

MARIO FALIVA

**L'Econometria, i suoi strumenti, i suoi problemi**

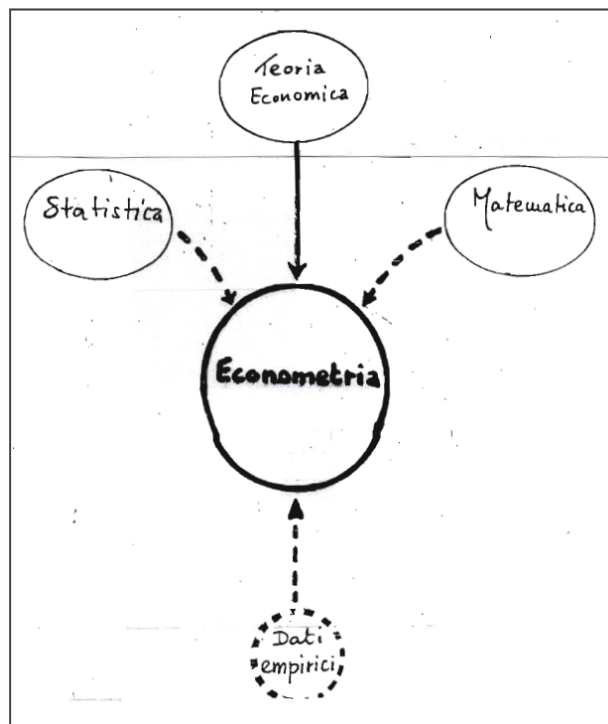
Ottobre 1992 – Brescia, Ciclo Status Quaestionis

Sommario

1. L'Econometria
2. La nozione di modello in Econometria
3. Le equazioni
4. Le variabili
5. Causalità ed interdipendenza
6. I problemi della identificazione e della stima
7. La fase di verifica
8. La fase di utilizzo finale del modello:
  - L'utilizzo a fini descrittivi ed interpretativi
  - L'uso previsionale del modello
  - L'utilizzo per valutazioni di politica economica

## 1. L'Econometria

L'Econometria può essere definita come quella branca delle discipline economiche in cui gli strumenti della teoria economica, della matematica e della statistica sono applicati all'analisi dei fenomeni economici.



L'econometria può essere intesa come quella scienza sociale che si propone di confrontare la teoria economica con i dati storici a disposizione, al fine di sottoporre a verifica e/o suggerire l'esistenza di relazioni ipotetiche fra le variabili cui si riferiscono i dati, precisare la forma di dette relazioni e quantificarne gli elementi. L'econometria viene talora identificata con quello che ne costituisce l'aspetto caratteristico: la *misurazione* delle relazioni economiche.

Questa finalità per essere compiutamente realizzata richiede che l'econometria si avvalga dei postulati della teoria economica - opportunamente formulati in termini matematici espliciti - in congiunzione con le rilevazioni empiriche dei fatti economici, utilizzando come ponte di collegamento un corpo di procedure statistiche *ad hoc*. Gli ingredienti di base dell'econometria possono pertanto essere identificati da una parte nel modello (inteso, come vedremo più dettagliatamente in seguito, come rappresentazione formalizzata della teoria) e dall'altra nei *dati* economici. L'econometria si fonda quindi su strumenti analitici propri della teoria economica, della matematica economica e dell'inferenza statistica ed utilizza i dati empirici come base di informazione. In particolare:

- alla teoria economica spetta di indicare le variabili rilevanti, le associazioni fra le variabili suddette e le principali caratteristiche delle relazioni stesse;
- alla matematica viene richiesto di formulare le proposizioni (postulati e conclusioni) della teoria economica in termini formalmente consistenti e idonei alla successiva analisi econometrica;
- il ruolo della statistica è quello di consentire di attribuire valori numerici, sulla scorta dei dati empirici disponibili, agli elementi ignoti delle relazioni economiche e di fornire criteri atti a valutare l'attendibilità e la coerenza di tali relazioni in rapporto alla realtà osservata;
- i dati, che hanno di norma natura non sperimentale, forniscono il materiale empirico di base mediante il quale viene operata la *quantificazione* delle relazioni.

Per quanto concerne gli scopi, le finalità proprie, dell'econometria, questi possono essere individuati nell'analisi strutturale, nella previsione e nella valutazione delle politiche.

L'*analisi strutturale* ha per specifico oggetto la verifica empirica delle ipotesi economiche. Obiettivo questo che può essere conseguito in quanto l'econometria è in grado di fornire criteri di decisione per accettare, modificare, riformulare, alla luce dei dati empirici, i postulati di una teoria economica e/o la corrispondente

rappresentazione costituita dal modello.

La *previsione* riguarda la valutazione numerica delle manifestazioni «future» dei fenomeni economici allo studio. Tale valutazione è di norma accompagnata da una indicazione relativa al grado di affidabilità poggia su una accurata *misurazione* del fenomeno e su un responso soddisfacente dell'analisi strutturale.

La *valutazione di politiche* consiste nell'utilizzare lo schema concettuale del modello per ottenere stime e valutazioni attendibili delle conseguenze di determinate scelte politiche e/o sulle politiche ottimali.

Per il conseguimento dei suoi scopi specifici l'econometria contempla una gamma di attività che possono essere classificate come segue:

- attività di formulazione matematico-statistica di una teoria economica;
- attività di predisposizione di tecniche inferenziali e computazionali ad hoc per l'analisi ed il trattamento dei dati economici;
- attività volte alla individuazione, alla corretta definizione, alla ricerca, alla raccolta e al trattamento preliminare dei dati empirici rilevanti.

Per concludere questa panoramica sull'econometria e sui suoi contenuti, è opportuno evidenziare come ogni ricerca econometrica comprenda alcuni passi (stadi o fasi di sviluppo) essenziali che possono essere così definiti:

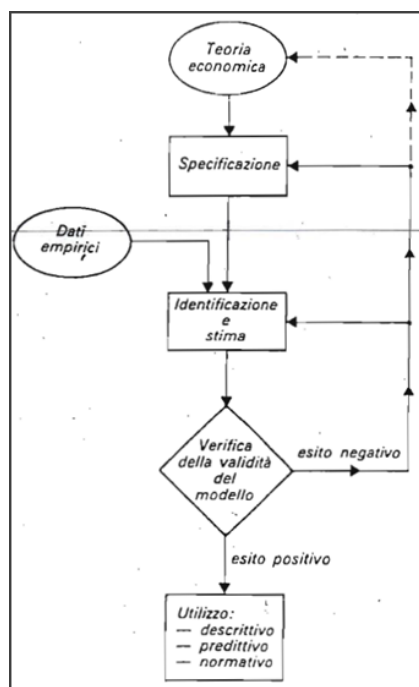


Figura 1

*Specificazione*: consiste nella formalizzazione in termini matematico-statistici dei postulati della teoria economica e delle relative implicazioni. La fase di specificazione è quella in cui la teoria economica viene tradotta in un modello.

*Identificazione e stima*: in questa fase viene trattato il problema della *quantificazione* delle relazioni economiche, vengono applicate le procedure inferenziali più idonee per un efficiente utilizzo dei dati empirici e delle informazioni a priori disponibili.

*Verifica*: questa fase comprende la formulazione e la applicazione di una serie di criteri, che hanno tipicamente la natura di test statistici intesi a valutare la coerenza con i dati disponibili, la capacità predittiva del modello e la idoneità del modello in ambito decisionale. Qualora il modello non superi uno più dei criteri di verifica, si rende automaticamente necessario retrocedere nella sequenza dei passi in cui si sviluppa la ricerca.

*Utilizzo*: questa è la fase conclusiva e logicamente si propone solo quando le precedenti siano state completate.

Nell'utilizzo del modello si possono individuare tre aspetti principali:

- *descrittivo*, corrispondente alle finalità di *analisi strutturale*

dell'econometria;

- *predittivo*, corrispondente alle finalità previsionali dell'econometria;

- *normativo*, corrispondente alle finalità di valutazione di politiche alternative dell'econometria.

Il meccanismo che collega le fasi o passi di una ricerca econometrica può essere visualizzato mediante uno schema a blocchi come quello rappresentato nella figura 1.

## 2. La nozione di modello in Econometria.

Un modello può essere definito come una rappresentazione formale delle idee e/o delle conoscenze relative ad un fenomeno. Il ricorso al termine *rappresentazione* vuol significare che con la costruzione di un modello non ci si propone di realizzare una esatta riproduzione del fenomeno studiato, bensì di offrirne una versione semplificata che ne racchiuda gli aspetti essenziali. In ambito economico un modello si configura tipicamente come un insieme coerente di proposizioni ed ipotesi, matematicamente espresse, che rappresentano il fenomeno economico allo studio (al fine di spiegarlo e/o predirlo e/o controllarlo).

Un modello consiste tipicamente in un insieme di equazioni che legano le variabili rilevanti del fenomeno allo studio. A causa della natura delle interrelazioni che legano fra di loro le variabili economiche, accade frequentemente che le equazioni di un modello incorporino effetti di retro-azione (feedback) da una variabile all'altra, dando luogo alla cosiddetta *simultaneità*.

Caratteristico dell'economia è altresì il fatto che di norma l'effetto di una variabile su una o più altre non sia istantaneo ma si sviluppi (secondo leggi di distribuzione temporale che variano da caso a caso) su un arco di tempo comprendente più periodi (mesi, trimestri, anni). Ciò comporta che di regola i modelli economici avranno carattere dinamico.

I modelli econometrici possono essere qualificati come modelli economici in cui è dominante l'approccio quantitativo, cioè i fattori rilevanti sono misurati, i loro effetti numericamente valutati, le relazioni quantificate, ed il modello è sottoposto al vaglio dell'evidenza empirica.

Va tenuto presente che l'economia, non essendo una scienza esatta, non può che indicare i principali fattori (solo in parte riconducibili a variabili misurabili o comunque osservabili e quantificabili) rilevanti per descrivere il fenomeno allo studio e può parimenti dare indicazioni circa alcune soltanto delle caratteristiche delle relazioni che intercorrono fra questi. La situazione che si verifica più frequentemente è quella dei cosiddetti modelli in forma parametrica. I modelli sono caratterizzati dal fatto che le relazioni fra le variabili, desunte dalla teoria economica, sono specificate a meno di un certo numero di parametri, che possono assumere valori numerici in un certo insieme di definizione. Un modello che sia operativo deve risultare da equilibrata scelta tra le due esigenze, fra loro conflittuali, di aderenza alla realtà (che implica tendenza alla «complessità» e quindi a grandi dimensioni per il modello) e maneggevolezza ed operatività (che comporta l'adozione di adeguati criteri di semplificazione e di corrispondenti livelli di aggregazione). Un modello per essere sufficientemente realistico deve inglobare gli aspetti rilevanti del fenomeno allo studio. Le dimensioni del modello devono d'altro canto essere mantenute entro limiti ragionevoli, per una effettiva operatività, e ciò comporta una serie di sforzi volti ad individuare in particolare il grado di aggregazione più opportuno.

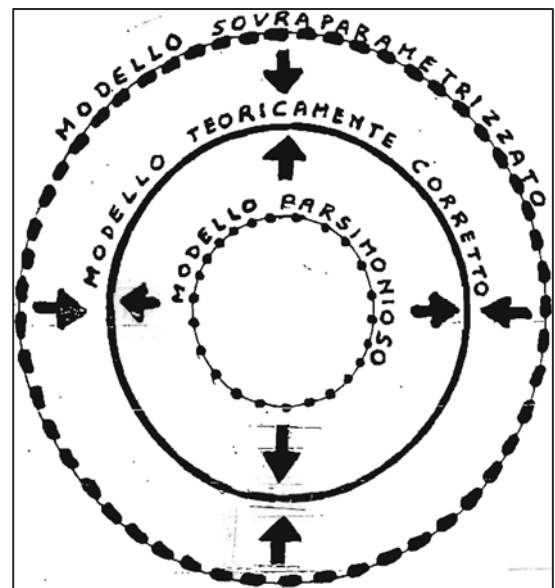


Figura 2

Emerge dalle considerazioni sin qui svolte che ogni modello è inevitabilmente una raffigurazione semplificata di un fenomeno reale. Fra gli elementi che entrano a far parte del modello dovrà conseguentemente trovare posto anche l'incertezza. È con questa argomentazione che si giustifica il fatto che i modelli econometrici hanno carattere statistico. L'incertezza viene di norma incorporata nella specificazione associando alle equazioni dei termini erratici in generale in forma additiva. Le componenti di disturbo che compaiono in un modello hanno funzioni essenzialmente compensative per le discrepanze esistenti fra il modello stesso e la realtà economica allo studio. Tali discrepanze sono essenzialmente riconducibili a quattro principali ordini di motivi:

- l'incompletezza della teoria, che di norma non può andare al di là del suggerire le variabili rilevanti ed i principali caratteri delle relazioni che le legano;
- l'aggregazione più o meno spinta che viene operata per dare al modello dimensioni gestibili;
- il tipo di formulazione data alle ipotesi del modello in fase di specificazione, tenuto conto che una teoria è spesso compatibile con forme funzionali alternative delle equazioni che legano le variabili cruciali;
- la natura talora incerta e le difficoltà connesse alla quantificazione, alla effettiva misurabilità e alla regolare rilevazione dei dati, che caratterizzano molte variabili economiche.

La sintesi di quanto esposto in questo paragrafo è che tipicamente un modello econometrico si presenta

come un sistema di equazioni (frequentemente caratterizzate da relazioni di simultaneità dinamiche, stocastiche), espresse in forma parametrica.

### 3. Le equazioni

Abbiamo visto nel paragrafo precedente che un modello econometrico assume tipicamente la forma di un sistema di equazioni. Ogni equazione rappresenta una relazione fra variabili economiche suggerita dalla teoria. In base alla natura economica, le equazioni di un modello possono essere opportunamente suddivise in:

- a) relazioni di comportamento;
- b) relazioni tecniche;
- c) relazioni istituzionali;
- d) relazioni definitorie (o identità).

Le *equazioni di comportamento* costituiscono il gruppo più importante di relazioni dei modelli econometrici. Esse si fondano sulla teoria economica e intendono rappresentare le reazioni di (gruppi di) agenti economici o unità decisionali a determinati stimoli, rappresentati da mutamenti che si verificano su variabili rilevanti. Tipica equazione di comportamento è quella che si propone di spiegare il livello dei consumi privati.

Le *equazioni tecniche* riguardano sia i vincoli tecnologici sulla produzione che le relazioni fra produzione, fattori produttivi e capacità produttiva.

Le *equazioni istituzionali* rappresentano relazioni che descrivono meccanismi del sistema economico determinati da disposizioni legislative o consuetudinarie.

Le *relazioni definitorie* sono delle equazioni di natura contabile. A titolo di esempio possiamo citare il saldo della bilancia dei pagamenti.

### 4. Le variabili

Di regola le variabili vengono distinte in due grandi categorie:

- a) variabili *endogene*,
- b) variabili *esogene*.

Le variabili *endogene* rappresentano le grandezze che il modello si propone di spiegare. Formalmente si possono considerare le variabili endogene come incognite che il modello deve determinare («spiegare»). Le variabili *esogene*, per converso, sono costituite da quelle grandezze che in un particolare modello possono essere considerate come determinate al di fuori del sistema economico rappresentato dal modello.

Una suddivisione ulteriore, particolarmente rilevante per gli impieghi del modello finalizzati alla valutazione di politiche, è quella che distingue le esogene in variabili controllabili (o politiche, o strumentali, o di decisione) e variabili non-controllabili, e le endogene in variabili obiettivo e non-obiettivo (di complemento del modello, irrilevanti ai fini della politica economica).

### 5. Causalità ed interdipendenza

Le equazioni con cui è formulato un modello econometrico costituiscono un insieme di relazioni che legano ciascuna delle endogene ad altre endogene (esplicative) ed a variabili esogene.

Mentre la relazione fra endogena che si intende spiegare (in una certa equazione) ed esogene che vengono utilizzate per la spiegazione stessa, può essere - almeno di norma - interpretata in termini di cause (le esogene) che producono un effetto (l'endogena), il legame con le altre endogene che figurano come esplicative non ammette generalmente una interpretazione altrettanto immediata.

Una endogena esplicativa può talvolta essere considerata causa dell'endogena spiegata ma non sempre è così: di regola è necessaria una analisi approfondita in quanto le relazioni fra endogene possono coinvolgere fenomeni di retro-azione (o *feedback*, per usare il termine inglese corrente). Per relazione causale, in senso proprio, si intende comunemente una relazione d'ordine fra variabili, caratterizzata da asimmetria. Una

relazione causale è asimmetrica nel senso che è una relazione unidirezionale fra una variabile interpretabile come causa (o stimolo) ed un'altra variabile interpretabile come effetto (o risposta allo stimolo).

Una sequenza di relazioni causa-effetto viene abitualmente indicata col termine di *catena causale*. Le relazioni con retro-azione (*feedback*) sono relazioni bidirezionali nel senso che una o più variabili possono essere guardate come causa, tramite opportuni meccanismi, di altre variabili interpretabili come effetti; queste ultime però a loro volta, tramite altri meccanismi, influiscono sulle variabili originarie di cui divengono così esse stesse cause.

La distinzione fra relazioni di tipo causale e relazioni con retro-azioni sta alla base della classificazione dei modelli econometrici in ricorsivi, ricorsivi a blocchi, interdipendenti.

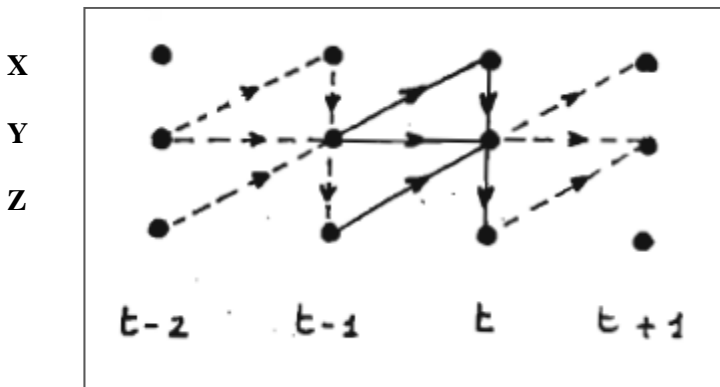
Un modello è detto *ricorsivo* se esiste un ordine delle equazioni e delle variabili tale per cui la generica equazione *i*-esima esprime la variabile endogena *i*-esima come funzione - oltre che delle variabili esogene - delle sole variabili endogene che la precedono nell'ordine, e ciò vale per tutte le equazioni del modello.

Un modello è detto *ricorsivo a blocchi* se le sue equazioni possono essere suddivise in sottoinsiemi (o blocchi) tali che le variabili endogene definite da ciascun sottoinsieme risultino spiegate solo dai gruppi di endogene espresse dai blocchi di equazioni che precedono.

Un modello econometrico è detto *interdipendente* quando le relazioni fra variabili sono caratterizzate dalla presenza di un insieme di legami di retro-azione che precludono le possibilità di formulare il modello come insieme di equazioni dotate di ordinamento causale.

$$\begin{array}{l} 1) \\ 2) \\ 3) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x_t = \alpha y_{t-1} \\ y_t = y_{t-1} + \beta z_{t-1} - \gamma x_t \\ z_t = -\delta y_t \end{array} \right.$$

Modello di tipo ricorsivo

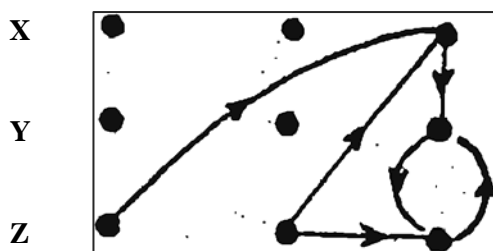


Schema a frecce.

Legenda: X = Offerta, Y = Prezzo, Z = Domanda

$$\begin{array}{l} 1) \\ 2) \\ 3) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x_t = \alpha \cdot (z_{t-1} - z_{t-2}) \\ y_t = x_t + z_t \\ z_t = \beta y_t + \gamma z_{t-1} \end{array} \right.$$

Modello di tipo interdipendente



Schema a frecce.

Legenda: X = Investimento, Y = Reddito, Z = Consumo

## 6. I Problemi di identificazione e della stima

Il termine *struttura* indica la forma che assume un modello quando siano stati assegnati valori numerici specifici a tutti i suoi parametri.

Si può guardare ad un modello come costituito da un insieme di strutture. Ogni struttura sarà, in particolare, univocamente caratterizzata dai valori attribuiti ad un certo insieme di parametri.

Quando il modello sia finalizzato allo studio di un particolare fenomeno economico si deve innanzitutto supporre che il modello comprenda al suo interno la struttura «vera», ovvero che esista nell'ambito del modello una struttura effettivamente in grado di rappresentare correttamente il fenomeno stesso.

Può risultare conveniente, ai fini della successiva analisi dei problemi dell'identificazione e della stima in econometria, immaginare un modello come un insieme  $A$ , costituito da tutte le strutture ammissibili, e supporre che all'interno dell'insieme suddetto esista una struttura  $a$  che rappresenti la struttura «vera».

Il materiale empirico di cui normalmente si dispone è costituito da un insieme di osservazioni su valori assunti dalle variabili endogene ed esogene del modello, in un arco temporale che comprende un certo numero di periodi. Questo corpo di dati economici osservati verrà indicato col termine *campione*. Il campione effettivamente osservato può essere guardato come *uno* dei (potenzialmente infiniti) campioni che avrebbero potuto parimenti manifestarsi (ed essere quindi osservati), sempre con riguardo al fenomeno economico allo studio e all'arco temporale considerato. Si può altresì dare una interpretazione geometrica del campione osservato considerandolo come un elemento  $c$  di un opportuno spazio, che potremo chiamare per semplicità *spazio campionario* costituito dall'insieme  $C$  dei campioni astrattamente concepibili e teoricamente osservabili.

Fatte queste premesse, in virtù delle formulazioni insiemistiche proposte per la definizione dei rapporti intercorrenti fra struttura «vera» e modello e fra campione osservato e spazio campionario, risulta abbastanza agevole delineare il significato della nozione di identificabilità e del problema di stima. In termini generali il problema dell'identificazione può essere formulato come segue:

«il problema dell'identificazione consiste nel valutare la possibilità di pervenire alla univoca individuazione della «vera» struttura del modello, qualora una conoscenza completa delle manifestazioni del fenomeno allo studio possa essere invocata».

Una visualizzazione del problema dell'identificazione può essere ottenuta come indicato in figura 3: il modello è identificabile se, ipotizzando la conoscenza dell'intero spazio campionario  $C$ , risulta possibile individuare esattamente il punto  $a$  (struttura vera), nello spazio delle strutture  $A$ .

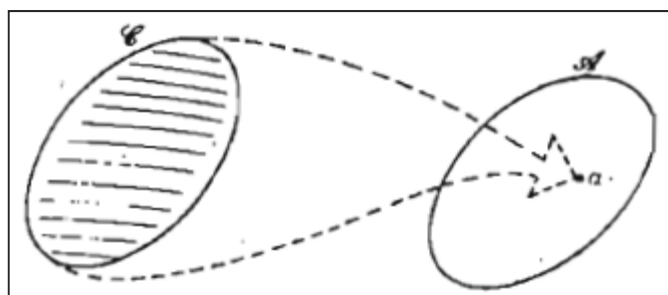


Figura 2

Passiamo ora alle nozioni di base relative alla stima. Il problema della stima puntuale può essere formulato, in termini generali, come il problema volto ad individuare - prendendo a fondamento il materiale del campione effettivamente disponibile - una struttura del modello che sia il più possibile prossima alla ignota struttura «vera».

Per finalità di carattere espositivo può risultare conveniente riferirsi ad una rappresentazione grafica del problema della stima puntuale quale è fornita dalla figura 4: la stima «puntuale» si configura come il problema della valutazione, in base alla conoscenza del solo elemento  $c$  (campione effettivamente osservato) dello spazio campionario  $C$ , di una struttura  $a^*$  nell'insieme delle strutture  $A$  coerenti col modello, che si collochi per quanto possibile in prossimità della struttura «vera»  $a$ .

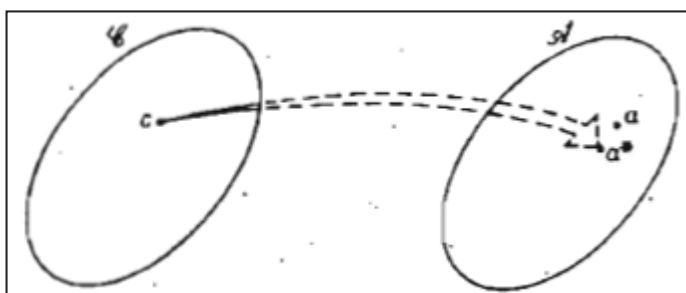


Figura 4. La nozione di stima puntuale

*In che chiave si possono leggere i diversi approcci alla stima? Come ricerca di traiettorie ad hoc da  $c$  verso  $a$ .*

## 7. La fase di verifica

La fase di verifica può essere definita come quella sequenza di operazioni volte a valutare la validità del modello alla luce delle osservazioni disponibili sulle variabili endogene ed esogene.

Operativamente può essere opportuno individuare, all'interno di questa fase di indagine, alcuni momenti tipici che elenchiamo quindi seguito:

- a) verifica della specificazione
- b) verifica della capacità descrittiva;
- c) verifica della conformità alle aspettative teoriche;
- d) verifica della capacità previsionale;
- e) verifica della capacità di valutazione di politiche economiche alternative.

Nel punto a) si valuta, alla luce dei dati empirici disponibili, la attendibilità o meno delle varie ipotesi del modello.

Il punto b) riguarda specificatamente la validità del modello intesa come capacità di riprodurre adeguatamente (cioè con sufficiente precisione) i valori osservati delle variabili endogene.

Il punto c) ha per oggetto la verifica della coerenza dei risultati numerici delle stime con quanto ci si attende a priori in base a considerazioni teoriche (od anche ad esperienze consolidate).

I punti d) ed e) infine costituiscono delle tipiche verifiche *ex-ante* (ossia preventive) volte a valutare - prima che si proceda all'effettivo impiego del modello - se ed in che misura il modello risulti idoneo ad essere utilizzato per fini previsionali e normativi: l'utilizzo effettivo essendo evidentemente subordinato ad un esito favorevole delle verifiche all'oggetto.

## 8. La fase di utilizzo finale del modello

Un modello econometrico, che sia stato specificato correttamente e stimato con tecniche appropriate e che abbia inoltre superato quell'insieme coordinato di verifiche che ne garantiscono la validità, può essere utilmente impiegato per finalità teoriche ed operative che possono riguardare analisi di carattere strutturale, previsioni, valutazioni quali - quantitative di Politiche economiche.



## L'utilizzo ai fini descrittivi ed interpretativi

L'analisi strutturale ha per oggetto una serie di valutazioni concernenti la stima dell'influenza delle variabili incluse nelle varie relazioni del modello, degli effetti diretti ed indiretti delle esogene sulle endogene, dell'importanza dei meccanismi dinamici e di interdipendenza del sistema. L'uso a fini interpretativi del modello è, d'altro canto, normalmente rivolto a fornire un adeguato supporto empirico o a suggerire quali correttivi e/o integrazioni sono da apportare (alla luce dei risultati del modello) ad ipotesi ed enunciati di «teoremi» economici.

## L'uso previsionale del modello

La previsione costituisce spesso l'obiettivo principale (e comunque irrinunciabile) di un modello econometrico.

Per *previsione* si intende la valutazione dei presumibili valori delle endogene al di fuori (tipicamente «al di là») del periodo di osservazione considerato dal campione. Ogni previsione comporta una estensione di fatto del risultato del modello «oltre» l'orizzonte temporale su cui lo stesso ha potuto essere quantificato e convalidato. Le motivazioni principali che vengono normalmente addotte a favore dell'approccio econometrico al problema della previsione sono:

1. un modello econometrico costituisce, ai fini della previsione, una struttura organica di riferimento in cui il ruolo dei fattori rilevanti delle dinamiche e delle interazioni fra le variabili, viene esplicitamente evidenziato;
2. le previsioni econometriche presentano una sostanziale consistenza interna, dovendo risultare globalmente coerenti col complesso di condizionamenti (quali identità, vincoli a-priori, ecc.) derivanti dal modello;
3. i valori che assumono le previsioni sono, per costruzione, esplicitamente condizionati ai valori correnti e passati delle endogene; ai valori storici delle esogene, ai valori attribuiti alle esogene al di fuori del campione, alle valutazioni relative alla futura incidenza dei termini di disturbo e alle stime adottate per i parametri. Risulta pertanto possibile valutare sia l'importanza relativa dei vari elementi condizionanti, sia la sensibilità del risultato finale rispetto agli elementi stessi.

## L'utilizzo per valutazioni di politica economica

Fra gli impieghi finali a cui normalmente è destinato un modello econometrico, un particolare rilievo rivestono le valutazioni di politiche economiche.

Al riguardo si possono individuare due principali ordini di problemi che possono venir validamente trattati mediante un approccio basato su modelli: un primo tipo di problemi riguarda le valutazioni quantitative delle presumibili conseguenze sull'andamento dell'economia di predeterminate manovre di politica economica, il secondo ha per oggetto la determinazione quali - quantitativa delle politiche *ottimali* ai fini del conseguimento di obiettivi prefissati.

Per le valutazioni del primo tipo sul piano tecnico si può procedere alla soluzione del modello rispetto alle endogene «obiettivo», che dovranno risultare espresse in funzione degli «strumenti» di politica economica (oltre che delle variabili non controllabili): risulterà così possibile quantificare le ripercussioni sull'economia - che il modello intende rappresentare - delle decisioni politiche adottate (date certe ipotesi sul comportamento delle variabili non soggette a diretto controllo).

Più articolato si presenta il discorso relativo alla scelta di politiche «ottimali».

Si possono in effetti al riguardo configurare almeno tre procedure alternative, che possiamo così formulare:

- a) approccio diretto strumenti/obiettivi;
- b) approccio della scelta fra alternative possibili sulla base dei risultati di simulazioni di tipo sperimentale;
- c) approccio di ottimizzazione, tramite massimizzazione di una funzione sociale del benessere o minimizzazione di una funzione di perdita, nel rispetto dei vincoli imposti dal modello e dei margini di manovra concessi per gli «strumenti».