

SULL'USO DEI TEST IN ECONOMETRIA

Renzo Orsi¹
(Università di Bologna)

Maggio, 1993
(versione provvisoria)

Si presentano le diverse utilizzazioni dei test in econometria e si considerano le critiche che ad essi vengono rivolte, in particolare con riguardo alle proprietà statistiche di tali procedure. Viene precisato il concetto di replicazione in econometria, cercando di motivare perchè esso non venga utilizzato nei lavori di econometria applicata. Vengono precisate le relazioni esistenti tra la teoria economica e i dati empirici, in considerazione del fatto che la prima non si applica direttamente ai dati ma tra essa ed i secondi si colloca il modello empirico. Al fine di tenere conto della natura non sperimentale dei dati economici viene presentato un approccio alternativo, detto della "riduzione statistica", che in molte situazioni porta ad ottenere un'evidenza empirica più attendibile, ed è quindi più adeguato per riassumere l'informazione contenuta nei dati, fornendo un supporto più affidabile al decisore economico. Cercando di entrare nel merito delle diverse utilizzazioni dei test in econometria si propone di classificarli in procedure di validazione di modelli, che soddisfano i requisiti statistici *standard*, e in procedure dette di "ricerca" della specificazione di un modello, che più che test statistici veri e propri vengono considerate strumenti di scelta facenti parte di un criterio di selezione di modelli, nell'ambito dell'approccio della riduzione statistica.

¹ *Indirizzo per la corrispondenza:* Renzo Orsi, Dipartimento di Scienze Economiche, Strada Maggiore, 45, 40125-Bologna, Fax: 051-230197, Posta elettronica: T73BOS21.@.ICINECA.

Sull'uso dei test in econometria

Renzo Orsi

(versione provvisoria, maggio 1993)

1. Introduzione: gli aspetti controversi

L'uso della metodologia statistico-econometrica per sottoporre a verifica ipotesi di teoria economica costituisce, indubbiamente, uno degli obiettivi principali dell'econometria. Tuttavia gli sviluppi metodologici riguardanti la teoria dei test in econometria e il loro uso sono avvenuti in modo lento e stentato e in larga parte in contrapposizione agli sviluppi metodologici concernenti la stima e la teoria dell'identificazione.

Da parte dei metodologi, in econometria, occuparsi di verifica di ipotesi, nell'accezione più ampia, significa proporre derivazioni formali di procedure di test, studiarne le proprietà teoriche, volte a "scoprire" le complessità presenti nei dati analizzati per mezzo di modelli strutturali specifici. Ciò costituisce un obiettivo insieme più limitato e più specializzato di quanto desiderato dagli econometrici applicati. Esiste ancora, infatti, un certo dissenso tra econometrici teorici ed applicati sul ruolo e sulle finalità da raggiungere mediante l'uso dei test in econometria.

Con riferimento agli aspetti statistici, le procedure di test utilizzate in econometria, fino alla fine degli anni 70, si esaurivano in una utilizzazione nella fase di valutazione *ex-post* e si dividevano sostanzialmente in due categorie: da un lato si utilizzavano forme *standard* come il test *t* di Student ed il test *F*, mentre dall'altro si proponevano procedure di test "originali", il cui utilizzo è quasi esclusivamente limitato all'econometria, come il rapporto di von Neumann, il test di Durbin e Watson e il test di Chow.

Nel contempo, in ambito applicato, i costruttori di modelli econometrici e gli stessi utilizzatori erano alle prese con problemi di scelta e di valutazione che comportano l'uso di test dalle nature più svariate. Tale necessità non risiede tanto nell'espressione di giudizi sulla validità della teoria economica rappresentata dal modello, quanto piuttosto nella valutazione del modello

nei diversi suoi aspetti. Si desidera pronunciarsi sulla sua corretta specificazione, sulla sua capacità di cogliere aspetti teorici rilevanti, si vogliono valutare le sue capacità previsive al di fuori del campione utilizzato per la stima, si è interessati ad accertare se sia idoneo a cogliere cambiamenti strutturali importanti e comunque più in generale si ha la necessità di "interrogare" il modello per verificare ipotesi suggerite dalla teoria economica.

Solamente nel corso degli anni '80 l'attività di ricerca degli econometrici è stata caratterizzata, tra l'altro, da un aumento considerevole nello sviluppo teorico di procedure di test e dell'uso dei test diagnostici, al punto che D. Hendry (1980, 1987) raccomanda, come regola d'oro nell'attività di ricerca dell'econometrico, di effettuare "*test, test and test*".

Le procedure di test attualmente utilizzate in econometria sono sostanzialmente di due tipi.

Da un lato vengono utilizzati i test di significatività per sottoporre a verifica ipotesi concernenti i parametri di un modello, sia nel senso della significatività di valori puntuali sia della significatività di eventuali restrizioni indotte dalla teoria economica. Questo tipo di utilizzazione dei test in econometria è abbastanza *standard* e non si discosta in modo importante dal contesto puramente statistico di costruzione e di uso di un test in cui vengono chiaramente specificate sia l'ipotesi nulla che l'ipotesi o le ipotesi alternative.

L'uso più problematico, dal punto di vista statistico, dei test in econometria, e sul quale ci soffermeremo in questo lavoro, è quello dei test diagnostici utilizzati in modo reiterato, dando luogo ad una vera e propria procedura di selezione tra specificazioni alternative di un modello teorico. In questo contesto, che potremo definire di "ricerca" o di "scoperta" della specificazione, i test vengono utilizzati come veri e propri criteri per la costruzione di modelli. Viene formulata un'ipotesi nulla e condizionalmente ad essa si costruisce un test contro una serie di alternative potenziali, ma piuttosto vaghe, individuate unicamente sulla base degli obiettivi che il ricercatore si prefigge di raggiungere con l'uso del modello stesso. Anche se si hanno idee sulla direzione di allontanamento dall'ipotesi nulla, non si riesce ad interpretarle come formulazioni parametriche e quindi non sono tali da consentire di formulare ipotesi precise sui parametri, in alternativa a quelle specificate sotto l'ipotesi nulla. Non si tratta perciò di ipotesi alternative "genuine" che si contrappongono all'ipotesi nulla; in taluni casi e per alcuni tipi di test non si specifica affatto un'ipotesi alternativa poichè ciò non è ammesso dalla strategia del test stesso. Ad esempio in econometria si fa largo uso di test come quello di Hausman (1978) e quello di White (1982), che si basano su principi generali e su strategie di confronto piuttosto che su procedure specifiche costruite per particolari ipotesi parametriche. Infatti, nel caso di Hausman si confrontano due stimatori alternativi, opportunamente scelti, dei parametri del modello che si intende sottoporre a verifica. Nel caso del test di White il test si basa sul risultato teorico in base al quale, se il modello è specificato correttamente, la matrice di informazione per le osservazioni può essere

scritta in due modi equivalenti. La procedura di test considera l'entità della discrepanza che risulta nel calcolo della matrice di informazione per queste due diverse vie. Questa utilizzazione dei test in econometria non è esente da critiche, poichè, dal punto di vista della metodologia statistica, la falsificazione di un'ipotesi senza proporre un'alternativa non è una strategia di ricerca vantaggiosa. Ed è proprio a questo riguardo che Jeffrey (1961) si chiede "*is it of the slightest use to reject a hypothesis until we have some idea of what to put in its place?*"

La critica principale che viene frequentemente rivolta all'uso dei test in econometria contesta il fatto che la pratica corrente nella ricerca di una specificazione implica l'utilizzazione estensiva e reiterata di test diagnostici ad uno stesso insieme di dati. Leamer (1983, p. 39-40) aggiunge un'ulteriore critica definendo queste procedure come *post-data model construction* o anche inferenza alla "Sherlock Holmes", cioè una strategia di inferenza che consiste sostanzialmente nell'adattare una teoria plausibile ai fatti osservati. Egli puntualizza ulteriormente la sua critica nei confronti dell'uso dei test diagnostici in econometria sottolineando il fatto che "*diagnostic tests...without explicit alternative hypothesis...are useless since, when the sample size is large enough, any maintained hypothesis with a preassigned significance level will be rejected*". Questa argomentazione, peraltro, non può essere condivisa. Infatti l'ipotesi nulla o è vera o è falsa. Quando l'ipotesi nulla è falsa, essa verrà rifiutata con probabilità crescente, all'aumentare della dimensione campionaria, dando luogo ad un test con potenza che tende all'unità (la probabilità di accettare un'ipotesi nulla che è falsa tende a zero), e ciò non costituisce affatto un inconveniente quanto piuttosto una proprietà desiderabile per il test. Al contrario, quando l'ipotesi nulla è vera il livello di probabilità osservato del test sotto H_0 (*p-value*) tende a uno in probabilità, e quindi l'ipotesi nulla non verrà rifiutata all'aumentare della dimensione campionaria.

Il lavoro è strutturato nel modo seguente. Nel secondo paragrafo vengono brevemente richiamate le motivazioni che stanno alla base delle procedure di test utilizzate in econometria, mentre nel terzo paragrafo viene discusso il concetto di replicazione nell'ambito delle scienze non sperimentali, ciò al fine di metter bene in evidenza il quadro entro cui la teoria dei test viene utilizzata in econometria e i suoi limiti interpretativi. Nella quarta sezione vengono riproposti i concetti di modello della teoria e di modello dei dati cercando di delineare i modi di collegamento tra ipotesi statistiche e ipotesi teoriche. La parte che ha intendimenti più propositivi viene presentata nel quinto paragrafo dove viene tenuto distinto il ruolo del modello statistico da quello del modello teorico-economico per tenere conto della natura non sperimentale dei dati economici, nell'ambito dell'approccio della riduzione statistica, indicando una prospettiva in cui le due fonti di informazione si integrano in modo da costituire uno strumento utile per l'indagine econometrica. Infine vengono presentate alcune considerazioni conclusive.

2. Perché in econometria i test sono necessari?

I risultati derivanti dall'applicazione di test specifici in econometria sono necessari per dare o meno un fondamento ad ipotesi di teoria economica che giocano un ruolo rilevante nella fase di analisi e decisione in economia. Il modo in cui tale evidenza o supporto viene raggiunto, se mai viene raggiunto, non è sempre evidente e condivisibile, nel senso che non viene universalmente riconosciuto come tale.

Infatti, se si è pronti ad ammettere che esista una relazione di tipo logico che va dalla teoria economica alla verifica di ipotesi teoriche e/o modelli empirici, si deve anche sottolineare il fatto che nelle procedure di test il livello di specializzazione delle ipotesi è tale da rendere incerto il significato da attribuire al risultato di un prova empirica, in relazione alla teoria conclamata.

Ciò che gli econometrici si attendono dall'uso di test non è certo la falsificazione di teorie economiche, e nemmeno la costruzione di una base di persuasione e di certezza, quanto piuttosto la possibilità di esprimere un giudizio sull'adeguatezza di un modello teorico a rappresentare una certa ipotesi di teoria economica, e possibilmente, trovare conferma della presenza di caratteristiche specifiche dei modelli empirici in insiemi limitati di dati.

3. Il concetto di replicazione in econometria

L'attività di replicazione è "naturale" nelle scienze sperimentali, dove una stessa legge, modello o teoria vengono applicati a molteplici insiemi di dati ottenuti sperimentalmente, cioè replicando le stesse identiche condizioni nell'ambito delle quali l'esperimento viene condotto. Questa idea della replicazione è diversa da quella che si utilizza in economia applicata, dove essa si identifica piuttosto con la possibilità che risultati scientifici divulgati possano essere replicati da altri ricercatori.

E' consuetudine, in econometria, ritenere che una legge teorica possa essere applicata in circostanze e contesti diversi; questo presupposto, che costituisce parte essenziale del metodo scientifico nelle discipline non sperimentali, sta alla base del concetto di replicazione, cioè del processo per mezzo del quale la *performance* di una legge viene giudicata ed eventualmente validata su insiemi di dati diversi. In altri termini un risultato nuovo, o apparso di recente in letteratura, è necessariamente caratterizzato da provvisorietà. Le implicazioni e la portata di tale risultato vengono valutate anche con riferimento a confronti empirici, e la replicazione costituisce il processo o la serie di prove attraverso le quali il risultato viene validato e si consolida, o stabilizza, nell'iterazione tra economisti, econometrici teorici ed econometrici applicati. Tali insiemi di dati, tuttavia, debbono essere ammessi dalla teoria e rappresentare

contesti in cui la legge teorica è potenzialmente applicabile. Le condizioni di applicabilità che descrivono e precisano il contesto in cui la legge vige e si realizza vengono di solito definite come le condizioni di *ceteris paribus* (Poirier, 1988).

Ragnar Frish riconobbe il ruolo della replicazione, come componente essenziale della ricerca scientifica, nel suo editoriale sul primo numero di *Econometrica* nel 1933. Ciò nonostante la tendenza predominante in econometria applicata, a differenza di altre discipline, non è tanto quella di sottoporre a verifica o controllare il lavoro svolto da altri ricercatori sull'argomento oggetto di studio, quanto piuttosto quello di presentare il lavoro alla comunità scientifica secondo la pratica corrente e le linee di ricerca prevalenti della disciplina nel periodo. Questo modo di produrre lavori applicati in ambito econometrico costituisce uno dei principali ostacoli ad una forma di replicazione definita "imitazione" (Mirowski 1993) e che viene ritenuta di grande interesse anche per le scienze osservative.

Le rassegne sui lavori empirici in econometria, infatti, molto raramente riportano l'informazione necessaria per sottoporre a verifica le tesi e le argomentazioni che i ricercatori rivendicano come basate sui risultati empirici ottenuti; tale conoscenza non circola tra gli addetti ai lavori ed è comunque praticamente inaccessibile. I lavori empirici raramente sono corredati dai dati e, quando lo sono, non consentono di replicare i calcoli che permettono di ottenere i risultati finali. Questa situazione è perfettamente in linea con quello che sono gli *standard* qualitativi e quantitativi dei lavori pubblicati nell'area dell'econometria applicata, e con un modo di concepire il lavoro applicato che non stimola nè incentiva il confronto dei risultati ottenuti con quelli di altri lavori noti e ritenuti importanti e rappresentativi.

Sulla base di queste considerazioni si deduce che in econometria l'unica forma di replicazione che si incontra è costituita da quella che Mirowski (1993) definisce "estensione". Si tratta di una forma di replicazione che consiste nel tentativo di riprodurre lo "stesso" fenomeno in un contesto e in un ambiente diverso. Il ricercatore, invece di preoccuparsi di riassumere l'insieme dei risultati disponibili in letteratura sul problema affrontato, presenta una versione del problema diversa e modificata, anche se in modo lieve, motivando tale scelta con l'esigenza di una maggior aderenza alla realtà o come un tentativo di generalizzazione del problema. In altri termini il ricercatore cerca di "estendere" i suoi risultati ponendosi in un contesto in cui diventa molto difficoltoso stabilire se effettivamente si stia studiando lo "stesso" problema e se quindi si possa parlare a tutti gli effetti di replicazione.

Questa situazione è profondamente diversa da quanto succede, per esempio, in fisica, dove la replicazione si effettua frequentemente, o anche in psicologia dove è consuetudine che un ricercatore replichi i risultati ottenuti da altri e successivamente si cimenti nel tentativo di produrre risultati innovativi. Ciò è reso possibile innanzi tutto dal fatto che i lavori empirici

pubblicati sono corredati dall'informazione necessaria per ottenere la replicazione dei risultati, ma anche dallo sviluppo di una tematica di ricerca denominata "meta-analisi" consacrata al riesame ed alla riproduzione dei risultati statistici in risultati *best-practice*.

In ambito economico, per gli studiosi che si occupano di teoria *"Modelling is not seen as an incremental progressive accumulation of knowledge in the way I see it in other subjects where you get credit for taking an experiment somebody else did and improving upon it in one direction, throwing some light back on what previously had been found, highlighting some artifact, showing that if you change one aspect, another moves in a certain direction"* (Hendry in Hendry, Leamer e Poirier, 1990) e conseguentemente gli economisti non si preoccupano affatto della possibile replicazione. Dal lato dell'econometria, gli econometrici che si interessano di metodologia insistono nel perseguire risultati che sono ottenuti da comportamenti individuali ottimizzanti, e quindi sia in economia che in econometria non si percepisce o non si vuole percepire l'esigenza di un approccio diverso e tale da permettere la replicazione. Si è già fatto osservare come le riviste economiche non pubblichino rassegne empiriche estese e cumulative tali da comprendere e riassumere tutto il lavoro empirico svolto su un argomento, così come avviene in altre discipline (si veda a tale proposito Dewald, Thursby e Anderson, 1986). In ambito econometrico applicato è tuttora prevalente una tendenza che consiste nel presentare i risultati dei lavori empirici in modo da essere in linea e coerenti con quanto richiesto dalle tendenze attuali e prevalenti della disciplina e dai referenti scientifici a cui ci si rivolge, o come più efficacemente si dice al fine di inserirsi nel dibattito scientifico corrente.

Ciò che manca a livello econometrico è anche un riferimento a studi storici dettagliati in cui vengano evidenziate le relazioni esistenti tra le teorie e i risultati empirici, al fine di "scoprire" come le controversie si siano risolte e stabilizzate nel passato. Per dirla con Mirowski il ricercatore che si occupa di metodologia econometrica è l'ultima persona a cui ci si deve rivolgere per diagnosticare un malessere in economia.

4. Teoria economica e modelli teorici

Si è già detto che un ruolo importante dell'econometria, nella sua funzione di supporto decisionale per l'analista economico, è costituito dalla possibilità di sottoporre a verifica empirica ipotesi di teoria economica.

Se si dovesse esprimere un giudizio sul successo dell'econometria unicamente sulla base della sua capacità nel discriminare tra teorie economiche alternative o nel giudicare sulla veridicità di modelli teorici, il bilancio che si deve trarre è senz'altro poco soddisfacente. A mia conoscenza non si può certo affermare che teorie economiche siano state ruscate in quanto

giudicate non valide o inattendibili unicamente sulla base dell'evidenza empirica. Teorie contrapposte continuano a coesistere perchè l'evidenza empirica disponibile non è adeguata per scegliere tra di esse e non è tale da permettere di poter individuare la "vera" teoria.

Economisti appartenenti a scuole di pensiero diverse, o addirittura contrapposte, possono produrre modelli che sono in conflitto tra di loro, seppure apparentemente convalidati dagli stessi dati. Ci preme sottolineare il fatto che siano "apparentemente" convalidati poichè tale qualificazione è spesso il risultato di un modo di procedere convenzionale che consiste nell'esprimere un'ipotesi sotto forma di equazione, successivamente stimare forme alternative di tale equazione scegliendo quelle con il miglior adattamento, tralasciando le altre, e spesso cercando, infine, di inventare argomentazioni teoriche per giustificare e interpretare i risultati empirici ottenuti in modo da permettere l'accettazione del modello, pervenendo per tale via ad una qualche forma di razionalizzazione dell'ipotesi sottoposta a verifica.

In definitiva il fatto che uno stesso insieme di dati venga utilizzato per dare supporto a teorie che si trovano in contrapposizione permette di constatare come l'evidenza empirica da sola non sia sufficiente, e comunque non sia informativa al punto da poter prendere unicamente su di essa una decisione definitiva circa la validità o meno di una teoria economica (per un approfondimento di tali aspetti si veda Gambetta e Orsi, 1991).

4.1 Modelli empirici e modelli teorici

La teoria economica molto raramente viene messa direttamente in relazione con i dati, mentre sono i modelli empirici a offrire un collegamento tra la teoria e i dati. E' molto importante notare che sono i modelli empirici ad essere sottoposti a verifica e solo indirettamente si indaga sulla teoria che con essi si intende rappresentare. Il fatto che test sui modelli empirici possano essere interpretati come test sulla teoria resta una questione aperta, e una risposta definitiva non può essere avanzata, come si cerca di metter in evidenza in seguito.

La distinzione tra modelli empirici e modelli teorici si basa, tra l'altro, sui seguenti punti:

1) I modelli empirici debbono essere operativi e quindi vanno concepiti e costruiti in termini di variabili osservabili e di quantità misurabili. Così variabili puramente teoriche come aspettative, reddito permanente, salario di riserva, prezzi ombra ecc..., per le quali non esiste un corrispettivo misurabile, possono entrare strutturalmente a far parte di un modello teorico, ma non possono essere annoverate tra le variabili di un modello empirico.

2) Le ipotesi di *ceteris paribus* che solitamente vengono formulate sono diverse per i due tipi di modelli, poichè modelli teorici e modelli empirici necessitano di semplificazioni differenti, in relazione alla loro natura specifica. La teoria economica, al fine di proporre modelli teorici adatti ad essere analizzati empiricamente, immagina "sistemi isolati" che vengono concepiti sulla base delle ipotesi di *ceteris paribus*. A sua volta il modello empirico utilizzato per "mimare" il modello teorico è un modello statistico incompleto ricavato sulla base di ipotesi di esogenità (in senso statistico) di alcune variabili e di altre ipotesi ancora che, comunque, non coincidono con le ipotesi di *ceteris paribus* specificate per il modello teorico.

3) I modelli empirici sono stocastici per definizione; i modelli teorici, nonostante la cosiddetta "rivoluzione probabilistica" di Haavelmo, mantengono in larga parte una natura deterministica perchè la teoria economica continua a proporre modelli di tipo deterministico.

Tra il modello teorico e il modello empirico stanno i dati, che vengono raccolti secondo uno schema di misura definito e rispondente a determinati fini economici e contabili. Un elemento importante che riguarda il sistema di misura è costituito dall'aggregazione sugli agenti. Gran parte degli studi empirici in econometria viene condotta su dati aggregati, mentre i modelli di teoria economica vengono basati su decisioni che sono il risultato di programmi ottimizzanti che riguardano singoli agenti o gruppi omogenei di individui. Le condizioni affinché proposizioni sviluppate a livello microeconomico possano permanere valide anche a livello macroeconomico aggregato sono molto forti e comunque restrittive, con la conseguenza che un modello empirico sviluppato in termini di relazioni tra variabili macroeconomiche differirà necessariamente dal modello teorico microfondato.

Tutte le considerazioni che solitamente vengono avanzate sulla validità delle condizioni di *ceteris paribus* non fanno altro che rafforzare la divergenza esistente tra modello teorico e modello empirico.

Ogni modello, qualunque sia la sua natura, si concentra su alcune interazioni trascurandone altre; non può essere dato per scontato che sia i modelli empirici che i modelli teorici siano caratterizzati dallo stesso tipo di interazioni.

Gli econometrici si trovano quindi obbligati a formulare diverse ipotesi di *ceteris paribus* a seconda che si riferiscano a modelli teorici o a modelli empirici. Un insieme di dati riflette l'insieme delle azioni della totalità degli agenti in un contesto istituzionale preciso e con riferimento ad un determinato intervallo di tempo. Idealmente il modello empirico dovrebbe poter inglobare implicazioni derivanti da teorie diverse proprio per poter apprezzare o valutare la possibilità che le implicazioni derivanti dalla teoria economica possano essere verificate empiricamente. I modelli empirici, quindi, sono più complicati della loro controparte teorica anche se, inevitabilmente, non possono che rappresentare una versione semplificata e

schematizzata della teoria. Infatti essi approssimano forme funzionali complesse, trascurano la presenza di effetti individuali, semplificano la dinamica riducendola alla semplice introduzione di qualche ritardo, non tengono conto dell'elevata interdipendenza presente nel sistema limitandosi a considerare come endogene solamente alcune variabili, ecc... . D'altro canto è difficile ammettere, in via puramente teorica, la presenza di "costanti" economiche, cioè di grandezze che possano essere riconosciute come naturalmente costanti e quindi imm modificabili nel tempo. Infatti i parametri dei modelli teorici dipendono da fattori tecnologici, dalle scelte degli agenti, che sono condizionate dai gusti e dalle preferenze, e da altri fattori che per loro natura non possono essere considerati invarianti nel tempo e nello spazio. Ciò nonostante uno degli obiettivi primari nella formulazione di un modello empirico è di arrivare a proporre delle specificazioni caratterizzate da parametri costanti, o almeno tali da poter ragionevolmente essere ipotizzati costanti sul periodo esaminato.

Questi aspetti tendono a mettere in evidenza da un lato come un modello empirico non possa che essere una semplificazione di una realtà molto complessa e non modellabile in alcuni dei suoi aspetti, e dall'altro come la natura di un modello con queste caratteristiche non possa che essere di tipo stocastico. Queste considerazioni stanno alla base della distribuzione di probabilità che accompagna un modello empirico originariamente introdotta da Haavelmo (1944) con quella che viene denominata la "rivoluzione probabilistica".

L'idea fondamentale di Haavelmo parte dalla constatazione che la relazione esistente tra popolazione e campione, nella teoria della probabilità, fornisce uno schema utile per studiare le relazioni esistenti tra teoria economica e dati empirici. Tale formulazione probabilistica della teoria economica impone un collegamento formale tra dati ottenuti in modo non sperimentale e la teoria. La scelta di un modello viene raggiunta, perciò, confrontandolo con i dati osservati con l'uso di test statistici.

Questa impostazione è pienamente giustificata se si accetta l'idea di Haavelmo, e cioè che un modello stocastico propriamente formulato costituisca un'ipotesi che stabilisce quali insiemi di valori sono ammissibili e quali no. Le osservazioni possono cadere al di fuori dell'insieme dei valori ammissibili senza necessariamente portare ad un rifiuto della teoria, poichè il modello probabilistico non esclude tali valori, per quanto poco probabili. La specificazione di un'ipotesi permette di stabilire quali insiemi di valori sono altamente probabili e quali poco probabili, ed è proprio questa caratteristica teorica che ci autorizza a mettere a confronto teorie sulla base dei dati empirici.

Sulla base di una batteria di test, quindi, il ricercatore può arrivare alla conclusione che una particolare teoria fornisce la migliore descrizione dei dati campionari ed è coerente con l'informazione extra-campionaria. Si accetta tale teoria finchè nuove osservazioni, nuove informazioni extra-campionarie o nuove teorie portano a rivedere questa decisione.

Poichè i modelli empirici non possono sempre essere derivati come implicazioni precise provenienti dai modelli teorici, un collegamento diretto tra i due tipi di modelli può essere problematico.

Gli econometrici rivendicano frequentemente la possibilità di sottoporre a verifica le teorie economiche. Si è già fatto osservare come tale possibilità sia più virtuale che reale, poichè ciò che è effettivamente sottoponibile a verifica è il modello empirico. Pur nella consapevolezza che un'ipotesi teorica può essere sottoposta a verifica unicamente per mezzo di un modello empirico, ciò non può automaticamente significare che una teoria non possa in alcun modo essere sottoposta a verifica. Molto dipende dal tipo di problema economico affrontato o meglio dal modello economico che si utilizza; in alcuni casi i test che si effettuano riguarderanno l'appropriatezza del modello empirico, mentre in altri casi ciò che viene sottoposto a verifica è la teoria vera e propria, poichè il modello, così come è specificato, incorpora in modo preciso aspetti o implicazioni indubbie derivanti dalla teoria economica che sta alla base del modello stesso (Gambetta e Orsi, 1991).

Nella professione degli econometrici contemporanei viene ampiamente riconosciuto che l'accettazione di una teoria come valida e utile sintesi dei dati osservati richieda non solo di fornire una buona descrizione statistica del campione esaminato, ma anche che tale buona *performance* si estenda fuori dal campione e produca una descrizione almeno altrettanto buona (se non superiore) quanto quella fornita da teorie alternative e in competizione con quella prescelta. Questo ultimo aspetto, noto nella letteratura econometrica come teoria dell'*encompassing*, consiste nel richiedere che il modello prescelto debba avviluppare potenziali modelli rivali e lo si trova già menzionato in Blaug (1980) "*in economics, as in the other sciences, theories are overthrown by better theories, not simply by contradictory facts*".

In altri termini nell'impostazione più recente dell'econometria, che tuttavia non è universalmente riconosciuta, un certo progresso è stato fatto che va sostanzialmente nella direzione di migliorare l'attendibilità e la portata decisionale dell'evidenza empirica. Si cerca infatti di scegliere un approccio che, nel riconoscere la natura non sperimentale delle osservazioni, permetta di indicare una struttura in cui le assunzioni statistico-probabilistiche siano adeguate ai dati. Tale approccio, indicato sinteticamente come "riduzione statistica", si discosta significativamente dall'approccio detto da "libro di testo", centrato sulla stima e sulla

ricerca di stimatori consistenti, efficacemente caricaturizzato da Pagan (1984, pag. 103): *"four steps almost completely describe it: a model is postulated, data gathered, a regression run, some t-statistics or simulation performance provided and another "empirical regularity was forged"*

L'idea consiste nell'arrivare a specificare modelli statistici in grado di accogliere la struttura probabilistica dei dati e quindi idonei a fornire un riassunto credibile dell'informazione probabilistica presente in essi. L'adeguatezza statistica del modello assicura l'attendibilità e la specificità delle ipotesi probabilistiche, migliorando la portata decisionale dell'evidenza empirica. Dall'altro lato l'obiettivo, o il centro, della ricerca viene spostato sugli argomenti della corretta specificazione, cercando di proporre stimatori robusti e limitando al minimo indispensabile le ipotesi sugli errori.

5. L'uso dei test nell'approccio della riduzione statistica

L'approccio della riduzione statistica considera come fondamentale la distinzione tra il processo che si suppone abbia generato le osservazioni, il modello della teoria e il modello statistico. Il sistema economico viene considerato dal punto di vista della capacità di realizzare le osservazioni empiriche per mezzo di un meccanismo la cui specificazione esatta è incognita, il processo generatore dei dati, per l'appunto. Il modello teorico costituisce un tentativo di approssimazione di tale processo, mentre il modello statistico viene interpretato come un utile riassunto dell'informazione sistematica presente nelle osservazioni e che a sua volta deve essere considerata dalla teoria; tale riassunto viene ritenuto utile proprio perchè permette di incorporare la teoria nel suo ambito. Una volta ipotizzato un modello statistico, per mezzo suo l'informazione statistico-probabilistica dei dati viene riassunta in modo adeguato cercando infine di accertare se la teoria economica in questione rende conto dell'informazione sistematica presente nei dati. Quindi, nella ricerca di specificazione di un modello statistico, il problema non è tanto quello di accertarsi se la teoria è presente nei dati, quanto piuttosto di "cercare" o "scoprire" i modelli probabilistici dei dati. Più precisamente si parte dall'ipotesi che le osservazioni siano generate da variabili statistiche e quindi la specificazione di un modello statistico viene basata sulla struttura probabilistica di tali variabili. Ad esempio se si hanno buone ragioni per ammettere la normalità delle variabili, il modello statistico utilizzato sarà il modello normale.

Alla base della teoria della riduzione statistica vi è il principio dell'adeguatezza statistica, anche se l'enfasi posta sulla statistica non è a detrimento della teoria economica. Infatti, la separazione netta tra modello statistico e modello teorico viene fatta fin dall'inizio. Un modello statistico è costituito da un insieme di ipotesi sulle distribuzioni di probabilità relative alle variabili osservabili sottostanti i dati scelti. In particolare, un modello statistico rappresenta un

riassunto adeguato dell'informazione dei dati osservati; esso viene qualificato come adeguato per sottolineare il fatto che non esclude alcun tipo di informazione sistematica presente nei dati. Si presume quindi che sulle stesse variabili possano essere effettuati diversi riassunti. Il modello teorico viene formulato sulla base della teoria e la sua specificazione si fonda su variabili e concetti che trovano un preciso riscontro nella teoria, ma non necessariamente nelle variabili osservabili. Questo tipo di modello non coincide quindi con il modello empirico, con la conseguenza che decisioni prese sulla base del modello empirico non danno la certezza di concernere direttamente il modello teorico, e quindi la teoria economica da cui esso deriva.

La teoria economica aiuta nella scelta delle variabili che entrano a far parte del modello; la specificazione del modello statistico viene effettuata sia su basi probabilistiche che su considerazioni di teoria economica. La teoria economica influenza la scelta del modello statistico, in quanto nell'ambito del modello debbono essere analizzate questioni di rilevanza economica. Ciò non significa che i due modelli debbano coincidere. La scelta di un modello statistico particolare, nell'ambito di una determinata classe, viene effettuata sulla base di considerazioni che riguardano l'adeguatezza statistica, argomentazioni che dipendono in modo forte dalla struttura probabilistica dei dati. Stabilita l'adeguatezza del modello statistico, quest'ultimo viene messo in collegamento con il modello teorico, nel tentativo di dare contenuto empirico al modello teorico e significato teorico al modello statistico.

Le fasi attraverso cui si articola idealmente l'approccio della riduzione statistica sono le seguenti:

(i) la specificazione

Si comincia con la formulazione del modello statistico partendo dalla descrizione dell'informazione di tipo probabilistico presente nei dati, cioè si specifica la distribuzione congiunta delle variabili osservabili sull'intero periodo campionario: $D(X_1, X_2, \dots, X_T; \theta)$. I modelli statistici più frequentemente utilizzati per l'analisi empirica sono ottenuti come riduzioni della distribuzione congiunta precedente, imponendo opportune ipotesi probabilistiche su $\{X_t, t \in N\}$. In termini abbastanza generali il modello statistico per le variabili X_t è rappresentato dalla relazione:

$$X_t = E(X_t | \Omega_t) + u_t \quad t \in N$$

dove:

- con Ω_t si indica l'insieme d'informazione a cui si condiziona il modello,
- $E(X_t | \Omega_t)$ rappresenta la componente sistematica del modello,
- $u_t = X_t - E(X_t | \Omega_t)$ costituisce la componente di errore

$$- \text{Cov}[E(X_i | \Omega_i), u_i] = 0.$$

In contrapposizione alla funzione di regressione $E(X_i | \Omega_i)$ la variabile u_i rappresenta la componente non sistematica per l'insieme $\Omega_i \subset \sigma(X_1, X_2, \dots, X_T)$ e non per ogni insieme d'informazione, proprio per il fatto che l'adeguatezza statistica viene definita con riferimento all'insieme d'informazione rilevante che è dato da $\sigma(X_1, X_2, \dots, X_T)$.

(ii) L'uso di test per l'analisi della corretta specificazione

Le ipotesi che stanno alla base del modello statistico vengono sottoposte a verifica. I test di specificazione utilizzati nel contesto dell'approccio della riduzione statistica rientrano nella categoria dei test di "pura significatività" nel senso di Cox e Hinkley (1974) per i quali, cioè, la specificazione di un'ipotesi alternativa non rientra necessariamente nella procedura di costruzione del test. L'aspetto predominante dell'analisi statistica riguarda la possibilità di ammettere o meno che i dati forniscano evidenza empirica contro l'ipotesi nulla così come essa è stata definita nell'ambito del modello statistico. Questa impostazione, tuttavia, non deve essere considerata in modo troppo estremo, poichè nell'ambito dell'approccio della riduzione statistica, unitamente all'informazione fornita dai dati, può essere possibile individuare direzioni di allontanamento dall'ipotesi nulla che sono privilegiate, senza per questo formulare un'ipotesi alternativa esplicita. In altri termini l'assenza di un'alternativa esplicita non impedisce di poter scegliere tra test di specificazione alternativi per i quali la potenza per alternative specifiche sia giudicata interessante. Ciò che è importante, tuttavia, è che il risultato del test non viene mai utilizzato come base per la rispecificazione del modello, poichè tale informazione non è contenuta nella procedura del test utilizzato.

D'altro canto i test per l'analisi della corretta specificazione sono interpretati come test di pura significatività perchè il decisore di frequente spera di poter accettare l'ipotesi nulla, in quanto essa viene costruita in modo da rappresentare una situazione particolarmente favorevole, relativamente alla quale il modello risulta essere semplificato, e che quindi si vorrebbe vedere accettata. Allontanamenti eventuali dall'ipotesi nulla non vengono perciò auspicati anche se non sono certo visti come incidenti da evitare, ciò in considerazione del fatto che essi richiedono un'aumento di informazione sistematica il cui impatto dovrebbe essere quello di migliorare la qualità del riassunto statistico fornito dal modello.

(iii) la rispecificazione

Se il modello sotto esame si rivela non correttamente specificato si formula un modello alternativo. La rispecificazione di un modello avviene ritornando alla distribuzione congiunta delle variabili osservabili e imponendo un diverso insieme di ipotesi di riduzione, al fine di tener conto di un'informazione sistematica che era stata esclusa in una prima specificazione. Nonostante le modificazioni delle ipotesi iniziali siano spesso suggerite dai test di specificazione che sono stati condotti, i risultati dei test stessi non possono essere utilizzati come guida nello scegliere la rispecificazione del modello, poichè, come si è detto sopra, non contengono tale informazione. A tale riguardo si sottolinea il fatto che la rispecificazione non va inquadrata in un tentativo di eliminare i "problemi" della specificazione precedente, quanto piuttosto in un tentativo di ripensare al modello nella sua globalità, alla luce dei "segnali" e dell'informazione accumulata mediante l'uso dei test.

In definitiva la decisione di accettare o rifiutare il modello teorico si basa sul fatto che le restrizioni da esso indotte sul modello statistico siano accettabili, o meno, sulla base dei dati. I test utilizzati per sottoporre a verifica queste restrizioni appartengono alla tipologia di Neyman-Pearson, sono cioè test che sottopongono a verifica la significatività di parametri o relazioni tra parametri per i quali viene sempre specificata un'alternativa. La differenza più importante consiste nel fatto che mentre secondo l'approccio di Neyman-Pearson viene sottoposta a verifica l'ipotesi nulla e la decisione viene presa relativamente ad essa, secondo l'approccio della riduzione statistica la specificazione del modello avviene per fasi successive che tendono a semplificarlo progressivamente. In una tappa generica di questo processo, con l'ipotesi nulla si specifica una riduzione ulteriore del modello, già accettato precedentemente sulla base dei test effettuati, e che si configura come ipotesi alternativa nella procedura di test che si sta per effettuare. La potenza e la dimensione del test non vanno interpretate con riferimento alla possibilità di campionamenti ripetuti; esse acquistano significato unicamente per il fatto che si suppone che i dati osservati costituiscano una realizzazione del processo stocastico che viene specificato mediante il modello statistico.

Nel contesto della ricerca di specificazione i test vengono impiegati per verificare se le riduzioni apportate al processo iniziale sono valide, cioè se hanno causato o meno perdite rilevanti. In questo ambito il ruolo dei test è quello di accertare se il processo che si suppone abbia generato le osservazioni, e a partire dal quale è iniziata la fase di riduzione, debba essere considerato ancora valido, alla luce del modello semplificato trovato. Così se, per esempio, l'obiettivo del processo di riduzione è quello di ottenere errori che seguano un processo stocastico del tipo "innovazione", il modo di sottoporre a verifica tale ipotesi non è unico. Che gli errori non seguano un processo del tipo "rumore bianco" costituisce senz'altro un'alternativa valida; si può quindi costruire un test per sottoporre a verifica se gli errori seguono o meno un processo rumore bianco. La violazione dell'omoschedasticità può essere di forme diverse; si

costruirà un test per sottoporre a verifica le forme di eteroschedasticità che si ritengono di interesse tra le quali vanno considerate funzioni delle variabili esogene e la possibilità che gli errori eteroschedastici seguano un processo autoregressivo condizionale (ARCH). Si tratta quindi di utilizzare procedure di test non per prendere decisioni definitive ma piuttosto per costruire indici di adeguatezza del modello; i risultati di tali test vengono riportati lasciando decidere al lettore come interpretarli, sottolineando il fatto che tali indici esprimono una misura della perdita di informazione che si incontra nel processo di riduzione utilizzato nella fase di semplificazione del modello.

Con questo uso dei test si è fuori dal contesto della teoria classica della verifica di ipotesi e non si conosce quali siano le proprietà teoriche delle procedure usate. Queste utilizzazioni dei test non vanno tuttavia assoggettate alle critiche usuali dei test e del *pretesting* a cui si accennava nell'introduzione.

Ciò nonostante la validità del modello è indipendente dal percorso seguito attraverso le diverse fasi della riduzione e non dipende dal numero di test effettuati. Infatti, essendo incognita la "vera" struttura del processo che ha generato le osservazioni, ogni percorso seguito nella riduzione per la scoperta, la costruzione o la congettura di un modello, non è necessariamente giustificabile in modo oggettivo. Qualunque sia la strada seguita nel processo di riduzione essa non può condizionare la validità intrinseca del modello a cui si è pervenuti. In altri termini la possibilità di arrivare velocemente ad un buon modello e la credibilità ad esso associata possono dipendere dalla procedura seguita nella ricerca della specificazione, ma ciò non è rilevante per l'utilità pratica del modello stesso. Se si arriva a specificare un buon modello, esso avrà, tra le altre proprietà, la robustezza e potrà essere impiegato per gli scopi che ci interessano. Paradossalmente, se esso sia stato ottenuto dopo pochi o molti tentativi è un fatto che non ha conseguenze dirette sul giudizio attinente la bontà del modello con riguardo alla sua utilizzazione pratica. E' con riferimento alla sua valutazione che è importante rivelare se il rifiuto di determinate ipotesi sia avvenuto dopo la prima prova d'ipotesi oppure dopo reiterati test.

Nel contesto della valutazione il ruolo dei test è molto più chiaro ed interpretabile nei termini statistici convenzionali. Un modello è stato prodotto e si prescinde dal modo in cui si è arrivati alla sua specificazione; il costruttore rivendica il soddisfacimento di determinati requisiti teorici. Tale modello viene utilizzato per sottoporre a verifica la validità di suddette affermazioni; in altri termini si effettua una specie di disamina critica del modello. Per questo tipo di utilizzazione dei test non ci si discosta dalla teoria classica della verifica delle ipotesi, poichè i test vengono impiegati nel loro ruolo fondamentale, cioè nella verifica di ipotesi parametriche teoriche sulla base dell'evidenza empirica.

L'approccio della riduzione statistica viene proposto proprio per tenere conto della differenza esistente tra la situazione immaginata dalla teoria e la natura non sperimentale dei dati. Tenere distinti modello teorico e modello statistico costituisce il punto di partenza nel tentativo di colmare tale distanza e nel contempo permette di definire le tappe attraverso le quali viene soddisfatto il principio dell'adeguatezza statistica, cioè: ricerca della specificazione, analisi della corretta specificazione e rispecificazione eventuale. Solamente la combinazione di ipotesi probabilistiche plausibili e allo stesso tempo specifiche, per le variabili osservabili sottostanti i dati, permette di ottenere un'evidenza empirica attendibile e in un certo senso risolutiva, cioè in grado di fornire le basi per la valutazione della teoria.

6. Conclusioni

La verifica di ipotesi e in generale l'esigenza di utilizzare metodologie statistiche per prendere decisioni concernenti modelli e teorie economiche è molto sentita in econometria, in particolare dagli econometrici applicati. La varietà delle utilizzazioni dei test in econometria e l'ampia gamma di procedure di verifica di ipotesi impiegate nelle fasi di specificazione e di validazione dei modelli non consentono di esprimere un giudizio unico e definitivo sulle proprietà teoriche delle procedure statistiche utilizzate in econometria.

Classificando i diversi usi dei test in classi omogenee dal punto di vista della tipologia delle ipotesi e del tipo di decisione a cui porta il risultato derivante dal loro uso, è possibile esprimere un giudizio più circostanziato sulle tecniche impiegate. Si è così visto che per una utilizzazione che rientra nell'ambito di una valutazione critica di un modello, le procedure di test impiegate soddisfano pienamente i requisiti teorici che consentono di interpretare i risultati derivanti dalla verifica delle ipotesi in modo statisticamente corretto. L'uso dei test per la scelta e la verifica della corretta specificazione di un modello, invece, pone dei problemi di ordine metodologico che non sempre consentono di interpretare i risultati in modo statisticamente corretto. Si è precisato che l'utilizzazione dei test in questo ambito non ha come obiettivo una decisione circa la validità di un'ipotesi, quanto piuttosto di stabilire se la semplificazione apportata ad un modello possa essere considerata accettabile sulla base dei dati, nel senso che non causa una perdita di informazione rilevante. In altri termini l'uso dei test nella "ricerca" della specificazione di un modello va considerato come un tentativo di costruire un criterio di selezione tra specificazioni alternative, ottenute da una serie di "riduzioni" successive applicate al processo generatore dei dati, mantenendo sotto controllo la perdita di informazione eventuale associata ad ogni tappa della riduzione. In un tale contesto, quindi, i test non servono per prendere decisioni sulla validità di ipotesi, quanto piuttosto per dare luogo ad una strategia di "ricerca" della specificazione. Nell'ambito della riduzione statistica, definito come un approccio

alternativo sviluppato specificatamente per tenere conto della natura non sperimentale dei dati, l'evidenza empirica risulta più attendibile permettendo di selezionare modelli e di apportare semplificazioni che consentono di giungere a specificazioni statisticamente adeguate e utili per l'indagine econometrica.