

Convegno "Matematica e Cultura"
(Venezia, 26-27 Marzo 1999)

Economisti e matematica dal 1494 fino al 1969 Oltre l'arte del far di conto

Marco Li Calzi

Dipartimento di Matematica Applicata
Università "Ca' Foscari" di Venezia

Achille Basile

Dipartimento di Matematica e Statistica
Università "Federico II" di Napoli

*«Il vero economista deve possedere una rara
combinazione di talenti. [...] In qualche
misura deve essere un matematico, uno
storico, un uomo di stato ed un filosofo.»*

J.M. Keynes (1936).

1. Introduzione

Il primo rapporto tra matematica ed economia risale ai calcoli di natura commerciale con cui i mercanti dell'antichità avevano quotidianamente a che fare. Questo rapporto fu successivamente arricchito dai calcoli di natura finanziaria necessari ad usurai e banchieri e si sviluppò in un *corpus* di applicazioni dell'aritmetica che oggi chiamiamo computisteria. La sua rilevanza pratica è alla base dell'importanza attribuita da qualsiasi persona che investa i suoi risparmi,

scorpori l'I.V.A. da una fattura o compili la dichiarazione dei redditi alla capacità di far di conto — o *numeracy* per gli anglosassoni.

Durante l'Alto Medioevo, quando far di conto era ancora un'arte riservata a pochi, i mercanti svilupparono un metodo per far "quadrare i conti" delle loro imprese e tenere traccia correttamente delle entrate e delle uscite. È in Italia, probabilmente nella seconda metà del XIII secolo, che si sviluppa il sistema di contabilità a partita doppia che ancora oggi è alla base della gestione dei conti di qualsiasi azienda.

Una descrizione dei suoi metodi fu pubblicata per la prima volta a Venezia nel 1494 all'interno del compendio di economia e matematica di Luca Pacioli (1445 ca.-1514 ca.), *Summa de Arithmetica, Geometria Proportioni et Proportionalitate*. In omaggio alla lagunare città di mercanti che ha ospitato anche questo terzo convegno su "Matematica e Cultura", prendiamo le mosse da qui per raccontare come si è evoluto il rapporto tra la matematica e l'economia.

La nostra tesi è semplice. Fino a quando le esigenze pratiche del commercio o della finanza sono state soddisfatte dall'aritmetica raccolta nei prontuari di computisteria, i rapporti tra la matematica e l'economia sono stati costanti ma superficiali. I mercanti hanno bisogno di tenere in ordine i loro conti ed i matematici possiedono l'arte necessaria per farlo. La progressiva trasformazione di secolari precetti economici in una scienza sociale fa emergere sia un rapporto più profondo tra l'economia e la matematica sia una nuova professione — l'economista — titolata a gestirlo.

L'economista moderno, in molti casi, non ha mai avuto occasione di utilizzare la contabilità a partita doppia. Tuttavia, prima di accedere a questa professione, ha dovuto studiare il calcolo differenziale, l'algebra lineare, la teoria della probabilità e la statistica. In seguito, secondo la sua specializzazione, deve coltivare una conoscenza abbastanza approfondita

della matematica che gli è necessaria per la costruzione, la comprensione e l'uso di modelli quantitativi. La sua attività, oggi, somiglia a quella di un ingegnere che si sforza di rendere concreti i precetti di un'arte che ha raggiunto lo *status* di scienza.

Di questo *status* è simbolo dal 1969 il conferimento del Premio Nobel per la Scienza Economica (o, più esattamente, del Premio in Memoria di Alfred Nobel) istituito dalla Banca Centrale di Svezia. Il nostro racconto sull'evoluzione dei rapporti tra matematica e scienza economica comincia dall'anno di pubblicazione del primo testo di matematica e contabilità (1494) e si arresta con il riconoscimento internazionale della figura dello scienziato economista (1969). Durante questo periodo di quasi 500 anni¹, il rapporto tra matematica ed economia si trasforma radicalmente.

La matematica, vista inizialmente come un modo per esemplificare i concetti economici, diventa progressivamente uno dei linguaggi in cui formulare e comunicare la teoria economica. Raggiunto lo status di linguaggio, tutti gli economisti devono confrontarsi con essa. Nei casi migliori, essa diviene un genuino strumento conoscitivo. Più spesso, è usata come una tecnica, per dimostrare la coerenza logica di una teoria. Talvolta, il suo uso decade in un abuso retorico che ha solo lo scopo di conferire parvenza di scientificità ad un'argomento. In ogni caso, al momento dell'istituzione del premio Nobel in Economia, la conoscenza della matematica è ormai considerata un requisito della professione.

Questo scritto riassume i passaggi fondamentali nella storia di questa trasformazione attraverso la voce (anzi, la penna) di molti dei suoi protagonisti, offrendo una piccola antologia commentata di citazioni dai

¹ Del trentennio dal 1969 al 1999 si occupa l'articolo "Chi ha detto che un matematico non può vincere il Nobel?" pubblicato anch'esso in questa raccolta.

loro scritti. Tutte le citazioni (inclusa l'epigrafe) sono di nostra traduzione; alcune di queste sono state suggerite dalla lettura di [1]. Per maggiori approfondimenti sul ruolo della matematica nella costruzione della teoria economica, rimandiamo il lettore a [2] e [3].

2. La matematica come fonte di esempi

Le competenze matematiche dei primi studiosi di economia sono probabilmente racchiuse entro i confini dell'aritmetica necessaria alla contabilità ed alla computisteria. Poiché l'economia si occupa di prezzi e di valori, la riflessione teorica non può evitare del tutto l'uso dei numeri. Ma quest'uso è soprattutto esemplificativo: serve a convincere il lettore che i "conti tornano", ovvero che quanto si afferma discende dalla logica interna dei fatti economici.

La riflessione sull'economia, infatti, non è ancora articolata in una scienza. Gli studiosi cercano di scoprire le "leggi naturali" di comportamento dei sistemi economici e l'aritmetica contribuisce in modo determinante a fare emergere i fenomeni economici che occorre spiegare.

Nel suo *Essay on the Nature of Commerce*, scritto intorno al 1720 ma pubblicato nel 1755, Richard Cantillon (1680-1734) illustra così come alla stessa quantità di lavoro di un uomo possa corrispondere un potere d'acquisto diverso:

«Ad esempio, se la giornata di un uomo è pagata un'oncia d'argento e quella di un altro uomo è pagata soltanto mezza oncia, allora il primo ha accesso al doppio di prodotti della Terra che il secondo.»

Invece delle proporzioni, Adam Smith (1723-1790), unanimemente considerato il padre della scienza economica, utilizza la moltiplicazione e la divisione in *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of*

Nations (1776) per chiarire come la specializzazione possa aumentare la produttività di un lavoratore:

«Un lavoratore non specializzato [...] non riuscirebbe certamente a produrre venti spilli in un giorno. [...] Ma laddove dieci di questi lavoratori [...] sono impiegati in due o tre mansioni diverse [...], essi riescono a produrre oltre 48.000 spilli al giorno. Ciascuno di essi, dunque, [...] è come se producesse 4.800 spilli al giorno.»

Appena qualche anno dopo, per esemplificare il rischio che la crescita della popolazione conduca ad una drastica riduzione della qualità della vita, Thomas Malthus (1766-1834) introduce in *An Essay on Population* (1798) le progressioni aritmetiche e geometriche:

«Supponendo che la popolazione attuale sia di 100 milioni, la specie umana crescerebbe come i numeri 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, e i mezzi di sussistenza come 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. In due secoli il rapporto tra popolazione e mezzi di sussistenza sarebbe di 256 a 9.»

Cantillon sostiene che alla stessa quantità di lavoro può corrispondere un salario diverso. Smith spiega che una diversa organizzazione del lavoro può aumentare la produttività di un lavoratore. Malthus mostra che il tasso di crescita della popolazione può divergere drasticamente dal tasso di sviluppo dei mezzi di sussistenza.

Ciascuna di queste proposizioni può essere enunciata senza fare uso della matematica. Tuttavia, il ricorso all'esempio aritmetico fa emergere l'argomento con superiore chiarezza. I “conti tornano”, perché di quanto si afferma si può dare un riscontro numerico che rassicura il lettore sulla coerenza del discorso.

3. La matematica come linguaggio

Lentamente — e, soprattutto, inconsapevolmente — l'uso della matematica come fonte di esempi chiarificatori condurrà gli economisti a introdurre un linguaggio più esplicitamente matematico nei loro scritti. In questo processo di arricchimento culturale, emergono tre tendenze diverse.

Da una parte, v'è lo sforzo sincero di formulare in modo rigoroso le leggi dell'economia, introducendo definizioni precise e proposizioni dimostrate matematicamente. Si consideri ad esempio come Antoine A. Cournot (1801-1877) dimostra nelle sue *Recherches sur les Principes Mathématiques de la Théorie des Richesses* (1838) l'esistenza di un prezzo che massimizza i ricavi:

«Dal momento che la [funzione di domanda] $F(p)$ è continua, la funzione $pF(p)$, che rappresenta il valore della quantità venduta annualmente, deve essere anch'essa continua. [...] Poiché $pF(p)$ è inizialmente crescente, e poi decrescente in p , deve esistere un valore di p che massimizzi questa funzione, ed esso è dato dall'equazione $F(p) + pF'(p) = 0$.»

L'esistenza di questo prezzo — ottimo, perché conduce ai massimi ricavi ottenibili — giustifica lo sforzo degli economisti di fornire precetti che aiutino gli uomini d'azienda a trovare il prezzo migliore a cui vendere i loro prodotti. La dimostrazione è un'applicazione semplice ma genuina della matematica all'economia. Non a caso, Cournot è da molti considerato il padre dell'economia matematica. Tuttavia, studiosi come Cournot restano rari fino al 1870 e lo stesso Cournot non scriverà più di economia successivamente al 1838.

Molto più comune, invece, è la tendenza a introdurre un linguaggio più matematico come naturale complemento alla ricerca del rigore, che tuttavia non è identificato con i canoni matematici. Il modo principale di comunicazione degli studiosi di economia resta prevalentemente non matematico, con occasionali intrusioni della terminologia matematica.

Possiamo considerare rappresentativo di questa tendenza dominante il manuale sui *Principles of Political Economy* (1848¹, 1871⁷) di John Stuart Mill (1806-1873), che fu il testo di riferimento nella formazione degli economisti fino a ben oltre la seconda metà del secolo XIX:

«L'equazione della domanda internazionale [...] può essere concisamente espressa come segue. Il prodotto di un paese si scambia per il prodotto degli altri paesi esattamente alle ragioni di scambio necessarie per eguagliare le esportazioni e le importazioni.»

Mill enuncia la proposizione che il tasso di cambio di una valuta deve essere tale da rendere il valore delle importazioni uguale al valore delle esportazioni. Espressa in forma di "equazione della domanda internazionale", la stessa proposizione può essere data in forma matematica. Dunque, la matematica può essere usata come linguaggio per discorrere di economia.

Cent'anni dopo, troviamo la piena consapevolezza di ciò in un aneddoto sul fisico Gibbs riportato da Paul A. Samuelson (nato nel 1915 e premio Nobel per l'economia nel 1970) in una sua appassionata difesa dell'importanza della matematica per la teoria economica [4]:

«Si dice che il grande Willard Gibbs abbia tenuto un solo discorso davanti la facoltà di Yale [...], mentre si dibatteva con ardore quali dovessero essere i corsi fondamentali: "Gli studenti dovrebbero essere obbligati a sostenere esami di lingua o di matematica?" Gibbs, che non era un uomo loquace, si alzò e tenne un discorso di [cinque] parole: "La matematica è un linguaggio".»

La diffusione tra gli economisti della consapevolezza che la matematica possa essere un linguaggio con cui comunicare la teoria economica e costruire le sue applicazioni è una concausa importante di tutte le trasformazioni successive nel rapporto tra matematica ed economia. Per semplicità, le raccoglieremo in tre filoni.

Per i più, seguendo Mill, l'assimilazione del metodo assiomatico e delle tecniche dimostrative mutuata dalla matematica fornirà la base su cui fondare la trasformazione di una collezione di concetti economici vaghi e contraddittori in un *corpus* sistematico e logicamente coerente. Nelle parole di Samuelson [4]:

«I problemi della teoria economica --- l'incidenza fiscale, gli effetti di una svalutazione --- sono per loro stessa natura questioni quantitative. [...] Quando li affrontiamo a parole, risolviamo le stesse equazioni che avremmo se li scrivessimo in forma matematica. [...] I vantaggi del metodo matematico nel trattare le inferenze deduttive sono indisputabili. [...] Dove si compiono gli errori peggiori è nella formulazione delle ipotesi. [...] Uno dei vantaggi del metodo matematico di dimostrazione -- o, più esattamente, dei canoni di dimostrazione di un matematico, si usino parole o simboli -- è che ci obbliga a mettere in terra tutte le nostre carte e mostrare quali sono le ipotesi.»

Alcuni grandi studiosi seguiranno l'esempio di Cournot. Superando l'uso della matematica come mera tecnica, ne faranno un genuino strumento conoscitivo indispensabile per l'avanzamento della teoria economica. Ancora Samuelson scrive in [4]:

«Il teorema di Eulero è fondamentale per la più semplice versione della teoria neoclassica della distribuzione del reddito. Eppure, senza matematica, nessuno può fornirne una dimostrazione rigorosa.»

Per altri, infine, la parafrasi del linguaggio matematico servirà solo ad ammantare di maggiore autorità le proprie tesi. Lungi dagli esempi di Smith o Malthus, semplici e comprensibili a chiunque, in questo caso la matematica non sarà usata per un arricchimento culturale ma per oscurare al profano la comprensione delle leggi dell'economia. Contro questa tentazione degenerativa ammonisce John Maynard Keynes (1883-1946), forse il più grande economista mai vissuto, in un aneddoto riportato

dall'amico Roy F. Harrod nella biografia su *The Life of John Maynard Keynes* (1951):

«Quando nel 1922 gli chiesi quanta matematica dovesse conoscere un economista, mi rispose che Johnson, nel suo articolo sull'*Economic Journal*, aveva già condotto le applicazioni dell'analisi matematica alla teoria economica fin dove era utile farlo.»

Per valutare più consapevolmente quest'affermazione, sarà utile sapere che l'articolo di Johnson a cui si riferisce Keynes è stato pubblicato nel 1913 e fa uso del calcolo differenziale e dei determinanti. Si tratta, dunque, di un bagaglio matematico simile a quanto (nel 1922!) ci si attenderebbe da un ingegnere.

Nelle tre sezioni successive presentiamo in che modo, nel suo rapporto con l'economia, la matematica sia stata declinata come tecnica, come strumento conoscitivo e come mezzo retorico.

4. La matematica come tecnica

Consideriamo per primo il ruolo della matematica nello sviluppo delle tecniche di analisi economica. Un esempio aiuterà a capire i termini della questione. Si rilegga la citazione di Cantillon riportata sopra, che porge il problema di stabilire quale "legge naturale" conferisca alla giornata lavorativa del primo uomo un valore più alto della giornata del secondo. Verosimilmente, il lavoro del primo uomo è pagato di più perché è più produttivo del lavoro del secondo uomo. Formuliamo due congetture la cui concatenazione spieghi il fenomeno: 1) una maggiore produttività crea un valore maggiore; 2) un valore maggiore si trasforma in un salario più alto. Come possiamo trasformare queste congetture in conoscenza?

Si può immaginare di procedere per induzione empirica, osservando se ad una produttività più alta corrisponda un valore maggiore e se ad un valore più alto corrisponda un salario maggiore. Tuttavia, poiché il valore di una giornata lavorativa non è una quantità misurabile, possiamo solo accertare se ad una produttività più alta corrisponda un salario maggiore. L'esito di questo esperimento non è conclusivo: una correlazione positiva tra produttività e salario è condizione necessaria ma non sufficiente per l'esistenza delle due correlazioni positive congetturate. Viceversa, se troviamo una correlazione negativa, non possiamo determinare quale tra le due congetture sia corretta.

In generale, e questo è un problema tipico per tutte le scienze sociali, risulta assai difficile costruire esperimenti conclusivi anche per le più semplici proposizioni. Poiché ciò impedisce di procedere per induzione empirica, molti studiosi sono costretti a procedere per via deduttiva. Se definiamo accuratamente i concetti di salario, valore e produttività, possiamo scrivere un teorema e dimostrare che maggior produttività crea maggior valore, anche se non necessariamente un salario più alto.

Il primo studioso a porre un'enfasi consapevole sul metodo deduttivo della matematica come fondamento della scienza economica fu William S. Jevons (1835-1882) nel suo *opus magnum* su *The Theory of Political Economy* (1871):

«L'economia, se ha da essere una scienza, deve essere una scienza matematica.»

Le caratteristiche del suo metodo sono evidenti nella lettera dell'1 giugno 1860 al fratello Herbert:

«Ricavo da principi matematici tutte le principali leggi a cui gli economisti politici erano già arrivati, ma le dispongo in un sistema di definizioni, assiomi e teorie rigorosi e coerenti come se fossero problemi geometrici.»

A Jevons fece seguito un radicale cambiamento di metodo (noto come "rivoluzione marginalista") che trasformò l'economia. L'introduzione del metodo deduttivo dei marginalisti è alla base della teoria neoclassica, che ancora oggi costituisce il paradigma della scienza economica. Gli storici del pensiero economico dibattono da molti anni sulle relazioni tra l'introduzione del metodo marginalista ed il progresso della scienza economica. In questa sede, ci basterà osservare che esso ha due effetti concomitanti.

Il primo effetto è "matematizzare" una parte del discorso economico, aprendo la disciplina ai contributi di altri scienziati, soprattutto fisici ed ingegneri. Questi, a loro volta, studiano e si concentrano sui problemi che meglio si attagliano al metodo deduttivo. La scienza economica guadagna in profondità in alcuni campi ma intanto rischia di perderne di vista altri ugualmente importanti. Il secondo effetto, infatti, è relegare in secondo piano gli aspetti storici e istituzionali difficili da trattare "matematicamente".

L'esempio più caratteristico del primo effetto è l'introduzione di una funzione d'utilità per descrivere il comportamento dei consumatori. Come spiega Tjalling Koopmans (1910-1985, premio Nobel per l'economia nel 1975) nei suoi *Three Essays on Economic Science* (1957):

«La funzione di utilità di un consumatore appare molto simile ad una funzione potenziale nella teoria gravitazionale.»

Agli ingegneri avvezzi alla meccanica razionale – tra essi, gli italiani Antonelli, Pareto e Boninsegni – o ai fisici usi al principio di conservazione dell'energia, basta trasporre le loro conoscenze in campo economico per generare una messe di risultati nuovi e di analogie illuminanti. L'economista più rappresentativo di questo processo è sempre Samuelson, che nell'articolo *How "Foundations" Came to Be* (1998) scrive:

«Fui vaccinato presto e capii che l'economia e la fisica potevano condividere gli stessi teoremi (Eulero sulle funzioni omogenee, Weierstrass sui massimi vincolati, le identità sui determinanti di Jacobi sottostanti alle reazioni di LeChatelier, etc.), anche senza riposare sulle stesse fondazioni e sulle stesse certezze empiriche.»

Al successo di queste mutazioni si accompagna tra il 1870 ed il 1930 l'affermarsi di una metodologia per l'uso della matematica nella ricerca economica vicina a quanto in uso nella meccanica razionale di fine Ottocento. Non a caso, il più grande successo dell'economia neoclassica è la teoria dell'equilibrio economico generale ideata da Leon Walras (1834-1910) e consolidata da Vilfredo Pareto (1848-1923), che studia l'economia come un sistema di forze contrapposte alla ricerca di un equilibrio.

Questa impostazione, oggi superata dall'introduzione di metodi matematici più moderni, sopravvive nelle formulazioni matematicamente più accessibili — e quindi più diffuse — della teoria neoclassica. Ciò con due principali effetti. Primo, gli economisti continuano sovente ad adottare le ipotesi più convenienti da ricondurre a questa analogia invece di quelle più realistiche. Assai poco progresso, invero, è stato fatto da quando Henri Poincaré criticava in una lettera a Walras dell'1 ottobre 1901 i suoi assiomi di comportamento economico:

«Voi supponete che gli uomini siano infinitamente egoisti e infinitamente lungimiranti. La prima ipotesi potrebbe essere accettata in prima approssimazione, ma la seconda suggerisce cautela.»

Il secondo effetto è la scarsa attenzione generalmente dedicata dagli economisti a paradigmi alternativi (quali le teorie evolutive delle biologia) o alle più recenti teorie della fisica (come la relatività o le teorie quantistiche). Ciò anche se in qualche caso vi sono state teorie matematiche suggerite da problemi economici che successivamente sono

state riscoperte in fisica. Ma, in questi casi, più che *τεχνη* la matematica è già strumento conoscitivo: e a questo dedichiamo la prossima sezione.

5. La matematica come strumento conoscitivo

Le applicazioni di maggior successo della matematica all'economia ne hanno esaltato il ruolo di strumento conoscitivo. Numerose teorie economiche sono state enunciate e perfezionate in virtù dell'uso sistematico e illuminato della matematica ed il lettore interessato ne troverà in [5] una rassegna organica.

Tra queste applicazioni, ne ricordiamo sette: a) la teoria dell'equilibrio economico generale, basata su una matematica simile a quella della meccanica razionale e successivamente sui metodi della topologia differenziale e algebrica; b) la teoria delle aspettative razionali, fondata sull'inferenza statistica e sulla programmazione dinamica; c) la teoria dei giochi, che ha generato addirittura una matematica *ad hoc*; d) l'economia dell'incertezza, basata sulla stessa teoria dei giochi e sul calcolo delle probabilità; e) la teoria delle scelte sociali, fondata sui metodi dell'algebra; f) la finanza matematica, che ha arricchito la teoria dei processi stocastici in tempo continuo; g) la teoria dell'allocazione ottima delle risorse, da cui si è sviluppata la programmazione lineare e più in generale la ricerca operativa.

Alcuni tra i principali autori di queste teorie hanno ricevuto il premio Nobel per l'economia. Rimandiamo per maggiori dettagli all'articolo "Chi ha detto che un matematico non può vincere il Nobel?" pubblicato in questa raccolta, dove si trovano notizie su Debreu e l'equilibrio economico, su Nash e la teoria dei giochi, su Arrow e le scelte sociali, su Kantorovich e l'allocazione ottima.

Qui ricordiamo invece tre matematici scomparsi prima del 1969: Ramsey, von Neumann e Bachelier. Almeno per i primi due, siamo quasi certi che soltanto la tardiva istituzione del premio Nobel in economia abbia loro impedito di ottenere questo riconoscimento. Non a caso, Robert T. Solow (nato nel 1924 e premio Nobel per l'economia nel 1987) sostiene in un suo breve scritto autobiografico del 1990 che i tre studiosi maggiormente importanti per l'economia fra i non economisti sono stati Ramsey, von Neumann e lo statistico matematico Harold Hotelling (1895-1973).

Il primo autore è Frank P. Ramsey (1903-1930), morto giovanissimo, ma autore di contributi assolutamente originali su tre problemi diversi: fornire un criterio generale per prendere decisioni in condizioni d'incertezza (1926, pubblicato postumo nel 1931); determinare il sistema migliore di tassare i redditi (1927); stabilire il modo migliore di accumulare i risparmi nazionali (1928). Quest'ultimo lavoro introdusse l'uso del calcolo delle variazioni in economia, portando all'attenzione degli economisti la necessità di introdurre tecniche per la soluzione dei problemi di ottimizzazione dinamica.

Il secondo autore è John von Neumann (1901-1957), genio multiforme, che si interessò soltanto sporadicamente all'economia ma fornì anche lui contributi assolutamente originali. Trovò infatti la prima soluzione generale per giochi di puro antagonismo tra due persone (1928); fornì il primo modello di crescita economica in cui si dessero anche condizioni per la permanenza nel tempo dell'equilibrio (1937); e, insieme a Oskar Morgenstern (1902-1977), sistematizzò alcune intuizioni precedenti fondando la teoria dei giochi e la teoria delle decisioni (1944).

Il terzo autore, ancora oggi sconosciuto alla maggior parte degli economisti, è Louis Bachelier (1870-1946). Nella sua tesi di dottorato (1900) sui problemi di speculazione, egli rappresentò il movimento dei

prezzi di attività finanziarie attraverso passeggiate aleatorie, anticipando di pochi anni il moto browniano di Einstein (1905) e di oltre 70 anni l'uso delle martingale per la rappresentazione matematica di un mercato efficiente.

Il contributo della matematica all'economia, peraltro, non si limita al suo ruolo di strumento conoscitivo a fini teorici. Come abbiamo detto, a partire dal 1870, la rivoluzione marginalista trasforma consapevolmente l'uso della matematica da linguaggio in tecnica d'analisi. In questo processo, la teoria economica si caratterizza sempre di più per l'uso sistematico del formalismo assiomatico tipico del metodo deduttivo. Il limite di questo approccio è che esso consente di sviluppare teorie di rilevanza generale, ma non fornisce modelli predittivi temporalmente e geograficamente collocati.

A partire dal 1930, sotto la pressione degli statistici, si afferma un secondo (e parallelo) processo di formalizzazione che invece concerne le osservazioni empiriche. Per capire il mondo e per prevedere che cosa accadrà, occorre una scienza quantitativa che sappia manipolare i dati statistici. Da essi deve trarre modelli descrittivi e predittivi, la cui validità è basata su criteri formali ma empirici. In un certo senso, è la rivincita del metodo induttivo sul metodo deduttivo. Accanto all'economia matematica, che riduce a teoremi i fenomeni economici, nasce l'econometria, che invece cerca di misurarli.

L'atto di nascita di questa nuova disciplina è la fondazione dell'Econometric Society, “*an international society for the advancement of economic theory in its relation to statistics and mathematics*” da parte di Irving Fisher (1895-1973) e Ragnar Frisch (1895-1973, premio Nobel in Economia nel 1969). Ecco come quest'ultimo descrive l'econometria nell'articolo *On a Problem in Pure Economics* (1926):

«A metà strada tra matematica, statistica ed economia, troviamo una nuova

disciplina che, in mancanza di un nome migliore, possiamo chiamare *econometria*. L'econometria ha come scopo di sottoporre le leggi astratte della teoria economica o dell'economia "pura" a verifiche sperimentali e numeriche e dunque di trasformare l'economia pura, per quanto possibile, in una scienza in senso stretto. »

Dopo le prime comprensibili difficoltà, l'Econometric Society, anche per una serie di circostanze finanziarie favorevoli, ha un successo insperato e l'econometria si afferma rapidamente, distinguendosi dai rami tradizionali dell'economia. Allo stesso Frisch è comunemente attribuita l'invenzione dei termini "microeconomia", "macroeconomia" ed "econometria" con cui ancora oggi si designano le tre materie principali nel curriculum di primo anno di un dottorando in economia.

Può essere utile, prima di lasciare questa sezione sui successi dell'economia matematica, confrontare le parole piene di speranza di Frisch con un aneddoto raccontato da Keynes nei suoi *Essays in Biography* (1933):

«Planck [...], il famoso inventore della teoria quantistica, mi disse una volta che in gioventù aveva pensato di studiare l'economia, ma di averla trovata troppo difficile! [...] Planck avrebbe potuto impadronirsi dell'intero *corpus* di economia matematica in pochi giorni. [...] Ma la combinazione di logica ed intuizione e la vasta conoscenza di fatti spesso imprecisi che sono necessari per una genuina interpretazione economica sono terribilmente difficili da padroneggiare per coloro il cui talento consiste principalmente nella capacità di concepire e sviluppare fino alle estreme conseguenze le implicazioni di fatti relativamente semplici e noti con grande precisione.»

Anche se l'econometria e l'economia matematica hanno contribuito a volgere l'economia in scienza, il loro compito non è terminato. L'economia e la società cambiano continuamente: una loro genuina interpretazione richiede ancora altri strumenti e altre conoscenze

matematiche.

6. La matematica come mezzo retorico

Una conseguenza dei successi nell'applicazione del metodo e degli strumenti matematici all'economia è la diffusione del linguaggio matematico come mezzo retorico. Proposizioni banali opportunamente acconciate in forma di teorema possono sembrare (soprattutto al profano) argomentazioni scientifiche. In questi casi, purtroppo, la matematica non contribuisce né all'analisi né allo sviluppo della scienza economica, ma è asservita a strumento per paludare e conferire maggior dignità a studi che – evidentemente – poco merito hanno in sé.

La tesi che l'economia soffra di un'eccessiva matematizzazione trae fondamento proprio da questo diffuso artificio retorico. Moltissimi studiosi, tra cui alcuni premi Nobel in economia come M. Allais e W. Leontief, hanno attaccato anche violentemente la pratica di spacciare teoremi matematici come buona economia.

Una tra le critiche più note all'uso della matematica come strumento di analisi economica fu mossa da Alfred Marshall (1842-1924) in una lettera a Bowley del 27 novembre 1906:

«È improbabile che un buon teorema matematico basato su ipotesi economiche costituisca buona economia. Ecco le mie regole: (1) Usare la matematica come un linguaggio stenografico piuttosto che come strumento di analisi. (2) Attenersi alla regola precedente fino in fondo. (3) Tradurre in inglese. (4) Illustrare con esempi che siano importanti nella vita reale. (5) Bruciare la matematica. (6) Se non si può applicare la regola (4), bruciare la (3). E quest'ultima regola ho dovuto spesso applicarla.»

Coerentemente, nei suoi *Principles of Economics* (1890¹, 1920⁸) il

manuale di economia più diffuso a cavallo tra il secolo XIX ed il secolo XX, Marshall preferì relegare in appendice l'apparato formale. Ma, come spiega il suo allievo Keynes nei suoi *Essays in Biography* (1933), fece ciò per evitare di ingenerare l'impressione che, da sola, la matematica fornisca la risposta ai problemi della vita reale.

Condizione necessaria per una fertile applicazione della matematica all'economia è che essa contribuisca alla comprensione di fenomeni importanti. Altrimenti, è meglio tacere. Il rischio che il formalismo matematico possa prendere il sopravvento sulla sostanza dei problemi, del resto, è lo stesso descritto in generale da John von Neumann in [6]:

«Via via che una disciplina matematica si allontana dai suoi riferimenti empirici [...] corre gravi pericoli. Essa diventa sempre più puro estetismo, sempre più solo *l'art pour l'art*. Ciò non è necessariamente un male, se il campo è circondato da temi correlati, o se la disciplina subisce l'influenza di uomini dotati di un gusto eccezionalmente ben sviluppato. Ma c'è un grave pericolo che il campo si sviluppi lungo il cammino di minima resistenza [...] e che la disciplina diventi una massa non organizzata di dettagli e complicazioni.»

7. La matematica come requisito professionale

La versatilità dei ruoli che la matematica svolge in rapporto all'economia – tecnica, strumento d'analisi, mezzo retorico – implica che essa sia da considerarsi a tutti gli effetti un requisito professionale indispensabile per l'economista moderno.

Ecco il consiglio di Samuelson ad un giovane che desidera approfondire la teoria economica ma abbia basi matematiche modeste [4]:

«È empiricamente vero che, se si esaminano la formazione ed il curriculum di tutti i grandi economisti teorici del passato, una percentuale sorprendentemente alta ha almeno una preparazione matematica di livello intermedio. [...] Inoltre, senza matematica si corrono gravi rischi psicologici. Crescendo in età, si può sviluppare un complesso di inferiorità e abbandonare gli studi teorici oppure [...] diventare molto aggressivi contro questi. [...] Un pericolo altrettanto grande è di sopravvalutare la potenza del metodo matematico, nel bene o nel male.»

Una buona consapevolezza matematica deve fornire all'economista la capacità di discernere la buona dalla cattiva teoria e aiutarlo a non farsi incantare dalle sirene retoriche. Dopo tutto, la matematica è uno strumento che va giudicato per l'uso che se ne fa. Il consiglio conclude infatti:

«La matematica non è una condizione né necessaria né sufficiente per una fruttuosa carriera in teoria economica. Può aiutare. E può certamente costituire un impedimento, perché è assai facile trasformare un buon economista umanista in un mediocre economista matematico.»

Non c'è una *via regia* matematica all'economia. Ma è un fatto che l'importanza della matematica nella comunicazione professionale economica è indiscussa. Ad esempio, uno studio di G.J. Stigler (1911-1991, premio Nobel per l'economia nel 1982) e altri due collaboratori [7] documenta che, rispetto all'insieme delle cinque principali riviste di economia, la percentuale di articoli che fanno uso del calcolo differenziale o di altre tecniche più avanzate è passata dal 2% nel 1932-33 al 31% nel 1952-53 e dal 46% nel 1962-63 al 56% nel 1989--90.

Più sorprendente, forse, è che un altro studio di T. Morgan [8] rilevi come nel 1982-86 i "modelli matematici senza dati empirici" fossero 42% sull'*American Economic Review* (rivista di riferimento per gli economisti), 18% sull'*American Political Science Review* (rivista di riferimento per gli scienziati politici), 1% sull'*American Sociological*

Review (rivista di riferimento per i sociologi), 0% sul Journal of the American Chemical Society (rivista di riferimento per i chimici) e appena 12% sulla Physical Review (rivista di riferimento per i fisici).

Apparentemente, v'è più matematica in economia (e di gran lunga!) che nelle altre scienze sociali affini o persino nelle più tradizionali discipline scientifiche. Tanto più importante, dunque, diventa una solida cultura matematica che ponga l'economista in condizione di non patire alcun complesso d'inferiorità e di saper discernere autonomamente la buona economia dalla cattiva. Anche per non tradire quel quarto di nobiltà matematica che in epigrafe Keynes attribuisce ad un vero economista.

Riferimenti bibliografici

La bibliografia relativa ai rapporti tra matematica ed economia è molto ampia. Riportiamo qui soltanto i lavori citati nel testo, che dovrebbero essere sufficienti per consentire un approfondimento della materia.

- [1] Zakha W.J., *The Nobel Prize Economics Lectures: A Cross-Section of Current Thinking*, Avebury, Aldershot 1992
- [2] Ingrao B. & Israel G., *La mano invisibile: L'equilibrio economico nella storia della scienza*, Laterza, Bari 1987
- [3] Mirowski P., "The When, the How and the Why of Mathematical Expression in the History of Economic Analysis", *Journal of Economic Perspectives* 5, 1991, 145-157
- [4] Samuelson P.A., "Economic Theory and Mathematics — An Appraisal", *American Economic Review, Papers and Proceedings* 42, 55-66, 1952
- [5] AA. VV., *Handbook of Mathematical Economics*, 4 voll., North-Holland, Amsterdam 1981-1991

- [6] von Neumann J., “The Mathematician”, in: *The Works of the Mind*, a cura di R.B. Heywood, University of Chicago Press, Chicago, 180-196, 1947
- [7] Stigler G.J. & S.M. Stigler & C. Friedland, “The Journals of Economics”, *Journal of Political Economy* 103, 331-359, 1995
- [8] Morgan T., “Theory versus Empiricism in Academic Economics: Update and Comparisons”, *Journal of Economic Perspectives* 2, 159-164, 1989