Bernardi (a cura di), *Analisi e Modelli per la gestione della Finanza Pubblica*, Bologna:Il Mulino.

Merz J. (1991), Microsimulation - A survey of principles, developments and applications, "International Journal of Forecasting", 7:77-104.

Morgan J. e G. J. Duncan (1986), "Experience with the panel study of income dynamics", in Orcutt et al. (eds).

Orcutt G. H. (1957), A new Type Of Socio-Economic System, "The Review of Economics and Statistics", 2:116-123.

--- (1990), From Engineering to Microsimulation, "Journal of Economic Behaviour and Organization", 14:5-27.

---, S. Caldwell e R. Wertheimer (1976), *Policy Exploration Through Microanalytic Simulation*, Washington D.C.: Urban Institute.

- , J. Merz e H. Quinke (1986), *Microanalytic Simulation Models to Support Social and Financial Policy*, New York: North-Holland.
- Paas G. (1986), "Statistical match: evaluation of existing procedures and improvements by using additional information", in Orcutt et al. (eds).
- Propper K. (1992), "A Cell Based Approach to Modelling Public Expenditure", in R. Hancock e H. Sutherland (eds), *Microsimulation Models for Public Policy Analysis: New Frontiers*, STICERD Occasional Paper No.17, London School of Economics.
- Rivlin A. M. (1990), "Simulating Policy Alternatives for Long-Term Care", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 14:53-64.
- Wertheimer R., S. R. Zedlewski, J. Anderson e K. Moore (1986), "Dynamim in comparison with other microsimulation models", in Orcutt et al. (eds).
- Wolfson M. (1990), "Income tax/transfer integration - Policy implications and analytical challenges", in J. K. Brunner e H. G. Petersen (eds), *Simulation Models in tax and Transfer Policy*, Frankfurt: Campus.