

Università Commerciale Luigi Bocconi
Facoltà di Economia e Commercio
Corso di Laurea in Economia Politica

**LA RIFLESSIONE EPISTEMOLOGICA DI
NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN:
LA NASCITA DELLA BIOECONOMIA**

Relatore: Prof. Giorgio Lunghini

Tesi di Laurea di:
Alberto Berton
Matricola n° 552794

Anno Accademico 1994-1995

INDICE

INTRODUZIONE	pag.	6
Chi é Nicholas Georgescu-Roegen.....	pag.	6
Oggetto, scopo e metodo di questa tesi	pag.	8
Piano di lavoro.....	pag.	10
I. L'EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA E LA SUA INFLUENZA SULLA SCIENZA ECONOMICA.....	pag.	12
I.1. L'EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA	pag.	12
I.1.1. La nascita dell'epistemologia e della scienza della meccanica	pag.	12
I.1.2. Il sorprendente successo della fisica newtoniana e il trionfo dell'epistemologia meccanicistica	pag.	17
I.1.3. Evoluzionismo contro meccanicismo	pag.	19
I.1.4. Il crollo della concezione meccanicistica del mondo e la chiusura metodologica del neopositivismo....	pag.	25

I.2. L'INFLUENZA DELLA EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA SULLA SCIENZA ECONOMICA.....	pag.	27
I.2.1. Dall'economia politica classica alla formazione dell'economia neoclassica	pag.	27
I.2.2. La teoria dell'equilibrio economico generale concorrenziale di Walras	pag.	33
I.2.3. Lo spirito del neopositivismo e la scuola neo- walrasiana.....	pag.	41
..		

**II. LA FORMAZIONE DEL PENSIERO EPISTEMOLOGICO
DI GEORGESCU-ROEGEN pag. 47**

II.1. IL PERIODO DI SOGGIORNO IN FRANCIA (1927- 1930)	pag.	47
II.1.1. Il valore della matematica e della scienza nel pensiero di Emil Borel	pag.	49
II.1.2. La filosofia evoluzionistica di Henry Bergson.....	pag.	51
II.2. IL PERIODO DI SOGGIORNO IN INGHILTERRA (1930-1932)	pag.	54
II.2.1. Il valore della scienza e il rapporto scienza- evoluzione nel pensiero epistemologico di Karl Pearson	pag.	55
...		

II.3. LA NASCITA DI GEORGESCU-ROEGEN ECONOMISTA (1932-1936)	pag.	58
--	------	----

II.3.1. L'impatto con la realtà della Romania dei primi anni '30	pag.	58
---	------	----

II.3.2. L'incontro con Joseph Schumpeter	pag.	60
--	------	----

II.4. IL PERIODO DI ATTIVISMO POLITICO IN ROMANIA (1936-1948)	pag.	63
--	------	----

II.5. L'ANALISI CRITICA DELLA TEORIA DEL COMPORAMENTO DEL CONSUMATORE	pag.	66
--	------	----

II.5.1. Il problema dell'esistenza della funzione di utilità: le preferenze lessicografiche	pag.	68
--	------	----

III. LA RIFLESSIONE EPISTEMOLOGICA DI GEORGESCU- ROEGEN	pag.	75
--	-------------	-----------

III.1. PREMESA	pag.	75
----------------------	------	----

III.2. LA RIFLESSIONE SULLA CONCEZIONE DEL PROCESSO ECONOMICO	pag.	76
--	------	----

III.2.1. Economia, meccanica e termodinamica	pag.	76
--	------	----

III.2.2. L'interazione tra processo economico e ambiente	pag.	81
--	------	----

III.2.3. L'interazione tra processo economico e cultura ...	pag.	86
---	------	----

III.2.4. Conclusioni per l'economista (1)	pag.	89
---	------	----

III.3. LA RIFLESSIONE SUL METODO SCIENTIFICO.....	pag.	91
III.3.1. Genesi ed evoluzione della scienza	pag.	91
III.3.2. L'atteggiamento acritico nei confronti della scienza teoretica	pag.	96
III.3.3. Scienza teoretica e cambiamento qualitativo	pag.	97
III.3.4. Scienza teoretica e emergenza di novità	pag.	101
III.3.4. Conclusioni per l'economista (2)	pag.	103

CONCLUSIONI	pag.	106
--------------------------	-------------	------------

BIBLIOGRAFIA	pag.	112
---------------------------	-------------	------------

INTRODUZIONE

Chi é Nicholas Georgescu-Roegen

Nicholas Georgescu-Roegen nasce a Costanza, in Romania, il 4 febbraio 1906. Rimasto orfano di padre all'età di otto anni, viene allevato dalla madre, maestra elementare di modestissime condizioni economiche, nel duro periodo della prima guerra mondiale. Ancora giovanissimo, a dieci anni, ottiene una borsa di studio che gli permette di frequentare la scuola superiore più prestigiosa del paese, il Lyceum Mânastirea Dealu.

Fin dai primi anni di liceo manifesta uno spiccato interesse e una straordinaria capacità negli studi matematici. Nel 1922, a soli sedici anni, si iscrive alla Facoltà di Matematica dell'Università di Bucarest, dove studia sotto la guida di alcuni tra i più insigni matematici romeni come Traian Lalescu, Octav Onicescu e G. Titeica.

Laureatosi brillantemente nel 1926, può proseguire gli studi alla Sorbona di Parigi grazie ad una borsa di studio governativa. Alla Sorbona, entra in stretto contatto con alcune delle figure più rappresentative della scienza francese: Albert Aftalion, Georges Darmois, Maurice Fréchet e, soprattutto, Emil Borel. Nel 1930, a soli ventiquattro anni, consegue il dottorato di ricerca in Statistica, "avec les félicitations du jury", discutendo una tesi intitolata "Le problème de la recherche des composantes cycliques d'un phénomène", pubblicata per intero sul *Journal de la Société de Statistique de Paris*. Grazie agli eccellenti risultati raggiunti, la sua borsa di studio viene estesa ad un periodo di ricerca post-dottorale presso l'University College di Londra. Arrivato a Londra nell'ottobre del 1930, lavora per due anni sotto la guida di Karl Pearson, celebre scienziato ed epistemologo inglese.

Rientrato in Romania nel 1932, é nominato professore di Statistica all'Università di Bucarest. Ma il contatto diretto con la drammatica realtà del suo paese fa nascere in lui un nuovo interesse scientifico, quello verso la problematica economica.

Nel 1934 decide di recarsi alla Harvard University, in qualità di *visiting Rockefeller Fellow*, per approfondire le sue conoscenze di statistica economica. Giunto nella prestigiosa università statunitense, incontra per circostanze fortuite il grande economista austriaco Joseph Schumpeter, il quale lo incoraggia ad intraprendere lo studio dell'economia politica. Durante i due anni di "apprendistato" -come egli ama ricordare il periodo trascorso negli Stati Uniti- si dedica interamente alla scienza economica, scrivendo un articolo sulla teoria della produzione e tre sulla teoria del consumo.

Al suo rientro in Romania, nel 1936, é nominato vice direttore dell'Istituto Centrale di Statistica (carica che manterrà fino al 1939). Negli anni successivi, agli impegni di natura accademica e scientifica affianca responsabilità politiche di vario ordine e grado: delegato della Romania al comitato "Peaceful Change" della Società delle Nazioni (1938), consigliere economico del Ministero del Tesoro (1938-39), membro del Comitato Centrale del Partito Nazionale Contadino (1939-43), direttore del Ministero del Commercio e dell'Industria (1939-40, 1941-43), Segretario Generale per l'Armistizio (1944-45). Nel 1946 si rifiuta di partecipare ad una coalizione governativa dominata dal Partito Comunista Romeno, ragion per cui é rimosso dagli incarichi istituzionali e perseguitato. Nel febbraio 1948, con la moglie Otilia Busuioc, fugge dalla Romania, riparando dapprima in Turchia e successivamente negli Stati Uniti.

Nel 1949 é nominato professore di Economia alla Vanderbilt University di Nashville, in Tennessee. Nel corso degli anni Cinquanta scrive diversi articoli sulla teoria del consumo e della produzione, i risultati dei quali sono unanimemente riconosciuti dagli economisti come fondamentali.

Durante gli anni Sessanta allarga progressivamente il suo campo di studio fino a giungere ad occuparsi di questioni di carattere prettamente epistemologico.

Nel 1966 pubblica *Analytical Economics: Issues and Problems*. Questo volume, che raccoglie alcuni tra i più importanti dei suoi articoli precedenti, si apre con un saggio intitolato "Some Orientation Issue in Economics". Questo saggio contiene una critica radicale all'impostazione epistemologica dell'economia "standard" e la contestuale proposta di ricostruire la scienza economica a partire da una nuova concezione del processo economico e da un nuovo metodo di analisi.

Nel corso degli anni successivi la sua attività scientifica prosegue prevalentemente entro questa nuova linea di pensiero. Tra i numerosi lavori che testimoniano il suo incessante impegno e la sua fervida creatività ricordiamo soprattutto il celebre libro del 1971 intitolato *The Entropy Law and the Economic Process*, che rappresenta lo sviluppo e l'articolazione del saggio del 1966, e il libro del 1976 dal titolo *Energy and Economic Myths*.

Lasciato l'incarico di professore ordinario di Economia alla Vanderbilt University nel 1976, da allora non ha mai interrotto la sua attività scientifica, scrivendo una lunga serie di articoli, lavorando alla preparazione di due libri e tenendo lezioni e seminari in diverse università europee e americane.

Negli ultimi anni, il suo pensiero è al centro dell'interesse di un gruppo marginale di studiosi di varia nazionalità e provenienza, i quali vedono in lui il padre indiscusso del nuovo tipo di approccio allo studio dei fenomeni economici che essi stanno cercando, con grande impegno e determinazione, di sviluppare: la "bioeconomia" o "economia ecologica".

Oggetto, scopo e metodo di questa tesi

Oggetto di questa tesi è la riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen. Fonte primaria del presente lavoro è dunque il saggio "Some Orientation Issue in Economics" (1966). Ai fini della chiarificazione di alcuni aspetti del pensiero del nostro autore abbiamo inoltre trovato particolarmente utili alcune parti di *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), il saggio "Energy and Economic Myths" (1976), l'articolo "The Interplay Between

Institutional and Material Factors: The Problem and its Status" (1988), nonché altri articoli citati in bibliografia.

In estrema sintesi, possiamo dire che il nucleo centrale della riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen é la critica all'impostazione meccanicistica dell'economia neoclassica, l'approccio teorico dominante ormai da oltre un secolo nelle università e nelle istituzioni economiche e politiche occidentali, e la contestuale proposta di rimpostare la scienza economica su una nuova concezione del processo economico (elaborata a partire dai risultati della termodinamica e della biologia) e su un nuovo metodo (risultato dell'integrazione tra modo di ragionamento matematico e modo di ragionamento dialettico).

Scopo di questa tesi é fornire una chiave di lettura che possa agevolare la corretta comprensione del discorso georgescu-roegeniano.

La nostra personale esperienza ci insegna infatti che non lievi sono le insidie che attendono chi si accinga alla lettura diretta delle opere di questo autore, senza essere in possesso di quei punti di riferimento che in questa sede ci proponiamo di fornire.

Il pericolo più immediato é quello di "perdersi" nei ragionamenti di questo straordinario studioso che, dotato di una vastissima cultura in campo scientifico e filosofico oltre che economico, si addentra con sorprendente familiarità nel dibattito epistemologico, fisico e biologico moderno.

Data la grande articolazione del pensiero di Georgescu-Roegen, sussiste inoltre il rischio di cogliere soltanto aspetti parziali del suo messaggio epistemologico, perdendone di vista l'unitarietà.

Vi é infine il pericolo di separare la riflessione georgescu-roegeniana sui fondamenti della scienza economica dalle circostanze e condizioni che hanno presieduto alla sua formazione, e conseguentemente di cadere nel grave errore di interpretare tale riflessione come la manifestazione di un atteggiamento a-scientifico, se non proprio antiscientifico.

Per raggiungere il suddetto scopo, e quindi per scongiurare le insidie di cui sopra, il metodo che abbiamo deciso di adottare é quello di esporre lo scheletro della riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen, dopo aver disegnato lo sfondo storico-culturale generale in cui essa criticamente si

inserisce, e dopo aver delineato l'“alveo” entro il quale essa si é andata formando.

Precisiamo fin da subito che la categoria interpretativa che sta alla base del nostro lavoro é la nozione di “epistemologia” intesa non solo come *metodo* ma anche come *visione del mondo* su cui si fonda una disciplina scientifica.

Com'è noto, l'idea che alle radici di ogni processo scientifico vi sia una particolare visione del mondo, oltre che delle particolari regole metodologiche, é il messaggio più profondo del pensiero epistemologico di Joseph Schumpeter. Scrive infatti il grande economista austriaco:

Lo sforzo analitico é necessariamente preceduto da un atto conoscitivo preanalitico [la “visione”], che fornisce la materia prima per lo sforzo analitico (Schumpeter, 1954: 52).

E aggiunge:

É interessante notare che siffatta “visione” non solo procede storicamente, in qualsiasi campo, la comparsa dello sforzo analitico, ma può anche ricomparire nella storia di qualsiasi scienza, ogni qual volta qualcuno c'insegna a *vedere* le cose in una luce la cui sorgente non può essere trovata nei fatti, nei metodi e nei risultati della scienza già esistente (*Ibid.*).

Queste idee di Schumpeter hanno rappresentato per noi il vero e proprio punto di riferimento che ci ha guidati nel nostro lavoro di chiarificazione della riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen.

Piano di lavoro

Questa tesi é divisa in tre capitoli. Nel primo, ci occuperemo da un punto di vista prettamente storico dell'epistemologia meccanicistica, ovvero della concezione del mondo e del metodo della fisica newtoniana, e dell'influenza di tale orientamento epistemologico sulla scienza economica. Nel secondo

capitolo, ricostruiremo quei momenti della formazione culturale, della vita e dell'attività scientifica di Georgescu-Roegen che sono stati maggiormente decisivi per la genesi del suo pensiero epistemologico. Nel terzo, presenteremo quelle che secondo noi sono le linee essenziali della riflessione epistemologica georgescu-roegeniana.

Nelle conclusioni, infine, faremo alcune considerazioni sulla reazione degli economisti di fronte al messaggio critico ma costruttivo di Georgescu-Roegen, e sulla posizione occupata da questo autore nel panorama del pensiero filosofico e scientifico contemporaneo.

I.

L'EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA E LA SUA INFLUENZA SULLA SCIENZA ECONOMICA

I.1. L'EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA

I.1.1. La nascita dell'epistemologia e della scienza della meccanica

L'epistemologia e la scienza della meccanica furono elaborate nel corso del XVII secolo.

Durante il Quattrocento e il Cinquecento, in molte città europee, sulla scia delle imprese industriali e commerciali di una nuova classe sociale, la borghesia, si era verificato un radicale cambiamento dell'atteggiamento dell'uomo nei confronti della realtà materiale. All'ideale di una vita ascetica e di un sapere contemplativo, si era sostituito l'ideale di una vita attiva e di un sapere pratico, ovvero di un sapere capace di aumentare il potere e il dominio dell'uomo sulla natura. Nei primi decenni del Seicento, però, la scienza dominante era ancora quella medioevale, in ultima analisi aristotelica, la quale, basata su una concezione qualitativa e finalistica del mondo e su un modo di ragionamento retorico, era rivolta alla comprensione del significato metafisico delle cose piuttosto che alla previsione e al controllo dei vari fenomeni naturali.

Nel XVII secolo esisteva dunque un contrasto tra le esigenze della nascente società moderna e il sapere scientifico. L'elaborazione dell'epistemologia e della scienza della meccanica rappresentò il superamento di questo contrasto.

L'epistemologia meccanicistica fu formulata nelle sue linee essenziali da Galileo Galilei (1564-1642).

Il punto di partenza del pensiero galileiano é il netto rifiuto della dominante concezione qualitativa e finalistica della realtà, e la contestuale adozione di una nuova visione del mondo: *la visione quantitativa e meccanicistica*.

Scrive Galileo nel *Saggiatore* (1623):

La filosofia é scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali é scritto. Egli é scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi é impossibile intenderne umanamente parola; senza questi é un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto (cit. in Geymonat, 1970, vol. II: 166).

E ancora:

Io dico, che ben sento tirarmi dalla necessità, subito che concepisco una materia o sostanza corporea, a concepire insieme ch'ella é terminata e figurata di questa o quella figura, ch'ella in relazione ad altre é grande o piccola, ch'ella é in questo o quel luogo, in questo o quel tempo, ch'ella si muove o sta ferma, ch'ella tocca o non tocca un altro corpo, ch'ella é una, poche o molte, né per veruna immaginazione posso separarla da queste condizioni; ma ch'ella debba essere bianca o rossa, amara o dolce, sonora o muta, di grato o ingrato odore, non sento farmi forza alla mente di doverla apprendere necessariamente accompagnata: anzi, se i sensi non ci fossero scorta, forse il discorso o l'immaginazione per se stessa non v'arriverebbe già mai. Per lo che vo io pensando che sapori, odori, colori, ecc., per la parte del soggetto nel qual ci par che riseggano, non sieno altro che puri nomi, ma tengono solamente lor residenza nel corpo sensitivo, sì che rimosso l'animale, siano levate e annichilite tutte queste qualità... Ma che ne' corpi esterni, per eccitare in noi i sapori, gli odori e i nomi, si richiegga altro che grandezze, figure, moltitudini e movimenti tardi e veloci, io non lo credo; e stimo che, tolti via le orecchie le lingue e i nasi, restino bene le figure, i numeri e i moti, ma non già gli odori né i sapori né i

suoni, li qual fuor dell'animale vivente non credo che sieno altro che nomi, come a punto altro che nome non é il solletico e la titillazione, rimosse l'ascelle e la pelle intorno al naso (cit. in Geymonat, 1970, vol. II: 173-174).

Secondo Galileo, dunque, é necessario operare una selezione all'interno della realtà che ci viene testimoniata dai sensi, in quanto non tutti i suoi aspetti possiedono una rilevanza oggettiva, ma soltanto quelli che si prestano ad essere quantificati. E poiché gli aspetti della realtà perfettamente matematizzabili sono la materia -intesa come puro spazio geometrico- e il movimento -inteso come spostamento della materia nello spazio geometrico-, lo scienziato pisano giunge alla conclusione che il mondo vero ed oggettivo é composto esclusivamente da materia inerte che si muove in conformità a delle leggi matematiche universali ed eterne, le quali rappresentano la struttura immutabile del cosmo.

Queste convinzioni condussero Galileo all'ideazione di un nuovo metodo d'indagine volto a determinare le leggi che regolano il corso dei fenomeni: il *metodo matematico-sperimentale*. Questo metodo si divide in due fasi, entrambe basate sulla matematica. Nella prima fase -la "sensata esperienza"- occorre descrivere matematicamente la realtà, ovvero *misurare* gli attributi quantificabili dei fenomeni. Nella seconda fase -le "necessarie dimostrazioni"- bisogna ipotizzare delle proporzioni matematiche tra i fenomeni e dedurre rigorosamente da queste delle conseguenze particolari da verificare sperimentalmente; se le previsioni della teoria sono confermate dall'esperimento, le proporzioni ipotizzate acquistano la *status* di "leggi naturali".

Orientato da questa nuova epistemologia, Galileo riuscì a gettare le basi della meccanica. Egli giunse infatti ad intuire e ad utilizzare, anche se non a formulare in termini espliciti, due delle tre leggi fondamentali di questa scienza: il principio di inerzia e il principio di azione e reazione. Da questi principi, lo scienziato italiano derivò e verificò sperimentalmente le leggi che governano il movimento dei corpi in caduta libera.

Le leggi della caduta dei gravi scoperte da Galileo destarono grande meraviglia tra le personalità più moderne del Seicento. Nelle loro menti si radicò la convinzione che la natura é ricca di fenomeni che si conformano rigorosamente a leggi esatte ed immutabili, leggi che il pensiero umano può afferrare grazie al modo di ragionamento matematico, mettendo così l'uomo in condizione di esercitare il proprio dominio sulla realtà materiale.

La posizione intransigente della Chiesa, che cercava strenuamente di difendere la vecchia concezione aristotelica sulla quale da tempo immemorabile aveva basato la propria dottrina, e lo scetticismo nei confronti della ragione umana, che dominava molti ambienti dell'epoca, costituivano però un formidabile ostacolo alla libertà di ricerca. La nuova scienza quantitativa, per procedere senza impedimenti, aveva bisogno di un fondamento sia accordabile con la religione cristiana sia indubitabile; in altre parole, aveva bisogno di un fondamento solido e generale simile a quello che l'aristotelismo aveva fornito alla vecchia scienza qualitativa.

Il maggior tentativo di soddisfare l'esigenza ora riferita fu rappresentato dalla filosofia di René Descartes (1596-1650).

Il pensiero cartesiano muove dalla convinzione che l'uomo possa trovare nella propria mente dei principi primi, di per sé evidenti e quindi indubitabili, dai quali poi dedurre, con rigore matematico, tutta la verità. Secondo Descartes, le certezze di base su cui deve essere ricostruito l'intero edificio della conoscenza sono tre. Le prime due sono di carattere metafisico: la certezza della propria esistenza in quanto anima pensante e la certezza dell'esistenza di un Dio perfetto e non ingannatore. L'ultima é un principio sulla verità: tutte le cose che percepiamo con assoluta *chiarezza* e *distinzione* sono vere. Da quest'ultimo principio, il filosofo francese derivò la concezione meccanicistica del mondo. Secondo Descartes, infatti, le uniche cose chiare e distinte della natura sono la materia e il movimento. Materia e movimento, inoltre, essendo stati creati da Dio, si *conservano* per l'eternità; in altre parole, secondo il filosofo francese, la quantità di materia e di movimento esistente nell'universo permane identica, senza subire né aumenti né diminuzioni. Partendo da questi presupposti, Descartes ridefinì le leggi del

moto di Galileo ed elaborò un'intera fisica priva però, per quanto possa sembrare paradossale, di ogni elemento matematico¹.

Chi riuscì, seguendo la via tracciata da Galileo e difesa da Descartes, ad elaborare una fisica completamente matematica fu Issac Newton (1642-1727).

Il 28 aprile del 1686, Newton presentò alla Royal Society di Londra un libro dal titolo significativo: *Principi matematici della filosofia naturale*. L'opera conteneva una rigorosa costruzione matematica che intendeva essere una vera e propria "teoria dell'universo".

Alla base della sua fisica, Newton pose le due leggi del moto intuite da Galileo e perfezionate da Descartes e la legge di gravitazione universale: una semplice formula matematica, non spiegabile in termini di razionalità cartesiana, che, insieme alle altre due, permette di spiegare (prevedere) un gran numero di fenomeni: il movimento dei pianeti e delle comete, quello della Terra e della Luna, le maree, la traiettoria di un proiettile.

La visione del mondo che uscì dalla meccanica newtoniana fu quella di un universo costituito da atomi, piccoli oggetti solidi ed indistruttibili da cui è costituita tutta la materia, che si muovono nello spazio euclideo tridimensionale a causa della loro attrazione reciproca, ovvero dalla forza di gravità. L'effetto a distanza di questa forza su un atomo o su qualsiasi altro oggetto materiale è descritto matematicamente dalle suddette leggi del moto.

Newton divenne già prima di morire la personalità scientifica più ammirata e popolare d'Inghilterra. Come ci ricordano Ilya Prigogine e Isabelle Stengers:

Agli occhi dell'Inghilterra del XVIII secolo Newton è il "nuovo Mosé" al quale sono state mostrate le "tavole della legge". Poeti, architetti, scultori e altri artisti si uniscono per proporre monumenti a un'intera nazione radunata per commemorare l'evento: un uomo ha scoperto il linguaggio che parla la natura e al quale obbedisce (Prigogine e Stengers, 1979: 27).

¹ Com'è noto, fu soprattutto la spiegazione cartesiana della causalità meccanica in termini di urti tra corpi a sbarrare la strada che conduce verso un'esatta descrizione matematica dei fenomeni fisici.

I.1.2. Il sorprendente successo della fisica newtoniana e il trionfo dell'epistemologia meccanicistica

Lo schema teorico newtoniano venne inizialmente insegnato soltanto nelle università inglesi di Oxford e Cambridge. Dopo circa cinquant'anni, però, esso venne accolto anche nelle università degli altri paesi europei. A contatto con la grande cultura matematica continentale, esso subì notevolissimi sviluppi soprattutto dal punto di vista analitico, questo grazie principalmente al lavoro dei più illustri geometri del XVIII secolo: Alexis-Claude Clairaut (1713-1765), Leonard Euler (1707-1783) e Jean-Baptiste d'Alembert (1717-1783). Questi matematici, profondamente influenzati dalla filosofia cartesiana, inizialmente non attribuirono un grande valore scientifico alla teoria di Newton, giudicando la legge di gravitazione universale una legge empirica non sufficientemente fondata dal punto di vista razionale. Del resto, messa alla prova, la fisica newtoniana diede da principio previsioni inesatte della posizione dei pianeti. Ma dopo aver rettificato i calcoli e perfezionato i metodi, gli stessi Clairaut, Euler, d'Alembert s'accorsero che il sistema newtoniano conduceva a previsioni di una precisione insperata. La fama dello scienziato inglese si diffuse così in tutto l'Occidente.

La concezione newtoniana del mondo raggiunse la sua espressione più chiara e rigorosa con il grande astronomo francese Pierre Simon Laplace (1749-1827). Dal 1799 al 1825, Laplace pubblicò il suo *Trattato di meccanica celeste*; con quest'opera, egli si propose il compito di dimostrare, applicando le leggi della meccanica a tutti i pianeti del sistema solare, che il cosmo non è che una gigantesca macchina governata da leggi matematiche infrangibili. Secondo Laplace, infatti, nell'universo regna un *determinismo* radicale:

Dobbiamo [...] considerare lo stato presente dell'universo come l'effetto del suo stato anteriore e come causa del suo stato futuro. Un'Intelligenza che, per un dato istante, conoscesse tutte le forze da cui è animata la natura e la collocazione rispettiva degli esseri che la compongono, se per di più fosse abbastanza profonda per sottomettere questi dati all'analisi, abbraccerebbe

nella stessa formula i movimenti dei più grandi corpi dell'universo e dell'atomo più leggero: nulla sarebbe incerto per essa e l'avvenire, come il passato, sarebbe presente ai suoi occhi. Lo spirito umano offre, nella perfezione che ha saputo dare all'astronomia, un pallido esempio di quest'Intelligenza. Le sue scoperte in meccanica e in geometria, unite a quelle della gravitazione universale, l'hanno messo in grado di abbracciare nelle stesse espressioni analitiche gli stati passati e quelli futuri del sistema del mondo (cit. in Geymonat, 1970, vol. IV: 76).

Laplace non visse abbastanza per assistere al successo più sensazionale della fisica newtoniana: la "postulazione" e la successiva scoperta del pianeta Nettuno.

Intorno al 1840, gli astronomi notarono che l'orbita di Urano non era un'ellissi regolare, ma appariva come deformata e perturbata. Studiando analiticamente la traiettoria di questo pianeta, Urbain Le Verrier (1811-1877) e John Adams (1819-1892), indipendentemente l'uno dall'altro, ipotizzarono l'esistenza di un astro perturbatore e determinarono, dopo calcoli molto laboriosi, il punto esatto nello spazio in cui questo si sarebbe dovuto trovare. Il 23 settembre del 1846, Johann Galle (1812-1910) riuscì ad osservare nella regione celeste indicatagli da Le Verrier, un nuovo pianeta cui venne dato il nome di Nettuno. Questa scoperta, fatta per via puramente matematica, ebbe un'enorme risonanza. Molti videro in essa la conferma della validità assoluta della concezione meccanicistica del mondo, del metodo matematico-sperimentale e, ovviamente, della fisica newtoniana.

La seconda metà del XIX secolo fu il periodo di massima esaltazione del meccanicismo. L'atmosfera che permeò in quel periodo la gran parte degli ambienti culturali europei è nota come "positivismo". La fiducia di poter estendere il metodo della meccanica a tutti i campi della realtà, in particolare all'uomo e ai suoi comportamenti, e la fede in un continuo progresso materiale delle società umane, determinato dal costante aumento della conoscenza scientifica, sono le caratteristiche principali di questo clima culturale. La manifestazione negli ambienti scientifici di tale atmosfera è perfettamente riassunta dalle parole del fisiologo tedesco Hermann von Helmholtz (1821-1894), una delle personalità più eminenti della scienza ottocentesca:

Per me non vi é teoria che possa accedere alla qualifica di scientifica a meno che non possa essere formulata in termini di meccanica newtoniana (cit. in Forti, 1988: 11-12).

I.1.3. Evoluzionismo contro meccanicismo

In realtà, l'Ottocento non fu soltanto il secolo del trionfo del meccanicismo. Esso fu anche il secolo in cui le singole branche della scienza fecero passi da gigante. Se da un lato molti risultati specialistici s'inserirono perfettamente nello splendido edificio newtoniano-laplaciano, dall'alto lato alcune discipline si svilupparono in un modo fondamentalmente incompatibile con esso. Particolarmente importante per il nostro discorso é il caso di quelle scienze dal cui sviluppo emerse l'esistenza di una realtà completamente ignorata, o meglio negata, dalla meccanica: l'evoluzione.

Per la meccanica non esistono fenomeni irreversibili, o evolutivi. Tutti i fenomeni meccanici, infatti, sono *reversibili*, in altre parole, possono seguire fase per fase uno stesso corso in senso inverso. Il tempo della meccanica, la variabile continua t che compare nelle leggi del moto e che é rappresentabile graficamente con la retta R dei numeri reali, non ha un senso determinato, come risulta chiaramente dalla precedente citazione di Laplace. Esso può scorrere indifferentemente nell'una o nell'altra direzione, dal passato verso il futuro o dal futuro verso il passato. Il film di un fenomeno puramente meccanico, per esempio i rimbalzi di una palla perfettamente elastica, può infatti essere proiettato in avanti o indietro senza che nessuno s'accorga della differenza.

Con il trionfo dell'epistemologia meccanicistica, la negazione dell'esistenza dell'evoluzione divenne un'idea condivisa dalla maggior parte degli scienziati. In questo quadro, s'inseriva perfettamente la concezione biblica che vedeva nel sistema solare, nella terra, nelle piante, negli animali e nell'uomo delle realtà fisse e statiche.

Tra la metà del XVIII secolo e i primi anni del XIX secolo, specialmente in Francia, alla concezione a-storica e statica del mondo si era venuta contrapponendo una visione storica e dinamica della natura. Nel complesso, però, le varie teorie dell'evoluzione formulate in questo periodo si rifacevano a dei procedimenti esplicativi poco scientifici. L'unica eccezione fu rappresentata dall'ipotesi della formazione del sistema solare da una nebulosa, formulata da Laplace in una breve nota del suo libro dal titolo *Esposizione del sistema del mondo* (1796). In quella sede, però, il grande astronomo francese cercò esclusivamente di spiegare l'origine del sistema solare: l'idea di una continua evoluzione dell'universo era ovviamente del tutto estranea alla mente della personalità scientifica che più lucidamente di tutte le altre aveva precisato i caratteri della concezione meccanicistica del mondo.

Il primo scienziato che pose il concetto di evoluzione su solide fondamenta fu il geologo Charles Lyell (1795-1875). Nei suoi *Principi di Geologia* (1830-1833), egli dimostrò, sulla base di una numerosa serie di dati osservativi, che la conformazione della crosta terrestre é in continuo cambiamento a causa dell'azione costante, lenta, graduale dei venti, delle acque, dei ghiacciai, dei vulcani, ecc. .

Lo studio dei *Principi di Geologia* di Lyell fu determinante per l'elaborazione della prima teoria evoluzionistica completamente e scientificamente accettata: la teoria dell'evoluzione delle specie di Charles Darwin (1809-1882).

Ne *L'origine delle specie* (1859), il grande naturalista inglese presentò una massa imponente di fatti e osservazioni particolari a sostegno dell'evoluzione delle forme viventi. Egli propose inoltre una spiegazione del trasformismo biologico basata sui concetti di "variazione casuale" e di "selezione naturale".

Mentre l'idea di un cambiamento continuo e irreversibile stava rivoluzionando le scienze della geologia e della biologia, concetti evolutivi emersero anche dallo sviluppo di un nuovo ramo della fisica: la termodinamica.

La nascita della scienza del calore é l'esempio forse più clamoroso del riorientamento degli interessi degli scienziati ottocenteschi dal mondo degli astri verso il mondo della tecnica.

All'inizio del XIX secolo, la rapida diffusione della macchina a vapore (inventata da Thomas Newcomen nel 1712 e perfezionata da James Watt nel 1769) stava proiettando l'Europa, in particolar modo l'Inghilterra, verso la moderna società industriale basata sull'utilizzo dei combustibili fossili. Proprio dallo studio della conversione di calore in lavoro meccanico che avviene nelle macchine termiche si generò la termodinamica.

L'anno di fondazione di questa nuova disciplina é il 1824, anno in cui fu pubblicato il breve scritto di Sadi Carnot (1796-1832) intitolato *Riflessioni sulla forza motrice del fuoco e sulle macchine adatte a sviluppare questa forza*. La scienza del calore assunse però la forma di un vera e propria teoria matematica soltanto con i lavori di William Thomson (1824-1907), Hermann von Helmholtz (1821-1894) e, soprattutto, Rudolf Clausius (1822-1888).

La termodinamica si basa su tre principi, ma solo i primi due sono interessanti per il nostro discorso.

Il primo principio della termodinamica é la *legge della conservazione dell'energia*. Questa legge dice che l'energia non può essere né creata né distrutta, ma soltanto trasformata da una forma all'altra. Quando bruciamo un pezzo di carbone, ad esempio, non creiamo né distruggiamo energia, ma semplicemente convertiamo la sua energia chimica in energia termica, nell'energia contenuta nel fumo e nelle ceneri e, eventualmente, in energia meccanica.

Il secondo principio della termodinamica é la *legge della degradazione dell'energia* o *legge dell'entropia*. La più antica delle sue molteplici formulazioni é molto semplice: il calore fluisce spontaneamente solo dal corpo più caldo al corpo più freddo, mai nella direzione opposta; quando i due corpi raggiungono la stessa temperatura, il flusso di calore s'interrompe. Questo semplice fenomeno entrò a far parte delle verità riconosciute dalla scienza nel 1811, grazie ad uno scritto del barone francese Joseph Fourier (1796-1830). Nello scritto in questione, Fourier rappresentò matematicamente il fenomeno

della propagazione del calore e dimostrò che il flusso di calore tra due corpi é proporzionale alla differenza di temperatura tra i corpi stessi.

Chi vide nella proprietà che ha il calore di diffondersi, di livellarsi, di non concentrarsi mai, il sinonimo di degradazione dell'energia fu Carnot. Studiando il funzionamento della macchina a vapore, egli giunse alla conclusione che é il flusso di calore attraverso la macchina, dalla caldaia al refrigeratore, a farla funzionare. Ma proprio a causa della propagazione termica, la differenza di temperatura tra le parti della macchina, il flusso di calore successivo e il lavoro meccanico da quest'ultimo derivabile, diminuiscono progressivamente fin ad annullarsi. É per questo motivo che l'energia chimica contenuta in un pezzo di carbone, una volta trasformata in energia termica, può essere convertita soltanto in una quantità limitata di energia meccanica.

La generalizzazione di questo fatto condusse alla corrente definizione della legge della degradazione dell'energia: in un sistema isolato², l'energia, pur rimanendo quantitativamente costante, continua a degradarsi qualitativamente passando da una forma "utilizzabile" o "libera", ovvero convertibile in lavoro meccanico, a una forma "non utilizzabile" o "legata", ovvero non convertibile in lavoro meccanico.

In un lavoro del 1865, Clausius chiamò *entropia* (da un termine greco che significa cambiamento, evoluzione) l'indice della quantità di energia non utilizzabile. Il secondo principio della termodinamica può essere quindi riformulato nel modo seguente: l'entropia di un sistema chiuso aumenta continuamente verso un massimo.

Facciamo a questo punto alcune considerazioni concernenti il rapporto tra meccanica e termodinamica.

Il primo principio della termodinamica é sostanzialmente in accordo con i principi della fisica newtoniana. Esso appare infatti la generalizzazione della

² In termodinamica vengono distinti tre tipi di sistemi: 1) i sistemi aperti -che scambiano energia e materia con altri sistemi-; 2) i sistemi chiusi -che scambiano solo materia-; 3) i sistemi isolati -che non scambiano né materia né energia-.

legge della conservazione della quantità di moto, uno dei pilastri della concezione meccanicistica del mondo, già individuata da Descartes.

Il secondo principio della termodinamica é invece in netto contrasto con la meccanica. Mentre, come sappiamo, i fenomeni meccanici sono tutti reversibili, l'aumento dell'entropia é infatti un fenomeno irreversibile. Il tempo della termodinamica, a differenza di quello della meccanica, ha un senso determinato: dal passato verso il futuro. Proprio per mettere in risalto quest'aspetto, il grande astronomo inglese Arthur Eddington (1882-1944) definì l'entropia la "freccia del Tempo".

Il dominante pensiero meccanicistico reagì in modi differenti all'emergere delle scienze evoluzionistiche.

Le profonde implicazioni di carattere epistemologico delle teorie dell'evoluzione cosmologica, geologica e biologica, non furono realmente esplorate. L'attenzione venne focalizzata sui loro aspetti più superficiali. Herbert Spencer (1820-1903), il filosofo più celebre della seconda metà del XIX secolo, semplicisticamente vide nelle teorie di Laplace, di Lyell e di Darwin una sorta di prova a favore dell'esistenza di un progresso universale, il cui risultato finale é rappresentato dalla perfezione della grande macchina dell'universo. Secondo Spencer, il sistema solare (che é nato da una nebulosa), la terra, gli organismi viventi, le nazioni mostrano nel loro sviluppo il formarsi progressivo di un ordine che va dall'omogeneo all'eterogeneo, dal semplice al complesso, dall'indefinito al definito. Per quanto paradossale, i due pilastri della cultura positivista, la concezione meccanicistica del mondo e la fede nel progresso, trovarono così delle basi apparentemente solide proprio nelle teorie dell'evoluzione cosmologica, geologica e biologica.

Per quanto concerne lo stridente contrasto all'interno della fisica tra il secondo principio della termodinamica e la meccanica, esso venne risolto da James Clerk Maxwell (1831-1879) e Ludwig Boltzmann (1844-1906) con l'elaborazione della meccanica statistica. Questa teoria, riducendo il calore al movimento delle particelle dei corpi, interpreta la legge dell'entropia come il passaggio da uno stato poco probabile di ordine molecolare (immaginiamo, ad esempio, un recipiente contenente del gas dove le molecole veloci, o calde,

sono tutte da una parte e le molecole lente, o fredde, tutte dall'altra) ad uno stato molto probabile di disordine molecolare (lo stesso recipiente dove le molecole veloci e quelle lente sono mischiate tra loro). Per la meccanica statistica, l'aumento dell'entropia non è dunque una necessità ma soltanto una probabilità: è infatti teoricamente possibile il riformarsi di un ordine dal disordine. A questo proposito Maxwell introdusse nel suo libro *The Theory of Heat* (1871) un esempio molto celebre e discusso, quello del *demone* selettore. Secondo il fisico scozzese:

Uno dei fatti meglio stabiliti nella termodinamica è che è impossibile in un sistema chiuso in un recipiente che non permette cambiamento di volume né passaggio di calore, ed in cui sia la temperatura che la pressione sono ovunque le stesse, produrre una differenza di temperatura o di pressione senza dispendio di lavoro. Questa è la seconda legge della termodinamica, che è indubbiamente vera sinché noi possiamo trattare il corpo soltanto nel suo complesso e non possiamo percepire o trattare separatamente le molecole di cui è costituito. Ma se noi concepiamo un essere le cui facoltà sono così raffinate che egli può seguire ogni molecola nel suo corso, un tale essere i cui attributi sono essenzialmente finiti come i nostri, sarebbe in grado di compiere ciò che ci è attualmente impossibile. Si è visto infatti che le molecole in un recipiente pieno d'aria a temperatura uniforme, non si muovono affatto con velocità uniforme, sebbene la velocità media di un gran numero di esse, scelte arbitrariamente, è quasi esattamente uniforme. Si supponga ora che il recipiente in questione sia diviso in due parti, A e B, mediante un divisorio in cui vi sia un piccolo foro e che il nostro essere, che può vedere le singole molecole, apra e chiuda il foro, in modo da lasciar passare soltanto le molecole più veloci da A a B e soltanto le più lente da B ad A. Egli in tal modo, senza dispendio di lavoro aumenterà la temperatura di B e abbasserà la temperatura di A, in contrasto con la seconda legge della termodinamica (cit in Geymonat, 1970, vol. V: 308).

Ma proprio nel momento in cui riponeva la termodinamica su sicure basi newtoniane, Maxwell, elaborando la teoria matematica del campo elettromagnetico, stava compiendo i primi decisivi passi verso l'abbandono definitivo della concezione meccanicistica del mondo da parte della fisica.

Grazie a questa teoria, infatti, si incominciò ad assumere come realtà fisica una nozione, quella di campo appunto, che non é inquadrabile in uno schema newtoniano, il quale può ammettere come realtà soltanto la materia e la forza.

I.1.4. Il crollo della concezione meccanicistica del mondo e la chiusura metodologica del neopositivismo

La formulazione della teoria dei campi elettromagnetici di Maxwell rappresentò l'inizio di quella rivoluzionaria fase della fisica che raggiunse il suo apogeo nei primi due decenni del XX secolo con l'elaborazione della teoria della relatività di Albert Einstein (1879-1955) e della meccanica quantistica di Max Planck (1858-1947), Niels Bohr (1885-1962) e Werner Heisenberg (1901-1976). Queste teorie infransero tutti i principali concetti su cui si basava la concezione meccanicistica del mondo: le nozioni di spazio e di tempo assoluto, il determinismo, le particelle elementari solide, la descrizione obiettiva della natura. In particolare, il principio di indeterminazione di Heisenberg, negando la possibilità di principio (e non solo di fatto) di stabilire contemporaneamente posizione e quantità di moto delle particelle subatomiche, negò esplicitamente il presupposto su cui si reggeva la grande utopia deterministica espressa da Laplace. Per la comunità scientifica fu un grande trauma. Come scrisse Heisenberg:

[La] violenta reazione ai recenti sviluppi della fisica moderna può essere intesa soltanto se ci si rende ben conto che questa volta han cominciato a spostarsi gli stessi fondamenti della fisica; e che questo spostamento ha prodotto la sensazione che ci sarebbe stato tolto da sotto i piedi, a opera della scienza, il terreno su cui poggiavamo (cit. in Capra, 1982: 67).

Con il crollo della concezione meccanicistica del mondo, l'intero edificio della scienza sembrava dunque sgretolarsi. L'esigenza di una ricostruzione del sapere scientifico fu particolarmente sentita da quei pensatori che, verso la fine degli anni Venti, si presentarono alla ribalta filosofica internazionale sotto

l'insegna del "Circolo di Vienna": i positivisti logici (o empiristi logici o neopositivisti).

Mentre i vecchi positivisti avevano costruito l'unità della scienza intorno ad un'unica concezione del mondo, i neopositivisti si proposero di ricostruire l'unità della scienza intorno ad un unico metodo. Essi rigettarono categoricamente qualsiasi tentativo d'elaborare una nuova visione della realtà e focalizzarono in modo esclusivo i loro interessi sull'analisi logica dei procedimenti scientifici³.

Il risultato principale dei loro sforzi é una definizione normativa della razionalità scientifica. Per i positivisti logici solo due tipi di proposizioni hanno un senso:

1. gli asserti empirici, ovvero gli enunciati il cui contenuto di verità può essere accertato attraverso il confronto diretto con la realtà;

2. le tautologie, ovvero le verità dello stesso tipo di quelle dimostrate dalla matematica e dalla logica.

Secondo i neopositivisti, quindi, la scienza, *tutta* la scienza, può costruirsi solo sulla base di proposizioni verificate e dell'analisi logico-matematica della loro struttura. In ultima analisi, questo vuole dire che tutte le discipline scientifiche, per essere veramente tali, devono assumere la forma di rigorose scienze teoretiche (fatte cioè di definizioni, assiomi e teoremi), come la meccanica.

In conclusione possiamo quindi affermare che nel nostro secolo, anche se con la "svolta della fisica" degli anni Venti la concezione meccanicistica del mondo ha perso quella posizione d'assoluta dominanza che aveva occupato dal Settecento in poi, grazie al lavoro di ricostruzione dei positivisti logici, il metodo della meccanica ha continuato a rappresentare l'ideale perfetto di razionalità scientifica.

³ I neopositivisti concentrarono la loro attenzione soprattutto sulla teoria (matematica) della relatività.

I.2. L'INFLUENZA DELLA EPISTEMOLOGIA MECCANICISTICA SULLA SCIENZA ECONOMICA

I.2.1. Dall'economia politica classica alla formazione dell'economia neoclassica

Come abbiamo visto nel paragrafo precedente, nel corso del XVIII e del XIX secolo, grazie all'enorme successo della fisica newtoniana, l'immagine del mondo come una gigantesca macchina (che funziona conformemente a delle leggi esatte, generali ed eterne) ed il modo di ragionamento matematico (capace di condurre la mente umana a scoprire queste leggi) acquisirono nella maggior parte degli ambienti culturali e scientifici dell'epoca lo *status*, l'una, di vera concezione del mondo e, l'altro, di modello perfetto di razionalità. La meccanica divenne così la "scienza-modello" nel confronto con la quale dovevano essere misurate tutte le altre discipline.

L'economia è forse la scienza che è stata maggiormente influenzata dall'epistemologia meccanicistica. Lo sviluppo di questa disciplina nel suo periodo "classico" (indicativamente dalla seconda metà del Settecento alla prima metà Ottocento) e nel suo periodo "neoclassico" (dal 1870 ai nostri giorni) testimonia infatti una sempre maggiore e consapevole adesione da parte degli economisti alla visione del mondo e al metodo che stanno alla base della meccanica.

Già nel XVII secolo si possono individuare alcuni studiosi che tennero nei confronti della realtà economica lo stesso atteggiamento tenuto dai fisici nei confronti della realtà materiale. Tra questi studiosi ricordiamo soprattutto William Petty (1623-1687), membro fondatore della Royal Society e amico di Newton, e Dudley North (1641-1691). Nel pensiero di questi autori, anche se in modo differente, è chiaramente presente la convinzione che il mondo economico, in quanto parte della grande macchina dell'universo, è anch'esso governato da "leggi naturali" generali ed eterne. Secondo Petty e North, di conseguenza, il compito della scienza economica doveva essere quello di individuare tali leggi e prescrivere la via per realizzare concretamente nelle

società umane l'ordine armonioso e benefico da esse sotteso. Per quanto concerne la loro posizione metodologica, secondo Petty, in economia, come in fisica, invece d'utilizzare parole e argomentazioni qualitative, bisogna esprimersi in termini di "numero, peso e misura" (cit. in Lunghini, 1988: 21); e anche per North, "la conoscenza é in gran parte matematica" (cit. in Pribram, 1983: 140).

Nessuno di questi autori seicenteschi, però, giunse ad elaborare una rappresentazione meccanica e matematicamente definita di un intero sistema economico. Una tale rappresentazione é invece presente nel *Tableau économique* (1758) di Francois Quesnay (1694-1774), medico chirurgo della Corte di Francia nonché padre fondatore della prima "scuola" del pensiero economico classico: la fisiocrazia.

Profondamente influenzato dalla filosofia cartesiana, Quesnay si propose il compito di creare una scienza economica "tanto costante nei suoi principi e tanto suscettibile di dimostrazione quanto le scienze fisiche più certe" (cit in Pribram, 1983: 219).

Il medico francese concepì il sistema economico come un corpo composto da più organi (le classi sociali⁴) che si riproduce periodicamente grazie ad un flusso di materia proveniente dall'ambiente esterno (la produzione agricola, ed in particolare il *sovrappiù*⁵) e ad un processo di circolazione interna (il *flusso circolare* del denaro e del sovrappiù tra le classi sociali).

Nel *Tableau*, Quesnay presentò lo schema grafico di un'economia immaginaria dove, in ogni periodo, i successivi flussi di merci e di moneta tra le classi sono quantitativamente tali da permettere, nel periodo successivo, il riavvio e la riproduzione in termini identici del processo economico. Egli

⁴ Quesnay distinse tre classi sociali: la classe produttiva (composta da tutte le persone che lavorano nel settore agricolo); la classe sterile (composta da tutte le persone che lavorano nel settore artigianale, manifatturiero e mercantile); la classe distributiva (composta dai proprietari terrieri).

⁵ Quesnay definì sovrappiù quello che resta dell'intera produzione agricola dopo che la classe degli agricoltori ha tratto da questa produzione ciò di cui ha bisogno per vivere e per reintegrare i propri mezzi di produzione.

interpretò questo schema matematico come la dimostrazione razionale dell'esistenza di un *ordre naturel* (ovvero di uno stato immutabile, armonioso e benefico) nel mondo economico, del tutto simile all'*ordre de la nature* riscontrabile nel mondo materiale. Secondo il medico francese, però, mentre quest'ultimo tipo di ordine opera indipendentemente da ogni interferenza umana, l'*ordre naturel* non ha modo di manifestarsi a causa dell'*ordre positif*, l'insieme delle leggi emanate dall'uomo e dallo Stato; quindi: *laissez faire, laissez passer*. È questo in sintesi il fondamento della teorizzazione di un non interventismo statale che rovesciava radicalmente le pratiche mercantilistiche di politica economica applicate nel secolo precedente.

Come Quesnay, anche Adam Smith (1723-1790) fu profondamente convinto dell'esistenza di un ordine economico autoregolato e della conseguente necessità della libertà economica. Nonostante l'utilizzo di parte della concettualizzazione fisiocratica, anche se opportunamente modificata⁶, il grande economista scozzese non identificò però l'ordine naturale dell'economia con le condizioni che devono darsi nella sfera della circolazione della ricchezza affinché il sistema possa riprodursi immutato nel tempo. Del resto il suo oggetto di studio non era un'economia stazionaria, come quella semi-feudale che Quesnay aveva sotto gli occhi, ma era un'economia in crescita: l'economia capitalistica inglese della seconda metà del XVIII secolo. (La parte fondamentale della sua celeberrima opera *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (1776) riguarda appunto quel circolo virtuoso di sviluppo del capitalismo che, per Smith, procede secondo la sequenza: divisione del lavoro, crescita della produzione, allargamento dei mercati, divisione del lavoro, e così via; e che è alimentato dall'accumulazione del capitale). Ma cosa intende allora Smith per ordine naturale? Con questo termine, egli intende quella situazione di *equilibrio* mutamente benefica verso cui tendono costantemente i mercati grazie alla concorrenza tra individui egoisti. Ed è proprio qui, nell'analisi del mercato, che Smith abbandona i concetti di classe sociale, di sovrappiù e le varie analogie organicistiche, per

⁶ Anche Smith, come Quesnay, divise la società in tre classi. A differenza dello studioso francese, però, per Smith queste classi sono la classe di proprietari terrieri, la classe dei capitalisti e la classe dei lavoratori.

assumere direttamente come modello di riferimento scientifico la meccanica newtoniana: come il cosmo fisico é costituito da atomi materiali che si muovono a causa della forza di gravità, così il cosmo economico é costituito da atomi umani che agiscono a causa di un movente uniforme: l'egoismo. Il sistema economico, in breve, viene concepito dall'economista scozzese come un meccanismo autosufficiente mosso dalla ricerca del tornaconto individuale.

Smith non si preoccupò di dimostrare matematicamente l'esistenza dell'ordine economico. Del resto l'argomentazione smithiana non si distingue certo per rigore logico, quanto piuttosto per una grande abilità e finezza nell'utilizzo d'esempi storici, d'accurate descrizioni di processi produttivi, di considerazioni di carattere morale, ecc..

Una pura mente analitica fu invece quella di David Ricardo (1772-1823), il sistematizzatore di quella parte fondamentale dell'analisi smithiana dello sviluppo capitalistico concernente la distribuzione del reddito tra le classi sociali. Nei suoi *Principles of Political Economy and Taxation* (1817), Ricardo elaborò una rigorosa teoria matematica (fatta cioè di dimostrazioni, assiomi e teoremi) che intendeva spiegare scientificamente come il prodotto sociale viene diviso tra salari, profitti e rendite e, conseguentemente, come un sistema economico capitalistico, grazie all'accumulazione del capitale, si sviluppa nel tempo. L'immagine che emerse dal modello ricardiano fu quella di un'economia capitalistica non soggetta a crisi che cresce fino ad uno "stato stazionario" raggiunto il quale continuerà a riprodursi indefinitamente in modo identico. Con Ricardo, l'economia politica classica (ovvero quell'approccio basato sui concetti di sovrappiù e di classe sociale) raggiunse così la sua forma scientificamente più rigorosa. Lo schema teorico ricardiano, tuttavia, metteva anche in luce l'esistenza di contrasti tra lavoratori, capitalisti e proprietari terrieri e tali contrasti sembravano minare il concetto stesso di ordine naturale come armonia tra classi sociali, vero fondamento dell'approccio classico.

Inizialmente, la rigorosa ma disarmonica teoria ricardiana venne utilizzata per difendere gli interessi dei capitalisti contro quelli dei proprietari terrieri, ma già nel corso degli anni Venti del secolo scorso, essa venne usata anche da alcuni economisti vicini ai movimenti sindacali per costruire una

teoria dello sfruttamento dei lavoratori da parte dei capitalisti. Si aprì in tal modo un periodo di turbolenza nel pensiero economico-politico che, nonostante lo sforzo di "armonizzazione" di John Stuart Mill (1806-1873), crebbe via via fino a raggiungere il suo apogeo verso la fine degli anni Sessanta. Pressoché in concomitanza con il violento riesplodere delle lotte operaie, nel 1867 apparve infatti il primo volume del *Capitale* di Karl Marx (1818-1883). Con la potentissima critica e rilettura marxiana dell'economia politica classica, gli economisti borghesi vedevano utilizzare il loro stesso apparato analitico, inserito in una concezione più generale della storia e dell'uomo, per scopi diametralmente opposti ai loro. Come ci ricorda Pasinetti:

[Gli economisti classici] -seguendo una linea di pensiero che discende direttamente dal pensiero fisiocratico- avevano accettato la società in cui vivevano come parte di un ordine naturale; Marx la considerò come una fase di passaggio nella transizione dal feudalesimo del passato al socialismo del futuro. Gli economisti classici avevano generalmente condotto le loro analisi in termini di armonia di interessi tra le varie classi sociali; Marx concepì le relazioni economiche in termini di conflitto di interessi e di lotta di classe. I classici avevano cercato di individuare come il sistema esistente operava, allo scopo di contribuire a farlo funzionare meglio; Marx si propose di "svelarne le contraddizioni", allo scopo di affrettarne la fine tumultuosa e rivoluzionaria. [...]. Tutto ciò era sconvolgente. Alle orecchie di molti suonava assurdo. E tuttavia, nel loro complesso, le argomentazioni di Marx non si potevano confutare facilmente. Il procedimento più naturale da seguire sarebbe stato quello di metterne in discussione le premesse. Ma proprio in ciò stava la difficoltà. Le premesse di Marx erano esattamente le stesse di Smith e Ricardo, cioè di tutta l'economia politica classica prevalente. (Pasinetti, 1984: 14)

A complicare il quadro di riferimento, inoltre, vi è il fatto che Marx, pur non rinunciando ad una prospettiva di scientificità deterministica, ricorreva ad un metodo ed ad un principio esplicativo, la dialettica di matrice hegeliana, il cui statuto epistemologico poteva apparire in contrasto (se non estraneo) con la tradizione meccanicistica (e, del resto, la sua stessa critica alla "naturalizzazione" dei processi economici operata dagli autori classici è da leggere in questa stessa direzione).

Furono allora in molti a sentire il bisogno di una nuova disciplina economica altrettanto, o meglio ancor più "scientifica" dello schema teorico classico ma nel contempo capace di distogliere l'attenzione dalle scottanti problematiche concernenti i rapporti tra le classi sociali.

All'inizio degli anni Settanta, vennero pubblicati tre libri di fondamentale importanza: *The Theory of Political Economy* (1871) di Stanley William Jevons, i *Grundsätze der Volkswirtschaftlehre* (1871) di Carl Menger (1840-1921) e gli *Éléments d'économie politique pure* (I tomo nel 1874 e II tomo nel 1877) di Léon Walras (1834-1910): i tre libri che segnarono la nascita dell'economia neoclassica.

Jevons, Menger e Walras sostanzialmente ripresero la concezione atomistica e armonicistica del mercato concorrenziale elaborata, circa un secolo prima, da Smith e cercarono di costruire, partendo da essa, una rigorosa teoria scientifica: "la meccanica dell'utilità e dell'interesse personale", secondo la celebre definizione di Jevons. Aderendo ai rigidi canoni di scientificità dell'epoca e spostando l'interesse dal comportamento degli agenti economici collettivi al comportamento degli agenti economici individuali, i padri fondatori dell'economia neoclassica fornirono così all'élite dominante proprio il tipo di scienza economica di cui, come abbiamo visto, essa sentiva fortemente il bisogno. A testimonianza del clima culturale durante il quale prese forma l'economia neoclassica, citiamo parte di una lettera che Auguste Walras indirizzò al figlio Léon il 6 febbraio 1859:

Una cosa che trovo perfettamente soddisfacente nel piano del tuo lavoro, é la tua intenzione -che approvo sotto ogni punto di vista- di tenerti nei limiti più inoffensivi rispetto ai signori proprietari. Bisogna dedicarsi all'economia politica come ci si dedicherebbe all'acustica o alla meccanica (cit. in Screpanti e Zamagni, 1989: 154).

E proprio Léon Walras fu colui che riuscì ad elaborare una struttura teorica generale che intendeva spiegare scientificamente (prevedere) l'intero funzionamento di una generica economia, indipendentemente dal contesto storico ed istituzionale in cui essa é calata. La teoria walrasiana dell'equilibrio

economico generale costituisce tuttora la "*Magna Charta* della teoria economica" (Schumpeter, 1954: 293). Qui di seguito é nostra intenzione presentare schematicamente la visione e l'analisi economica di Walras, cercando di metterne in rilievo le strette analogie con la meccanica newtoniana.

I.2.2. La teoria dell'equilibrio economico generale concorrenziale di Walras

Alla base della teoria walrasiana dell'equilibrio economico generale vi é una particolare visione dell'economia concorrenziale, l'oggetto di studio della teoria stessa.

In generale, per economia concorrenziale Walras intende un sistema economico composto da una pluralità di individui indipendenti, egoisti e razionali che si scambiano, scegliendo tra più alternative possibili, beni *scarsi*⁷ sul mercato, in base a dei prezzi (o rapporti di scambio) che nessuno di loro può consapevolmente modificare a proprio vantaggio (ipotesi di agenti *price-taker*). Ma vediamo in maggior dettaglio quali sono le caratteristiche principali della visione walrasiana.

Incominciamo con l'esaminare, molto in generale, la dimensione temporale di tale visione. Ebbene, Walras considera un'economia concorrenziale che evolve nel tempo. Egli rappresenta il tempo durante il quale si verifica l'evoluzione del sistema, mediante una successione cronologicamente ordinata di periodi d'uguale lunghezza -per esempio un anno-, nel corso di ciascuno dei quali la struttura dell'economia rimane *invariata*.

Per descrivere la struttura del sistema economico in un generico periodo, Walras immagina di "bloccare" il funzionamento dell'economia in un istante di tempo appartenente al periodo in questione e di poter in tal modo osservare gli elementi che la compongono. Secondo Walras, il sistema economico, in quel determinato istante (o periodo), é composto da una pluralità di individui

⁷ Walras definisce scarsi i beni che sono utili ma disponibili in quantità limitate.

presenti sul mercato o come consumatori o come produttori. Ogni consumatore é caratterizzato da una data struttura di bisogni e da una data dotazione di capitali⁸ e ogni produttore é caratterizzato da una data tecnologia.⁹ La struttura dell'economia in quell'istante (o periodo) é dunque descritta da una certa configurazione di "dati", quali:

- numero di consumatori e di produttori;
- dotazione di capitali di ogni consumatore;
- struttura dei bisogni di ogni consumatore;
- tecnologia.

Vediamo adesso in quale modo Walras descrive il funzionamento dell'economia concorrenziale nel corso del periodo. A questo proposito egli distingue tre "fasi" logicamente e temporalmente successive:

- la fase di pianificazione e scelta e di aggiustamento all'equilibrio;
- la fase statica;
- la fase dinamica.

Esaminiamo la prima fase. La "fase di pianificazione e scelta e di aggiustamento all'equilibrio" si colloca nell'istante iniziale del periodo. In quest'istante, ogni individuo -consumatore o produttore-, sulla base dei "dati" che lo caratterizzano e dei prezzi che osserva sul mercato: i) determina

⁸ I "capitali" sono i beni materiali che durano per piú periodi. Walras suddivide la generica categoria di capitali in tre sottocategorie: 1) capitali personali -o persone-; 2) capitali fondiari -o terre-; 3) capitali mobiliari -o capitali propriamente detti-. Le persone sono capitali non-producibili, non-scambiabili (non esiste la schiavitú) e deperibili (non durando in eterno). Le terre sono capitali non-producibili, scambiabili e *non-deperibili* ("inconsommables"). I capitali propriamente detti sono capitali producibili, scambiabili e deperibili. L'utilizzo di un bene capitale nel corso di un generico periodo é detto "servizio". I servizi dei capitali possono essere destinati sia a scopi di consumo che a scopi di produzione. É importante porre l'accento sul fatto che la negoziazione di un bene capitale (qualora possibile) é indipendente da quella del relativo servizio (sempre possibile).

⁹ La "tecnologia" é un insieme di possibilitá di trasformazione di certe quantitá di input (servizi produttivi e beni intermedi) in certe quantitá di output (beni di consumo o beni intermedi o capitali propriamente detti).

l'insieme dei piani di azione (piani di consumo o piani di produzione) ¹⁰ che egli giudica effettuabili; ii) sceglie razionalmente, ovvero in base ad un calcolo le cui regole sono costanti nel tempo e nello spazio, il piano di azione per lui "ottimo".

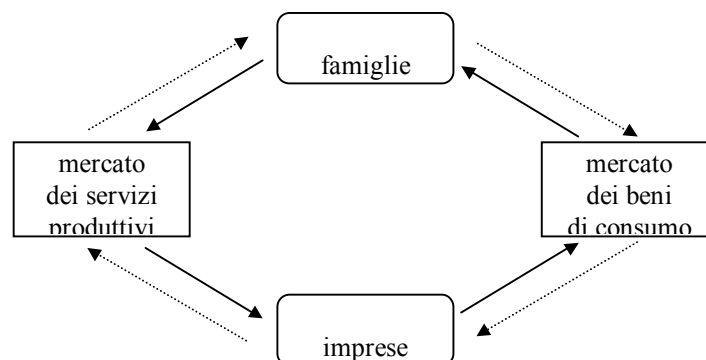
Il piano di azione "ottimo" é quello che il soggetto ha intenzione di eseguire nel corso del periodo in questione. Notiamo però che la scelta di un piano di azione non implica di per sé la concreta eseguibilità del piano stesso nel corso del periodo. Affinché tutti i piani di azione scelti siano concretamente eseguibili é infatti necessario che essi siano tra di loro compatibili. La situazione in cui ciò si verifica é detta di *equilibrio economico generale*. Ebbene, secondo Walras, nel sistema economico concorrenziale opera un meccanismo d'aggiustamento dei prezzi e dei piani di azione che assicura il raggiungimento, nell'istante iniziale, dell'equilibrio economico generale¹¹.

¹⁰ Un "piano di azione" (" piano di consumo" o "piano di produzione") é la specificazione completa delle quantità di tutte le merci che un individuo (consumatore o produttore) intende vendere e comprare nel corso di un periodo. Se i tipi di merci (ovvero i tipi di capitali, servizi destinati a scopi di consumo, servizi destinati a scopi di produzione, beni intermedi, beni di consumo) che possono essere tecnicamente presenti nell'economia nel corso del periodo sono l , é possibile rappresentare formalmente un piano di azione mediante un vettore l -dimensionale $X = (x_1, x_2, \dots, x_l)$ dove ogni x_h rappresenta, se non negativo, la quantità della merce h -esima acquistata o, se non positivo, venduta. Notiamo incidentalmente che, ai fini della specificazione del piano di azione, é irrilevante l'ordine temporale degli acquisti e delle vendite nell'ambito del periodo di tempo in esame. In altre parole, é come se tutti gli acquisti e le vendite fossero simultanei.

¹¹ Walras dedica una parte considerevole dei suoi *Éléments* alla spiegazione di un particolare processo di aggiustamento, detto *tâtonnement* (lett. "a tentoni"). Traendo spunto dalle tipiche modalità organizzative dei mercati d'asta, egli immagina l'esistenza di un banditore che, nell'istante iniziale del periodo, grida a caso un vettore di prezzi. Sulla base di questo vettore, ogni individuo scrive su un apposito biglietto (*bon*) la quantità di ogni merce che egli intende acquistare o vendere nel corso del periodo. I biglietti vengono poi consegnati al banditore, il quale accerta l'uguaglianza tra domanda e offerta totali per ogni merce. Se la suddetta uguaglianza non é verificata, egli distrugge i biglietti e grida un nuovo vettore di prezzi opportunamente modificato. Questo processo continua fino a che il banditore non individua il vettore di prezzi d'equilibrio, ovvero quel vettore in corrispondenza del quale egli accerta

Consideriamo ora la seconda fase. La "fase statica" occupa l'intero periodo in questione ¹². Essa consiste semplicemente nella concreta esecuzione dei piani di azione scelti dagli individui, nella situazione di equilibrio economico generale, nell'istante iniziale. Trascurando gli scambi tra consumatori (produttori) ¹³ e l'investimento in (produzione di) nuovi capitali mobiliari, é possibile descrivere questa fase in modo molto semplice: i consumatori vendono i servizi dei capitali ai produttori e in cambio ottengono un reddito; i produttori trasformano i servizi dei capitali in beni di consumo; i consumatori acquistano i beni di consumo spendendo il reddito ottenuto dalla vendita dei servizi. Raggruppando i consumatori (produttori) in un'unica classe detta "famiglie" ("imprese"), possiamo raffigurare il funzionamento dell'economia in questa fase con il *flusso circolare* mostrato nella figura 1, dove le frecce non tratteggiate indicano i flussi reali e le frecce tratteggiate quelli monetari.

Figura 1



l'uguaglianza tra domanda e offerta totali per ogni merce. A quel punto i biglietti assumono il valore di vere e proprie scritte negoziali, le cui obbligazioni dovranno (e potranno) essere eseguite nel corso del periodo. Si noti che il *tâtonnement*, seppur descritto come un processo che si basa su successive modificazione dei prezzi e dei piani, é collocato, per ipotesi, nell'istante iniziale del periodo. Esso é quindi un processo privo di durata nel tempo reale. Per uscire da questa imbarazzante situazione, gli economisti neoclassici parlano del *tâtonnement* come di un processo che si svolge nel tempo logico. Si veda Donzelli, 1986, cap 7.

¹² L'aggettivo "statica" che qualifica questa fase si riferisce all'invarianza strutturale del sistema nel corso della fase stessa.

¹³ I consumatori (produttori) scambiano tra loro capitali fondiari, capitali propriamente detti e servizi dei capitali destinati a scopi di consumo (beni intermedi).

Esaminiamo ora la terza fase. La "fase dinamica" si colloca nell'istante iniziale del periodo successivo a quello fin qui considerato. Essa consiste nella modificazione della configurazione dei "dati" che rappresenta la struttura del sistema. I fattori di dinamismo che operano in questa fase sono sia endogeni sia esogeni. I *fattori di dinamismo endogeni* sono quelli che dipendono dal passato funzionamento dell'economia, ovvero dalle scelte (azioni) compiute dagli individui all'inizio (nel corso) del periodo precedente. Essi si riducono, in ultima analisi, all'esecuzione delle scelte concernenti gli scambi di capitali fondiari e mobiliari tra consumatori e l'investimento in (produzione di) nuovi capitali mobiliari dei consumatori (produttori) ¹⁴. I *fattori di dinamismo esogeni* sono invece quelli che non dipendono dal passato funzionamento dell'economia. Essi sono: la variazione del numero di individui, il cambiamento della struttura dei bisogni dei consumatori e le innovazioni tecnologiche. Infine, è molto importante per il nostro discorso notare l'azione, accanto a quella dei fattori di dinamismo, di un *fattore di stazionarietà*: la non deperibilità dei capitali fondiari, che Walras infatti li qualifica come "inconsommables"¹⁵. Con il passare dei periodi la dotazione totale di terra e di servizi di consumo e di produzione¹⁶ che essa può offrire non varia. La natura, in altre parole, non subisce alcun tipo di cambiamento quantitativo e qualitativo nel corso del tempo, ma perfettamente si conserva.

Consideriamo a questo punto l'analisi di Walras. Il problema che tale analisi intende risolvere è il seguente: data la struttura dell'economia concorrenziale nell'istante iniziale del periodo, determinare le quantità di

¹⁴ Sia le transazioni di capitali scambiabili (capitali fondiari e capitali mobiliari) tra consumatori che gli acquisti (vendite) di nuovi capitali producibili (capitali mobiliari) modificano la dotazione di capitali dei consumatori. Si noti, incidentalmente, che queste transazioni, seppur decise nell'istante iniziale del periodo precedente, hanno luogo all'inizio del nuovo periodo. I contratti di compravendita di capitali sono dunque contratti a termine.

¹⁵ Cfr. nota 8.

¹⁶ Secondo Walras i servizi della terra svolgono un ruolo preponderante "nella produzione di alcune cose come frutti, animali selvatici, *giacimenti minerari*" (cit. in Scrapanti e Zamagni, 1989: 162, corsivo nostro).

merci scambiate da ogni individuo, nonché i prezzi ai quali gli scambi hanno luogo, durante il periodo in esame. Tenendo conto di quanto precedentemente detto circa la visione walrasiana, è facile rendersi conto che il suddetto problema si riduce in sostanza al seguente: data la struttura dell'economia concorrenziale nell'istante iniziale, determinare i piani di azione "ottimi" scelti dagli individui, nonché i prezzi, nella situazione di equilibrio economico generale.

Il primo passo verso la risoluzione di questo problema consiste evidentemente nella spiegazione (previsione) della scelta razionale di un individuo -consumatore o produttore- .

Vediamo innanzitutto come Walras spiega la scelta ottima del consumatore. Per l'economista francese, il fine ultimo dell'attività economica del consumatore è il soddisfacimento dei propri bisogni materiali. Definendo l'utilità di una merce come l'intensità psichica di soddisfazione che il soggetto deriva dal consumo della merce, per Walras è lecito postulare direttamente l'esistenza di una funzione cardinale che associa ad ogni piano di consumo appartenente allo spazio di scelta del soggetto un numero univoco (a meno della scelta dell'unità di misura) che ne *misura* l'utilità totale. Secondo lui, il criterio razionale di scelta del consumatore è dunque la massimizzazione della funzione di utilità cardinale nell'insieme dei piani di consumo giudicati effettuabili.

Ragionando analogamente per quanto concerne il produttore: il fine della sua attività è il profitto e il suo criterio razionale di scelta è la massimizzazione della funzione di profitto nell'insieme dei piani di produzione giudicati effettuabili¹⁷.

Una volta determinate le regole del calcolo che conduce all'individuazione del piano di azione "ottimo", Walras procede nello sviluppo del problema formulando un imponente sistema di equazioni matematiche, una parte delle quali esprime l'insieme delle condizioni di "ottimo" individuale

¹⁷ In realtà, Walras spiegò le scelte razionali dei produttori in termini differenti da quelli qui esposti. In questa sede, per semplicità espositiva, abbiamo però preferito sorvolare sull'originale spiegazione walrasiana e riportare la moderna spiegazione neoclassica delle scelte di produzione.

(un'equazione per ogni consumatore e per ogni produttore) e l'altra l'insieme delle condizioni di equilibrio tra domanda e offerta totali per ogni merce (un'equazione per ogni mercato). La risoluzione di questo sistema dovrebbe appunto permettere di determinare, data la struttura dell'economia, i piani di azione "ottimi" scelti dagli individui e i prezzi nella situazione di equilibrio economico generale.

Com'è noto, Walras non cercò di risolvere effettivamente questo sistema di equazioni. Egli si limitò a constatare l'eguaglianza tra il numero delle equazioni e il numero delle incognite. L'economista francese vide in questo la garanzia della determinatezza del sistema di equazione e quindi anche dell'esistenza dell'equilibrio economico generale. Walras pensò in tal modo di aver dimostrato che gli scambi volontari tra atomi umani egoisti e razionali conducono ad un'allocatione dei beni che è efficiente e mutuamente benefica; in sostanza, di aver dimostrato il teorema smithiano della mano invisibile. Notiamo per inciso che la dimostrazione dell'esistenza dell'equilibrio economico generale è condizione necessaria (ma non sufficiente) affinché la teoria walrasiana abbia rilevanza empirica: se l'equilibrio non esistesse logicamente, infatti, i comportamenti degli individui, non potendo mai conformarsi esattamente ai piani di azione, non potrebbero essere spiegati (previsti) spiegando (prevedendo) le scelte razionali iniziali¹⁸.

Tiriamo a questo punto le fila del nostro discorso cercando di mettere in rilievo la stretta analogia tra l'economia walrasiana e la fisica newtoniana.

Notiamo innanzitutto che la concezione del processo economico che sta alla base della teoria dell'equilibrio economico generale è una concezione rigidamente meccanicistica: il processo economico, al pari di qualsiasi fenomeno meccanico, è infatti descritto come un processo *deterministico, reversibile e conservativo*.

¹⁸ Com'è noto, la dimostrazione di Walras dell'esistenza dell'equilibrio è matematicamente scorretta. Affinché un sistema sia determinabile, infatti, l'uguaglianza tra il numero delle equazioni e il numero delle incognite è solo condizione necessaria ma non anche sufficiente. È altresì necessario infatti che le equazioni siano linearmente indipendenti. E questo non è vero nel caso del sistema di equazioni walrasiano.

Come nel mondo newtoniano-laplaciano esistono delle leggi "naturali" universali ed eterne che, date le condizioni iniziali, determinano rigorosamente il comportamento di ogni singolo atomo materiale; così nel mondo walrasiano esistono delle leggi "mentali" valide in qualsiasi contesto storico-culturale che, date le condizioni iniziali, determinano rigorosamente il comportamento di ogni singolo atomo umano. Inoltre, anche il processo economico, al pari di qualsiasi processo meccanico, è reversibile, cioè può seguire lo stesso corso in senso inverso. Non esistendo cambiamenti quantitativi e qualitativi irreversibili, infatti, nulla impedisce il riproporsi in un periodo futuro della stessa configurazione di "dati" che aveva caratterizzato la struttura dell'economia in un periodo passato. Rileviamo infine la totale negazione dell'esistenza di modificazioni dell'ambiente su cui il processo economico è ancorato: come in meccanica, anche in economia vale il principio di conservazione della natura. Del resto, l'idea che tra il processo economico e l'ambiente non vi siano interazioni emerge chiaramente dalla rappresentazione dell'aspetto materiale del processo economico come un flusso circolare senza né entrate né uscite, di cui abbiamo parlato precedentemente.

Riassumendo possiamo quindi affermare che la concezione del processo economico che sta alla base della teoria walrasiana è quella di un meccanismo storico e autosufficiente, isolato sia dalla cultura nella quale è immerso sia dall'ambiente su cui è ancorato.

Per quel che concerne l'aspetto prettamente metodologico, osserviamo che l'economia walrasiana, al pari della fisica newtoniana, è una teoria completamente matematica. Ma sotto quest'ultimo aspetto, saranno soprattutto gli sviluppi successivi del pensiero neoclassico ad accentuare la similitudine tra economia e meccanica. Ed è proprio questo l'argomento che ci accingiamo ad affrontare.

I.2.3. Lo spirito del neopositivismo e la scuola neo-walrasiana

Nel periodo che va dal 1880 al 1930 il nuovo modo d'intendere e d'impostare il discorso economico si diffuse, fino a diventare dominante, nelle università di quasi tutti i paesi occidentali. Durante questi cinquant'anni, l'economia neoclassica non si sviluppò però in modo omogeneo ed unitario, ma si frammentò in numerose "scuole" concorrenti o addirittura antagoniste. L'approccio walrasiano dell'equilibrio generale rimase ampiamente minoritario. Un grande successo l'ottenne invece l'approccio dell'equilibrio parziale¹⁹ elaborato dall'economista inglese Alfred Marshall (1842-1924). Quest'ultimo, a differenza di Walras, privilegiò il *realismo* alla *coerenza logica* dei risultati. Egli, inoltre, profondamente influenzato dalla teoria di Darwin, propugnò l'impiego di concetti evolutivi nella scienza economica. Secondo Marshall, infatti, l'economia, come la biologia, tratta "una materia la cui natura interna e costituzione, come pure la forma esterna, mutano costantemente"; "la Mecca dell'economia" dunque "sta nella biologia economica piuttosto che nella [meccanica] economica"(cit. in Juma, 1988: 114)²⁰.

Dalla fine degli anni Venti in poi, dato il grande successo del neopositivismo, la coerenza logica divenne però un requisito necessario per qualsiasi discorso scientifico. Fu così che la teoria dell'equilibrio economico generale, proprio per il suo rigore matematico, incominciò ad attirare l'attenzione di alcuni studiosi.

Un gruppo di tali persone si formò proprio a Vienna, intorno ai primi anni Trenta, per volere di Karl Menger, figlio di Carl Menger nonché assiduo

¹⁹ L'approccio dell'equilibrio parziale trascura le interrelazioni tra i vari mercati, per concentrarsi sulle condizioni di equilibrio del singolo settore produttivo.

²⁰ Nonostante questa dichiarazione d'intenti, il suo famoso manuale dal titolo *Principles of Economics* (1890) ha un'impostazione fondamentalmente meccanicistica. Per Marshall, infatti, "il ragionamento economico [deve] prendere le mosse da metodi analoghi a quelli della statica fisica, per poi, gradualmente, assumere un tono più biologico" (cit. in Juma, 1988: 115).

frequentatore del "Circolo". Egli organizzò un ciclo di seminari permanenti, il *Mathematisches Kolloquium*, frequentato dai più grandi matematici e logici dell'epoca. I partecipanti al *Kolloquium* concentrarono la loro attenzione sul problema dell'esistenza dell'equilibrio economico generale, problema che non era stato risolto compiutamente da Walras ²¹. Nel 1936, Abram Wald (1902-1950), un giovane matematico romeno che frequentava i seminari fin dal 1930, riuscì (sotto alcune ipotesi "cruciali") a dimostrare rigorosamente l'esistenza dell'equilibrio economico generale.

Sempre negli anni Trenta, lo schema teorico walrasiano venne ripreso anche da veri e propri economisti, altrettanto consapevoli dei nuovi criteri metodologici che il movimento neopositivista andava ponendo a fondamento dell'impresa scientifica. Ci riferiamo a quel gruppo di professori della *London School of Economics*, dominato dalle figure emblematiche di Lionel Robbins (1898-1984) e Friedrich von Hayek (1899-1992).

A differenza che al *Kolloquium*, alla *London School* venne prestata molta attenzione al problema del rapporto tra la teoria dell'equilibrio economico generale e la realtà osservabile. A questo riguardo, l'interesse si concentrò soprattutto sull'analisi del comportamento del consumatore. Per comprendere il senso dei fondamentali sviluppi apportati da Robbins e dai suoi discepoli a questa importantissima parte della teoria neoclassica, è conveniente partire da più lontano.

Come abbiamo visto nel sottoparagrafo precedente, Walras e i primi economisti neoclassici, per spiegare il comportamento razionale del consumatore, si erano basati sul concetto di utilità come grandezza psichica direttamente misurabile. All'alba del XX secolo, però, nessuno era ancora riuscito a misurare effettivamente l'intensità della sensazione di soddisfazione procurata dal consumo di un paniere di beni, e alle ottimistiche speranze che avevano caratterizzato a questo proposito gli ambienti accademici nel

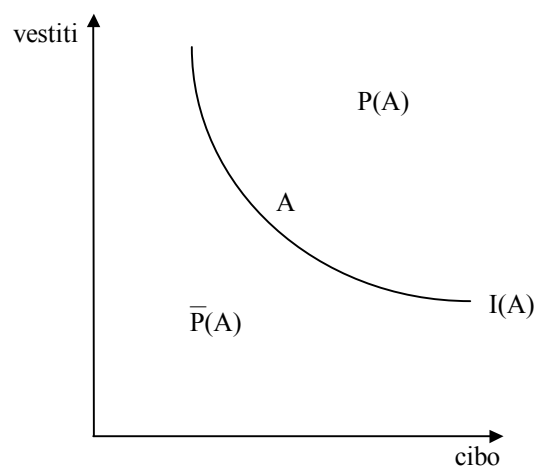
²¹ Cfr. nota 18.

ventennio precedente²², si andava via via sostituendo una posizione più scettica e pessimistica.

Vilfredo Pareto (1848-1923) fu uno dei primi economisti che si resero conto della debolezza epistemologica del concetto di utilità cardinale. Egli, d'altra parte, si convinse del fatto che la misurazione in senso cardinale dell'utilità non è necessaria ai fini della formulazione del criterio di scelta razionale del consumatore. Secondo lo studioso italiano, infatti, è possibile costruire una funzione di utilità (ordinale) semplicemente osservando il modo in cui il soggetto, sulla base della sua struttura preferenziale, ordina a due a due le varie combinazioni di beni appartenenti al suo campo di scelta. Vediamo schematicamente in che modo.

Consideriamo il semplice caso di un'economia dove sono presenti soltanto due tipi di beni di consumo (poniamo vestiti e cibo). Assumendo che i beni siano perfettamente divisibili, possiamo rappresentare il campo di scelta del consumatore-tipo con l'ortante non negativo dello spazio euclideo bidimensionale, sugli assi del quale sono misurate le quantità dei beni, come mostrato nella figura 2.

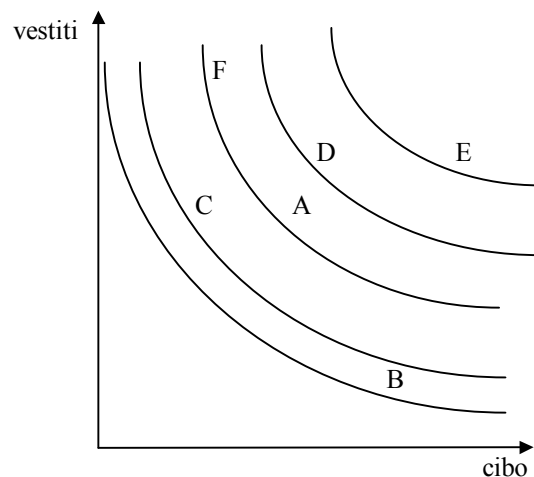
Figura 2



²² Francis Edgeworth (1845-1926) fu uno dei più convinti difensori del concetto di utilità cardinale. Nel libro *Mathematical Psychics* (1881), l'economista inglese, influenzato dalle scoperte di E.H. Weber (1846) e di F.T. Fechner (1860) in psicologia sperimentale, giunse fino a sostenere che il piacere può essere misurato direttamente mediante una sorta di "edonometro".

Prendiamo il paniere A. Chiediamo quindi al consumatore di confrontare con il paniere A ogni altro paniere x appartenente al suo campo di scelta e di dirci, a confronto avvenuto, se egli preferisce A ad x, o se preferisce x ad A, oppure se A ed x sono per lui indifferenti. Dalle risposte del consumatore, secondo Pareto, é possibile individuare nel campo di scelta una curva d'indifferenza, ovvero il luogo dei panieri indifferenti ad A, $I(A)$, la quale separa in modo netto l'insieme (chiuso) dei panieri meno preferiti ad A, $\bar{P}(A)$, dall'insieme (chiuso) dei panieri preferiti ad A, $P(A)$. Procedendo in maniera identica per i panieri B C D E F si giungerà infine a disegnare una mappa di curve d'indifferenza, come mostrato nella figura 3.

Figura 3



Associando ad ogni curva d'indifferenza un numero arbitrario, ma sempre più grande a mano a mano che ci si sposta verso curve d'indifferenza più alte, é possibile interpretare la mappa delle curve d'indifferenza come la proiezione sul campo di scelta delle curve di livello della funzione di utilità ordinale del consumatore. Questa funzione, dunque, associa ad ogni paniere un indice U non univoco, tranne che per la condizione che se il paniere B é meno preferito al paniere A allora $U(B) < U(A)$, se il paniere D é preferito del paniere A allora $U(D) > U(A)$ ed, infine, se il paniere F é indifferente al paniere A allora $U(F) = U(A)$.

Nei primi due decenni del nostro secolo, la formulazione paretiana della teoria del consumatore non riuscì ad imporsi. La maggior parte degli economisti neoclassici continuò infatti ad utilizzare, senza porsi grossi problemi, il concetto di utilità cardinale. I tempi semplicemente non erano ancora maturi. Come sappiamo, fu necessario attendere che si diffondesse lo spirito del "Circolo di Vienna" perché anche in economia s'incominciasse a parlare di "osservabilità" come criterio di demarcazione tra scienza e pseudoscienza.

Perfettamente consapevole dei nuovi principi metodologici che i neopositivisti avevano posto a fondamento di ogni discorso scientifico fu invece Lionel Robbins. Nel suo celebre libro dal titolo *Essay on the Nature and Significance of Economic Science* del 1932, egli, di conseguenza, indicò, con massima fermezza, nella strada intrapresa da Pareto la via da seguire per liberarsi dall'ingombrante concetto di utilità cardinale e per entrare, finalmente, nella "cittadella della scienza" ²³.

Nel 1934, nel saggio "A Reconsideration of the Theory of Value", due suoi giovani discepoli, John Hicks (1904-1989) e Roy Allen (1906-1983), sistematizzarono la teoria ordinalista del comportamento del consumatore, conferendole l'aspetto che tuttora presenta: quello di una rigorosa teoria matematica che parte da alcuni assiomi concernenti la struttura preferenziale del consumatore e deduce da questi tutte le proposizioni che dovrebbero spiegare il suo comportamento.

È molto importante per i nostri scopi mettere in evidenza i tre assiomi di base che secondo Hicks e Allen sono necessari e sufficienti per poter parlare di una funzione di utilità ordinale. Scrivendo xPy per indicare che il consumatore preferisce il paniere x al paniere y e xIy per indicare che il paniere x e il paniere y sono per il consumatore indifferenti; essi sono:

²³ Nel *Essay*, Robbins chiarì i concetti fondamentali che sono alla base della teoria dell'equilibrio economico generale di Walras. Primo tra tutti, il concetto di *scarsità*: una cosa è scarsa quando è utile ma disponibile in quantità limitata (rispetto alla soddisfazione completa dei bisogni). Nel libro in questione, inoltre, l'economista inglese fornì la definizione oggi comunemente accettata di scienza economica: "la scienza che studia la condotta umana come una relazione tra scopi e mezzi scarsi applicabili ad usi alternativi" (cit. in Napoleoni e Ranchetti, 1990: 26).

l'assioma di completezza delle preferenze: dati due panieri x e y appartenenti al campo di scelta: o xPy , o yPx , o xIy ²⁴;

l'assioma di riflessività delle preferenze: dati due panieri x e y appartenenti al campo di scelta, se $x = y$, allora xIy ;

l'assioma di transitività delle preferenze: dati tre panieri x , y e z appartenenti al campo di scelta, se xPy e yPz allora xPz ²⁵. ù

²⁴ L'assioma di completezza delle preferenze semplicemente richiede che il consumatore sia sempre in grado di ordinare, con le relazioni P e I , un certo insieme di panieri. In altre parole, questo assioma rende impossibili le situazioni di non scelta.

²⁵ L'assioma di transitività impedisce che le curve, o superfici, di indifferenza si intersechino.

II.

LA FORMAZIONE DEL PENSIERO EPISTEMOLOGICO DI GEORGESCU-ROEGER

II.1. IL PERIODO DI SOGGIORNO IN FRANCIA (1927-1930)

Nel 1926, dopo aver conseguito la laurea in matematica presso l'Università di Bucarest, Georgescu-Roegen ottiene una borsa di studio governativa per un dottorato di ricerca in statistica alla Sorbona di Parigi. Giunto alla Sorbona, il giovane ricercatore romeno inizia a studiare sotto la guida di alcuni tra i più grandi matematici francesi dell'epoca, come Maurice Fréchet, Georges Darmon, Emil Borel, e per loro tramite entra in contatto con l'originale clima culturale che caratterizza la Francia in quel periodo.

L'ambiente culturale francese degli anni Venti è dominato da due grandi correnti, inverse ma reciprocamente interagenti, a cui convenzionalmente vengono attribuiti i nomi di "spiritualismo" e di "critica della scienza". La loro caratteristica comune è il rifiuto del positivismo, ovvero di quell'atteggiamento dogmatico e acritico nei confronti della scienza che, come sappiamo, aveva dominato gran parte della cultura ottocentesca. Gli ambienti nei quali queste due correnti si originano e i loro scopi sono però molto differenti: mentre lo "spiritualismo" può essere considerato come la manifestazione del bisogno, profondamente sentito negli ambienti filosofici, di abbandonare il rigido determinismo della concezione meccanicistica del mondo, per riaffermare la libertà creativa dell'uomo e della natura; la "critica della scienza" è invece un movimento che nasce negli ambienti scientifici e che è orientato verso

un'analisi interna della scienza, volta a determinarne l'origine storica, il valore e la portata oggettiva, senza facili semplificazioni o sistemazioni ²⁶ ²⁷.

Georgescu-Roegen rimane subito affascinato dal pensiero dei suoi illustri professori, e più in generale dal dibattito culturale francese. Durante i tre anni di permanenza a Parigi, egli affianca così agli studi di statistica numerose discussioni e letture di carattere filosofico ed epistemologico. Questo periodo di soggiorno in Francia svolge quindi un ruolo determinante nella formazione della struttura cognitiva del nostro autore.

Alla luce della sua produzione scientifica, particolarmente evidenti ci appaiono i segni lasciati dalla personale frequentazione con il matematico ed epistemologo Emil Borel e dall'attenta lettura delle opere del filosofo Henry Bergson. Qui di seguito, ci proponiamo di presentare, molto sinteticamente, quelle parti del pensiero di questi due studiosi che secondo noi sono più interessanti ai fini della ricostruzione di alcune idee-chiave del pensiero georgescu-roegeniano.

²⁶ Tra il movimento della critica della scienza ed il movimento neopositivista vi sono sia punti di convergenza sia punti di divergenza. Per quanto concerne i caratteri della critica della scienza affini a quelli del neopositivismo ricordiamo soprattutto il substrato comune da cui queste due culture epistemologiche traggono origine: la "svolta della fisica" nei primi anni del secolo e la conseguente crisi di certezze ritenute a lungo acquisite. Entrambi i movimenti, inoltre, manifestano una profonda ostilità nei confronti della metafisica. Più rilevanti, comunque, appaiono i caratteri peculiari dell'epistemologia francese, i quali la rendono un fenomeno a sé stante nell'ambito della riflessione epistemologica internazionale. Questi caratteri sono sinteticamente i seguenti: 1) disinteresse nei confronti dell'analisi logica dei procedimenti della scienza; 2) rifiuto verso i progetti epistemologici unificanti -quale appunto quello del Circolo di Vienna-; 3) propensione a sottolineare la conflittualità dialettica tra le teorie scientifiche; 3) interesse per la dinamica storica della scienza.

²⁷ Una trattazione esauriente dell'originale ambiente culturale francese dei primi decenni del secolo si trova in Polizzi (1984).

II.1.1. Il valore della matematica e della scienza nel pensiero di Emil Borel

Emil Borel (1871-1956) é il piú insigne rappresentante di quel filone della ricerca matematica francese, appartenente al piú ampio movimento della "critica della scienza", che va sotto il nome di *empirismo matematico*.

In controtendenza rispetto alle correnti allora dominanti del logicismo²⁸ e del formalismo²⁹, Borel, come del resto molti altri matematici francesi suoi contemporanei, valorizza soprattutto il rapporto tra la matematica e le scienze del reale, disinteressandosi del livello della pura astrazione.

Secondo Borel, la matematica, la scienza dei segni, ha infatti valore non tanto perché può essere inquadrata in un unico edificio ipotetico-deduttivo perfettamente coerente, quanto perché rappresenta l'esito ultimo e piú rigoroso della descrizione di alcuni domini fenomenici, come per esempio quelli della geometria, della meccanica, dell'astronomia. Per lo studioso francese, la formalizzazione matematica rappresenta un momento centrale dell'attività conoscitiva dell'uomo soltanto nella misura in cui permette una lettura piú chiara del reale. L'eccesso di formalismo e di simbolismo, che fa

²⁸ Il logicismo fu quell'approccio al problema dei fondamenti della matematica che vide in Georg Cantor (1845-1918) il suo antesignano e in Gottlob Frege (1848-1925) e Bertrand Russell (1872-1970) i suoi esponenti principali. L'idea centrale che orientò il lavoro di questi autori é quella che partendo da pochi principi logici si possa dedurre tutta la matematica; in breve, che la matematica possa essere ridotta alla logica.

²⁹ Il formalismo, di cui David Hilbert (1862-1943) fu il rappresentante piú importante, fu quell'approccio che tese a dimostrare la coerenza e la completezza della matematica, partendo da una serie di assiomi e da un numero finito di regole di deduzione logica.

guadagnare coerenza logica ma contemporaneamente fa perdere valenza esplicativa, deve di conseguenza essere assolutamente evitato³⁰.

La propensione di Borel verso il momento intuitivo e pratico della matematica é il riflesso di una concezione generale della scienza come insieme di strutture intellettuali elaborate dalla coscienza dell'uomo, e quindi strettamente legate alle sue particolari finalità ed esigenze materiali. Per il matematico francese, tutta la conoscenza scientifica é quindi "antropomorfica", nel senso che é dipendente dalla particolare posizione che gli esseri umani occupano nell'universo materiale. Essa, in altre parole, non ha un valore assoluto ma ha un valore relativo (all'uomo). E a questo proposito Borel aggiunge:

Il valore della scienza non é in alcun modo diminuito dall'osservazione che essa é relativa all'uomo. Quale interesse potremmo avere in una conoscenza non connessa a noi stessi -sempre che il concetto stesso di una conoscenza del genere possa risultare non contraddittorio- ? (cit. in Zamagni, 1979: 74).

³⁰ La valorizzazione da parte di Borel dell'efficacia esplicativa piuttosto che della coerenza logica della matematica é comprovata, ad esempio, dalla sua ritrosia a fornire una definizione formale di *insieme*. Sostiene infatti a questo proposito il matematico francese: "Ci sembra che sia una nozione [quella di insieme] sufficientemente primitiva perché sia del tutto inutile fornire una definizione ... Si può dire che si intende per insieme una collezione di un numero finito o infinito di oggetti, peraltro qualunque ..." (cit. in Polizzi, 1984: 129). E ancora: "Diremo che un insieme é dato allorché, con un mezzo qualunque, se ne sappiamo determinare tutti gli elementi gli uni dopo gli altri, senza eccezione alcuna e senza ripeterne nessuno più volte" (cit. in Polizzi, 1984: 129). Come ci suggerisce Polizzi, per chiarire l'originale posizione di Borel, può essere utile porre a confronto queste sue definizioni con quella di Cantor sul concetto assoluto di insieme: "Chiamo *ben definita* una molteplicità (un aggregato, un insieme) di elementi che appartengono ad una qualche sfera concettuale, quando, sulla base della sua definizione e del principio logico del terzo escluso, deve essere considerata come *interamente determinata tanto* se un qualsiasi oggetto appartenente alla medesima sfera concettuale é o no elemento della ricordata molteplicità, quanto se due oggetti appartenenti all'insieme, malgrado una differenza formale nel modo dell'essere dati, sono o no reciprocamente uguali" (cit. in Polizzi 1984: 129).

Non vi sono dubbi che Georgescu-Roegen viene profondamente influenzato da Borel. Gli insegnamenti del grande matematico francese avranno infatti una importanza decisiva sulla sua successiva produzione scientifica e, indirettamente, sulla formazione del suo pensiero epistemologico.

Conformemente all'idea di Borel del ruolo della matematica nell'impresa scientifica, Georgescu-Roegen dedicherà gran parte del suo lavoro all'interno della teoria economica contemporanea, all'accertamento della valenza esplicativa dei modelli matematici con i quali la maggior parte degli economisti vorrebbe descrivere i fenomeni del consumo e della produzione. E proprio partendo dai risultati di questo lavoro, di uno dei quali ci occuperemo dettagliatamente alla fine del presente capitolo, il nostro autore inizierà a pensare criticamente al ruolo del ragionamento matematico nella scienza economica, il tema centrale della riflessione metodologica georgescu-roegeniana.

L'economista romeno terrà inoltre sempre presente, fino a farla propria, la concezione boreliana della scienza come conoscenza strettamente connessa all'uomo. Egli individuerà poi nella termodinamica classica il modello per eccellenza di scienza antropomorfa. Il secondo principio della termodinamica, attuando la distinzione tra ciò che è utilizzabile dall'uomo (la bassa entropia) e ciò che non è utilizzabile dall'uomo (l'altra entropia), e implicando la nozione di tempo irreversibile, apparirà infatti ai suoi occhi come la legge fisica maggiormente connessa alle finalità e alla coscienza dell'uomo. Come vedremo, è proprio da alcune importanti considerazioni sulle profonde implicazioni della legge dell'entropia che prenderà avvio la riflessione di Georgescu-Roegen sulla concezione del processo economico, l'altro grande tema del suo pensiero epistemologico.

II.1.2. La filosofia evoluzionistica di Henry Bergson

Henry Bergson (1859-1941) é la figura piú rappresentativa dello spiritualismo francese. Il punto di partenza del pensiero bergsoniano é la scoperta che il tempo reale, ovvero il tempo concretamente vissuto dalla nostra coscienza, "sfugge" alle scienze matematiche. Secondo il filosofo francese, infatti, mentre il tempo matematico (la variabile continua t che compare nelle equazioni del moto e che é rappresentabile mediante la retta R dei numeri reali) é una successione *reversibile* di istanti "statici" e omogenei, che si distinguono nettamente gli uni dagli altri in quanto occupano posizioni spaziali differenti; il tempo reale é un flusso *irreversibile* di durate "dinamiche" ed eterogenee, che non si distinguono le une dalle altre in quanto sono profondamente compenstrate. Scrive a questo proposito Bergson ne *L'Évolution créatrice* (1907), la sua opera piú celebre:

La nostra durata non é il susseguirsi di un istante a un altro istante: in tal caso esisterebbe solo il presente e non ci sarebbe evoluzione né durata concreta. La durata é l'incessante progredire del passato che intacca l'avvenire e che, progredendo, si accresce. E poiché si accresce continuamente il passato si conserva indefinitivamente (cit. in Polizzi, 1984: 183)

Sulla base del concetto di tempo come "durata", Bergson elabora un'originale visione della natura, nettamente contrapposta alla concezione meccanicistica del mondo.

Secondo il filosofo francese, l'universo non é un meccanismo il cui mutamento può essere ridotto a formule e quindi reso prevedibile. Esso é invece un *processo* che "dura", ovvero che si sviluppa nel tempo storico in modo completamente spontaneo e assolutamente non prevedibile. Il continuo *cambiamento qualitativo* e *l'emergenza di novità* sono le sue caratteristiche principali.

Per Bergson, questo processo evolutivo universale é il risultato dello scontro tra due movimenti contrapposti: il movimento della vita ed il movimento inverso della materia-energia. Da un lato, vi é l'attività creatrice e organizzatrice della vita, dall'altro lato, vi é il processo entropico di

disfacimento della materia e di degradazione dell'energia. Scrive infatti il filosofo francese, sempre ne *L'Évolution créatrice*:

La vita tutta, sia animale che vegetale, in quel che ha di essenziale, appare come lo sforzo per accumulare energia e per sprigionarla poi in canali flessibili, deformabili, all'estremità dei quali effettuerà lavori estremamente vari. Tale risultato, *l'elan vital*, che attraversa la materia, tende a conseguirlo tutto in un colpo; e ci riuscirebbe certamente se la sua potenza fosse illimitata o se potesse ricevere qualche aiuto dall'esterno. Invece esso è finito, ed è stato dato una volta per tutte: non può superare tutti gli ostacoli. Il movimento a cui esso dà impulso ora è deviato, ora diviso, sempre contrariato, e l'evoluzione del mondo è lo svolgimento di questa lotta (cit. in Polizzi, 1984: 239).

È importante sottolineare la presenza nella visione bergsoniana del mondo del secondo principio della termodinamica. Proprio grazie alla legge dell'entropia, che come sappiamo implica la concezione di tempo irreversibile, Bergson riesce infatti ad affiancare alla durata del movimento della vita, che l'uomo può percepire grazie ad un semplice atto di introspezione interna, una durata di segno inverso propria della materialità.

Ora, per Bergson non potrebbe esserci errore più grave del tentativo di analizzare scientificamente il processo evolutivo della realtà. Secondo lui, infatti, la scienza frammenterebbe in concetti rigidi e precostituiti un qualcosa che è invece intrinsecamente fluido e dinamico. Proprio per questo, secondo il filosofo francese, il ragionamento scientifico, matematico o meno che sia, pur essendo utile per l'agire materiale dell'uomo, non potrà mai cogliere il divenire. Per Bergson, l'evoluzione, ovvero il nucleo più intimo della realtà, può essere afferrato soltanto con l'intuizione metafisica, un atto translogico e transdiscorsivo del pensiero.

Georgescu-Roegen comincia ad apprezzare Bergson dopo aver iniziato ad occuparsi, in quanto studioso di statistica, di meccanica statistica, e conseguentemente della legge dell'entropia. Alla luce del secondo principio della termodinamica, il concetto di tempo e la visione del mondo del filosofo

francese gli appaiono superiori al concetto di tempo e alla visione del mondo dei positivisti.

Durante tutta la sua lunga attività intellettuale, il nostro autore terrà sempre in altissima considerazione il pensiero di Bergson, il quale può essere considerato uno dei suoi mentori filosofici³¹. Tale ammirazione, comunque, non gli impedirà di prendere le distanze dalle conclusioni mistiche ed antiscientifiche della filosofia bergsoniana. Come vedremo, la riflessione metodologica dell'economista romeno avrà infatti come obiettivo principale l'individuazione di una razionalità scientifica capace di trattare proficuamente il divenire.

II.2. IL PERIODO DI SOGGIORNO IN INGHILTERRA (1930-1932)

Nell'ottobre del 1930, dopo aver conseguito il dottorato in statistica alla Sorbona -discutendo la tesi intitolata "*Le problème de la recherche des périodes cycliques d'un phénomène*"-, Georgescu-Roegen si trasferisce in Inghilterra per intraprendere una ricerca post-dottorale presso l'University College di Londra. A Londra il nostro autore lavora sotto la guida di Karl Pearson, grande statistico ed epistemologo inglese. L'incontro con l'ampia prospettiva epistemologica pearsoniana permette a Georgescu-Roegen di

³¹ Un altro filosofo particolarmente apprezzato da Georgescu-Roegen è Alfred North Whitehead (1861-1941). La filosofia di questo grande matematico inglese costituisce, fino ad oggi, il maggior tentativo di elaborare una nuova concezione della realtà, nettamente contrapposta a quella meccanicistica, che non sia però una diretta antagonista della scienza. Lo scopo principale della filosofia whiteheadiana è la riconciliazione tra essere e divenire, tra permanenza ed evoluzione. A differenza di quanti, come i positivisti, negano l'esistenza dell'evoluzione e di quanti, come Bergson, rendono ogni permanenza illusoria, il grande studioso inglese concepisce la realtà come un processo dinamico in cui vivono enti identificabili ed individuali che nascono e muoiono. Per una esposizione generale del pensiero filosofico di Whitehead si veda Arena (1989).

chiarirsi le idee su alcune delle importanti questioni che erano emerse dal dibattito scientifico e filosofico francese. Ci riferiamo in particolare alle problematiche concernenti il valore della scienza e il rapporto scienza-evoluzione. Esaminiamo quindi le originali posizioni di Pearson su queste due fondamentali questioni.

II.2.1. Il valore della scienza e il rapporto scienza-evoluzione nel pensiero epistemologico di Karl Pearson

La "summa" del pensiero epistemologico di Karl Pearson (1857-1936) é contenuta in un celebre libro del 1892 intitolato *Grammar of Science*. In quest'opera, lo studioso inglese sostiene fermamente la tesi che la scienza non ha un valore assoluto ma un valore relativo all'uomo. Secondo lui, il sapere scientifico non deve infatti essere visto come la *spiegazione* fondamentale dei fenomeni naturali, nel senso che essa non coglie la vera realtà che si celerebbe dietro i fatti così come noi li percepiamo. La scienza, per Pearson, é soltanto la *descrizione* dei fenomeni, o più precisamente, la descrizione di ciò che nei fenomeni vi é di costante e uniforme. Con questo, egli non intende però asserire che gli scienziati si devono limitare a classificare i fatti e ad osservare le loro correlazioni e sequenze. Secondo l'epistemologo inglese, l'osservazione e la classificazione dei fenomeni rappresentano soltanto la prima fase dell'indagine scientifica. A questa prima fase ne deve seguire una seconda, altrettanto se non più importante, che consiste nell'invenzione di concetti come "forza" e "accelerazione" o come "selezione naturale" e "variazione casuale", grazie ai quali é possibile costruire delle proposizioni molto particolari, le *leggi scientifiche*, da cui si possono poi derivare tutti gli asserti empirici concernenti i fatti indagati. Secondo Pearson, lo scopo principale di ogni disciplina scientifica é infatti proprio quello di riassumere lunghi elenchi di proposizioni descrittive afferenti al proprio dominio fenomenico, in poche e semplici formule o asserzioni, le leggi naturali appunto. Per lo studioso inglese, l'*economia di pensiero* che da ciò deriva rappresenta il vantaggio principale della conoscenza scientifica. Secondo

Pearson, parlare di "economicità" della scienza non significa però relegare la scienza al campo dell'utile, ma significa invece mettere in luce la sua capacità, essenzialmente conoscitiva, di fornirci una visione unitaria della realtà.

Com'è facile rendersi conto, la concezione pearsoniana della scienza è simile a quella di Ernst Mach (1838-1916). Anche per il grande epistemologo austriaco, infatti, la scienza "è esperienza, ordinata secondo un criterio economico" (cit. in Georgescu-Roegen, 1966:9). Tuttavia, mentre Mach sottolinea l'alleggerimento della memoria derivante dall'utilizzo del simbolismo matematico, Pearson mette in evidenza l'alleggerimento della memoria derivante dall'invenzione delle leggi scientifiche, ovvero di asserzioni, è importante ribadirlo, che riassumono in se stesse lunghissimi elenchi di proposizioni descrittive.

Questa differenza non deve assolutamente essere sottovalutata: soffermandosi sul rapporto economicità-simbolismo matematico, infatti, Mach sembra implicitamente sostenere la tesi che soltanto il linguaggio matematico è il linguaggio propriamente scientifico. Pearson invece non opera una restrizione di questo tipo. Secondo lui, tutto il linguaggio può essere scientifico; tant'è vero che nell'introduzione della sua *Grammar of Science* per illustrare il metodo scientifico egli prende come modello la teoria dell'evoluzione delle specie di Darwin, la quale non è assolutamente una teoria matematica. Questo punto, molto importante, ci permette di collegarci alla seconda questione che ci siamo riproposti di analizzare, ovvero quella concernente il problema del rapporto tra scienza e evoluzione. Vediamo in che modo.

Pearson è fermamente convinto che la scienza possa trattare qualsiasi tipo di fenomeni, compresi quelli evolutivi. Infatti scrive:

La scienza richiede che l'intera gamma dei fenomeni, mentali e fisici - l'intero universo- sia il suo campo. Essa afferma che il metodo scientifico è la sola via per l'intero regno della conoscenza. *La parola scienza non è qui usata in senso stretto*, ma applicata a tutti i ragionamenti concernenti fatti che procedono, dalla loro accurata classificazione, alla comprensione delle loro relazioni e sequenze (Pearson, 1892: 25, traduzione e corsivo nostri)

Il brano sopra citato ha chiaramente un senso polemico nei confronti di quanti vorrebbero limitare l'applicabilità della scienza soltanto a specifici problemi. Il fronte di attacco é duplice. Da una parte, vi sono quei filosofi che, come Henry Bergson, negano categoricamente la possibilità della trattazione scientifica del divenire; dall'altra parte, vi sono quei positivisti che, come il fisiologo tedesco Emil Du Bois-Reymond (1818-1896), ammettono l'esistenza di limiti invalicabili dalla conoscenza scientifica.

La frase che abbiamo trascritto in corsivo ci mostra che Pearson comprende, con grande lucidità, che l'errore che entrambi gli schieramenti commettono é quello di identificare tutta la scienza con la fisica newtoniana (la scienza in senso stretto), e di identificare conseguentemente i limiti di questa disciplina con i limiti della scienza in generale. Per lo studioso inglese, é soltanto la meccanica a non poter trattare i fenomeni evolutivi -della vita, dell'uomo, della società- non la scienza in generale. Pearson é perfettamente consapevole che soltanto allentando i canoni di scientificità ammessi dai positivisti la scienza possa liberarsi da qualsiasi vincolo dogmaticamente imposto e svilupparsi ovunque vi siano delle possibilità di conoscenza.

A questo riguardo, particolarmente significativo é il capitolo della *Grammar of Science* intitolato "Life". In questo capitolo Pearson mostra, in primo luogo, come i concetti matematizzabili e le leggi della meccanica non siano sufficienti per descrivere i fenomeni della vita e, in secondo luogo, come i concetti e le leggi della biologia non siano sufficienti per descrivere i fenomeni sociali o "superorganici" (per usare l'appropriato termine dell'antropologo statunitense A.L. Kroeber). Con questo lo scienziato inglese vuole mettere in evidenza che percorrendo il *continuo fenomenico* (inorganico-organico-superorganico) é necessario, per tener conto del continuo aumento di complessità dell'oggetto di studio, percorrere contemporaneamente il *continuo concettuale*, che parte dai concetti perfettamente quantificabili, come "forza", e va via via verso concetti sempre meno matematizzabili, come "ambiente" o "cultura".

L'influenza che Karl Pearson esercita su Georgescu-Roegen é notevolissima. Come vedremo nel prossimo capitolo, le tesi pearsoniane del valore economico della scienza e della necessità di utilizzare concetti e ragionamenti non matematici per studiare i fenomeni biologici e sociali, occupano infatti, anche se opportunamente modificate, un ruolo fondamentale nella riflessione metodologica del nostro autore.

II.3. LA NASCITA DI GEORGESCU-ROEGEN ECONOMISTA (1932-1936)

II.3.1. L'impatto con la realtà della Romania dei primi anni '30

Nel 1932 Georgescu-Roegen rientra in Romania (dove é subito nominato professore di Statistica all'Università di Bucarest).

La realtà materiale e sociale in cui il nostro autore si inserisce é drammatica³². In questi anni a cavallo tra le due guerre mondiali, la situazione della Romania é infatti quella di un'economia agraria sovrappopolata dotata di una grandissima quantità di risorse naturali (petrolio³³, soprattutto, ma anche carbone, metano, legno, lignite e metalli

³² Per un panorama generale della situazione della Romania tra le due guerre mondiali si veda Otetea (1970) e Bodgan (1991). Assai utile ci pare anche la voce "Romania" nella Enciclopedia Garzanti.

³³ Nel 1930, la Romania, con 5.793.311 tonnellate di prodotti petroliferi estratti, occupava il sesto posto nel mondo dal punto di vista del volume di produzione di grezzo.

non ferrosi), il cui sfruttamento é però subordinato agli interessi delle grandi potenze occidentali (Francia e Inghilterra soprattutto) ³⁴.

Nonostante il brillante tenore di vita di un ristretto gruppo dirigente che vive nella capitale secondo la moda occidentale, le condizioni della gran parte dei cittadini romeni sono estremamente precarie. Nelle campagne, dove vive più dell'80 % della popolazione, vi è una persistente scarsità di terre coltivabili, di alimenti di prima necessità ³⁵, di abitazioni dignitose ³⁶. La totale assenza di qualsiasi forma di assistenza medica facilita la rapida diffusione di malattie croniche. Nelle città industriali, gli operai e gli impiegati sono duramente colpiti dal continuo aumento della disoccupazione e dalla continua diminuzione dei salari reali, effetti della crisi economica mondiale del 1929-1933. Proprio a causa della crisi, inoltre, decine di banche falliscono, impoverendo la massa dei piccoli risparmiatori, per lo più commercianti e artigiani, che vengono ad ingrossare le file degli scontenti. Per sollevare il paese da questa disastrosa situazione economica, i governi di questo periodo, dominati dal Partito Nazionale Contadino³⁷, promuovono la politica "delle porte aperte al capitale straniero", contrattando in condizioni di inferiorità una serie di prestiti con i paesi occidentali. Tale politica si dimostra ben presto

³⁴ I capitali stranieri si impiantarono in Romania principalmente dopo la fine della prima guerra mondiale. I trattati di pace che segnarono il termine dei conflitti, infatti, se da un lato sancirono la nascita della Grande Romania, dall'altro lato prevedero importanti vantaggi di ordine economico e commerciale a favore dei grandi investitori dell'Europa occidentale.

³⁵ Nel 1933, l'Istituto Nazionale Agrario constatava che su 3 milioni di fattorie contadine, 2 milioni non possedevano una vacca, 1.7 milioni nemmeno un maiale e 250.000 nemmeno una gallina.

³⁶ Secondo le relazioni del Ministero della Sanità, nel 1929 il 70 % delle abitazioni contadine erano fatte di travi tenute insieme da terra, col pavimento di terra e sterco e il tetto di assicelle e giunco.

³⁷ Il Partito Nazionale Contadino (PNC), la forza politica sostenuta dalla larga maggioranza della popolazione romena, era giunto al potere nel 1928, dopo che grandi manifestazioni di protesta avevano indotto la casa reale a prendere le distanze dal Partito Nazionale Liberale (PNL), il partito dei ceti possidenti che si era mantenuto antidemocraticamente al governo dal 1922 al 1927.

fallimentare: oltre ad aumentare il controllo straniero sull'economia romena, ha come immediata conseguenza l'aumento del debito pubblico e della pressione fiscale, e quindi l'aggravamento del tenore di vita delle masse popolari. La Romania è dunque scossa da numerose agitazioni contadine e operaie, molte soffocate nel sangue. La frattura tra paese reale e paese legale diventa sempre più profonda. La crisi dei due grandi partiti "storici", il Partito Nazionale Contadino e il Partito Nazionale Liberale, favorisce l'affermazione di forze politiche estremiste, in particolare della Guardia di Ferro, movimento di ispirazione ultra-nazionalista e antisemita dotato di forze paramilitari.

Il contatto con una realtà come quella appena descritta, fa nascere nella mente di Georgescu-Roegen un nuovo interesse scientifico, quello verso la problematica economica. Nel 1934, il giovane studioso romeno decide così di recarsi negli Stati Uniti, all'Harvard University, per "imparare di più circa il modo di trattare statisticamente i dati economici" (cit. in Zamagni, 1979: 104).

Metteremo in evidenza più avanti in questo capitolo, alla fine del paragrafo II.4, l'influenza che il contatto diretto con la particolare realtà della Romania avrà sulla formazione del pensiero epistemologico georgescu-roegeniano. Quello che qui ci preme sottolineare è soltanto un lato della personalità del nostro autore che traspare già dalla sua decisione di orientare gli studi conformemente ai bisogni e alle necessità della società in cui vive. Come speriamo risulterà chiaro alla fine di questo lavoro, Georgescu-Roegen, da un lato, ha una eccezionale capacità di cogliere intuitivamente quelli che sono i problemi cruciali del suo (e del nostro) tempo e, dall'altro lato, ha una grande fiducia nelle capacità della scienza, intesa in senso molto ampio, di comprendere e di affrontare, perlomeno, tali problemi.

II.3.2. L'incontro con Joseph Schumpeter

Alla Harvard University Georgescu-Roegen incontra, per circostanze fortuite, l'economista austriaco Joseph Schumpeter:

Per mia fortuna, non trovai buona accoglienza da parte del docente di statistica di Harvard. Disperato, mi rivolsi a Schumpeter semplicemente perché questi insegnava teoria del ciclo economico ed io speravo di riuscire a ricavare qualcosa, con il metodo elaborato nella mia dissertazione di dottorato, a proposito delle varie componenti del ciclo ... Così, per puro caso, venni in contatto con la mente che più di ogni altra ha esercitato su di me la sua influenza, con la mente del più grande economista di questo secolo... La moda era allora quella di muovere verso la matematizzazione dell'economia. Sebbene Schumpeter non credesse al successo di tale operazione (come in seguito io e tanti altri avremmo imparato), era suo costume lasciare che ogni nuova idea dimostrasse il suo valore. In vista della mia preparazione matematica, egli mi incoraggiò ad occuparmi delle teorie del consumatore e dell'impresa (cit. in Zamagni 1979: 105).

Dal momento in cui entra in contatto con Schumpeter, Georgescu-Roegen si dedica quindi, con grande impegno, allo studio delle parti tecnicamente più ardue e concettualmente più complesse dell'economia neoclassica. Nello stesso tempo, egli legge attentamente i lavori del grande economista austriaco, con il quale ha anche lunghe conversazioni private.

Sul senso e sul risultato epistemologico più importante del lavoro del nostro autore all'interno dell'edificio teorico neoclassico parleremo tra breve (nel paragrafo II.5). Adesso, esaminamo invece sinteticamente quegli aspetti molto generali del pensiero di Schumpeter che hanno avuto una decisiva influenza sulla formazione dell'orientamento epistemologico di Georgescu-Roegen. Ci riferiamo essenzialmente all'originalissima visione schumpeteriana del processo economico e all'associata concezione dell'oggetto e del metodo della scienza economica.

La visione schumpeteriana del processo economico può essere esposta brevemente nei termini seguenti. Secondo Schumpeter, il funzionamento di un sistema economico genericamente considerato dipende, in ultima analisi, dai comportamenti dei due tipi di individui che lo compongono: gli "agenti tradizionali", ovvero gli individui che agiscono in maniera consuetudinaria, e gli "innovatori", ovvero gli individui che non rispettano le abitudini consolidate

e cercano di modificare la situazione preesistente. Per l'economista austriaco, i comportamenti di questi due tipi distinti di individui danno luogo a due diversi insiemi di fenomeni: i fenomeni economici di tipo ripetitivo e i fenomeni caratteristici del cambiamento economico ³⁸.

Come si vede, la visione schumpeteriana del processo economico é profondamente dicotomica. Secondo Schumpeter, in ogni sistema economico coesistono infatti due tendenze *endogene* contrapposte: una tendenza verso l'equilibrio, l'ordine, la permanenza (generata dai comportamenti ripetitivi degli agenti tradizionali) e una tendenza verso lo squilibrio, il disordine, il mutamento (generata dai comportamenti degli innovatori).

Dato il carattere dicotomico del suo oggetto di studio, la scienza economica, secondo l'economista austriaco, deve elaborare due sistemi teorici diversi: una "teoria dell'equilibrio" e una "teoria dell'innovazione". Questi due sistemi teorici devono essere formulati separatamente; solo in un secondo momento la scienza economica può cercare di coordinarli in una eventuale "teoria del ciclo", allo scopo di fornire una spiegazione integrata della realtà economica.

La dicotomia che caratterizza la visione schumpeteriana del processo economico, si riflette anche sulla posizione dell'economista austriaco sul piano propriamente metodologico: mentre la "teoria dell'equilibrio", trattando gli aspetti a-temporali della realtà economica, può e deve essere quantitativa, esatta, rigorosa; la "teoria dell'innovazione", trattando gli aspetti temporali

³⁸ Com'è noto, Schumpeter applica poi queste considerazioni di carattere generale, valide per qualsiasi tipo di processo economico, allo *specifico caso* delle economie capitalistiche, che costituiscono il suo principale oggetto di studio. Secondo lui, in questi particolari tipi di economie, gli "agenti tradizionali" sono i consumatori e i produttori che ripetono continuamente sul mercato gli stessi atti di scambio e di produzione; gli "innovatori" sono gli *imprenditori*, ovvero i produttori che introducono *nuovi* beni di consumo, *nuovi* metodi di produzione, *nuovi* sistemi di organizzazione del lavoro, ecc...

della realtà economica, non può che essere elaborata partendo da un'analisi qualitativa, storica, istituzionale³⁹.

Sono due le idee-chiave del pensiero schumpeteriano che Georgescu-Roegen recepisce come gli insegnamenti più decisivi e maggiormente fecondi del maestro e che occuperanno, di conseguenza, un ruolo essenziale nel suo pensiero epistemologico: l'importanza fondamentale dei fenomeni economici evolutivi e la necessità di combinare armoniosamente l'analisi economica quantitativa con l'analisi economica qualitativa.

II.4. IL PERIODO DI ATTIVISMO POLITICO IN ROMANIA (1936-1948)

Nel maggio del 1936, Georgescu-Roegen decide di ritornare in Romania. Schumpeter, che progetta di scrivere con lui un trattato economico, cerca, ma invano, di trattenerlo negli Stati Uniti. L'economista romeno ricorderà così questo avvenimento:

Alla vigilia della nostra partenza per la Romania, egli [Schumpeter] venne a New York per convincermi a ritornare, in autunno, ad Harvard. Solo molto più tardi compresi quanto offensivo dovette apparirgli il mio rifiuto, sebbene esso fosse motivato dalla circostanza che la Romania, assai più che Harvard, aveva bisogno di un economista (cit. in Zamagni, 1976: 235).

³⁹ È facile comprendere a questo punto la posizione assunta da Schumpeter nei confronti della teoria dell'equilibrio economico generale di Warlas: da un lato, egli è un grande ammiratore di questa teoria, "l'unica opera di un economista che possa reggere il confronto con le conquiste della fisica teorica" (Schumpeter, 1954: 1016) ; dall'altro lato, egli giudica illusorio e fuorviante il tentativo di spiegare tutta la realtà ricorrendo unicamente a questo edificio teorico rigoroso e cristallino ma, proprio per questo, incapace di cogliere quelli che secondo lui sono i fenomeni economici più interessanti, ovvero quelli storici ed evolutivi.

Rientrato in patria, il giovane professore romeno viene nominato vicedirettore dell'Istituto Centrale di Statistica (incarico che lascerà nel 1939). Come però si evince dal brano appena citato, le sue preoccupazioni sono rivolte più alla situazione della Romania che all'attività scientifica. Nel 1938, Georgescu-Roegen decide così di dedicarsi all'attività politica.

Il 1938 è un anno drammatico per la Romania. I risultati delle elezioni parlamentari del dicembre 1937, elezioni in cui la Guardia di ferro aveva ottenuto il 16 % dei voti, non consentono la formazione di una maggioranza stabile. Dopo la breve ma violenta parentesi rappresentata dal governo di O. Goga, uomo politico di estrema destra accesa filotedesca e antisemita, il 10 febbraio, re Carol II assume direttamente il governo del paese, sciogliendo i partiti e promulgando una nuova costituzione di ispirazione totalitaria⁴⁰. Nei mesi successivi è la situazione internazionale della Romania a precipitare. Con l'annessione dell'Austria (marzo) e l'invasione della Cecoslovacchia (settembre), la Germania hitleriana ottiene infatti il totale controllo del nodo di comunicazioni tra l'est e l'ovest dell'Europa: la Romania è politicamente ed economicamente isolata e le possibilità di un'aggressione militare da parte della Germania, che mira al controllo del petrolio e delle altre risorse naturali romene, sono molto alte.

Come dicevamo, Georgescu-Roegen incomincia ad occuparsi attivamente di politica proprio in quest'anno, quando viene nominato dal governo di Armand Calinescu ⁴¹ consigliere economico del Ministero del Tesoro e delegato della Romania al comitato "Peaceful Change" della Società delle Nazioni.

L'anno successivo, l'economista romeno diventa membro del Comitato Centrale del Partito Nazionale Contadino e direttore del Ministero del

⁴⁰ I membri del PNC e del PNL, nonostante le proteste di principio contro la fine del regime democratico, non ostacolarono l'instaurazione della dittatura regia in quanto videro in essa l'unica possibilità di fermare l'ascesa al potere della Guardia di Ferro.

⁴¹ Armand Calinescu, esponente antifascista del Partito Nazionale Contadino (PNC), fu l'uomo politico a cui Carol II affidò il governo del paese dopo il suo colpo di stato. Venne assassinato dai Guardisti nell'ottobre del 1939.

Commercio e dell'Industria. Sotto quest'ultima veste , Georgescu-Roegen assiste direttamente alla conclusione di un accordo economico rumeno-tedesco, che di fatto significa la completa subordinazione della Romania agli interessi della Germania, ma che il governo romeno, date le esplicite minacce tedesche di invasione, é costretto ad accettare.

Nel 1940, dopo il colpo di stato del Movimento Legionario, l'ex Guardia di Ferro, e il conseguente avvento del regime militare del generale Ion Antonescu, Georgescu-Roegen viene rimosso dai suoi incarichi istituzionali e assiste impotente all'entrata in guerra della Romania a fianco della Germania nazista e all'instaurazione nel paese, da parte dei Legionari, di un clima di dura repressione e di terrore; tale clima durerà fino al gennaio del 1941, quando l'esercito romeno, comandato dallo stesso Antonescu, stroncherà il tentativo delle forze paramilitari fasciste di prendere tutto il potere.

Subito dopo questi ultimi eventi, Georgescu-Roegen torna ad occupare il ruolo di direttore del Ministero del Commercio e dell'Industria nel nuovo governo di militari e tecnici voluto da Antonescu, ormai capo assoluto del paese.

Nel 1944, dopo la capitolazione dell'esercito tedesco in Russia, l'invasione del territorio romeno da parte delle truppe sovietiche e il colpo di stato contro Antonescu, Georgescu-Roegen viene nominato Segretario Generale per l'Armistizio. In tale veste difende gli interessi della Romania contro le mire egemoniche della Russia e per questo rischia più volte la vita.

Terminata la II guerra mondiale, egli vede la graduale instaurazione in Romania di un regime comunista. Nel 1946, rifiuta di partecipare ad una coalizione di governo dominata dal Partito Comunista Romeno, e per questo viene perseguitato. Nel febbraio 1948, con la moglie Otilia Busuioc, fugge dalla Romania, riparando dapprima in Turchia e successivamente negli Stati Uniti.

Il periodo di attivismo politico in Romania é sicuramente un momento decisivo della formazione del pensiero epistemologico di Georgescu-Roegen. É infatti grazie al contatto diretto con questo paese fondamentalmente contadino ma straordinariamente ricco di petrolio e quindi "ambito" dalle

grandi potenze industriali europee, che Georgescu-Roegen prende coscienza, da un lato, della specificità dei caratteri e dei problemi delle economie agrarie⁴², dall'altro lato, dell'importanza vitale delle risorse naturali non rinnovabili per le economie umane⁴³.

Da tale presa di coscienza, l'economista romeno maturerà quindi la convinzione dell'inadeguatezza dell'economia neoclassica, la quale, basata come sappiamo su una concezione del processo economico come un meccanismo a-storico, autosufficiente ed isolato, trascura completamente lo studio di quelle interazioni tra economia, cultura e ambiente che egli vede di fondamentale importanza. Ed è proprio da tale convinzione che prenderà impulso la sua riflessione epistemologica.

II.5. L'ANALISI CRITICA DELLA TEORIA NEOCLASSICA DEL COMPORTAMENTO DEL CONSUMATORE

Come abbiamo visto nel paragrafo II.3, Georgescu-Roegen aveva iniziato ad occuparsi professionalmente di economia nel 1934 quando Schumpeter, data la sua preparazione matematica, lo aveva spinto ad interessarsi alla teoria economica neoclassica, ed in particolare alla teoria del

⁴² Alla specificità dei caratteri e dei problemi delle economie agrarie, Georgescu-Roegen dedicherà due interessantissimi lavori: "Economic Theory and Agrarian Economics" (1960) e "The Institutional Aspects of Peasant Communities: An Analytical View" (1969).

⁴³ In articolo apparso sul *New York Times Magazine* del 1979, Georgescu-Roegen afferma di aver imparato dalle guerre "combattute in casa sua" cosa significhi possedere o meno petrolio. E aggiunge: "All'inizio di questo secolo la Romania era il terzo paese produttore di petrolio. Essa durante la prima guerra mondiale voleva rimanere neutrale, ma ciò fu impossibile. Né la Russia né la Germania volevano lasciare all'altra nazione il controllo delle sue risorse. Nella seconda guerra mondiale successe la stessa cosa" (cit. in Wendel, 1991: 56).

comportamento del consumatore. (Come sappiamo, proprio nel 1934 erano stati pubblicati i lavori di Allen e Hicks e si stava dunque compiendo il decisivo passaggio dallo statuto cardinalista allo statuto ordinalista nell'ambito di questo fondamentale comparto dell'economia neoclassica). Fin da allora, il nostro autore, data l'impostazione epistemologica che si era formato sotto la guida di Borel e Pearson, non si era avvicinato alla teoria del consumo in modo "normale", ossia ricercando nuove e più eleganti formulazioni della teoria ricevuta, ma in modo estremamente critico. Egli sentiva intuitivamente che il comportamento umano non può essere spiegato meccanicamente e aveva deciso, conseguentemente, di impostare il suo lavoro su un preciso obiettivo: cercare di mettere chiaramente in evidenza le grandi difficoltà, solo apparentemente analitiche, che stringono d'assedio il tentativo di spiegare (prevedere) le scelte di consumo di un soggetto utilizzando soltanto un rigido schema logico-matematico. Il saggio del 1936 dal titolo "The Pure Theory of Consumer's Behavior" aveva rappresentato il suo primo tentativo, parzialmente riuscito, di raggiungere tale obiettivo.

Nel 1949, al suo rientro negli Stati Uniti dopo il lungo periodo di permanenza in Romania, nominato professore di economia alla Vanderbilt University, Georgescu-Roegen decide di proseguire il lavoro precedentemente interrotto. I risultati non si fanno attendere. Con gli articoli "The Theory of Choice and the Constancy of Economic Laws" (1950) e "Choice, Expectations and Measurability" (1954), Georgescu-Roegen riesce infatti a mettere in evidenza problemi che testimoniano l'estrema fragilità della teoria del comportamento del consumatore e, di conseguenza, dell'intero edificio neoclassico che proprio su di essa è basato.

Dai risultati della sua analisi della teoria del consumo, Georgescu-Roegen trarrà decisivi spunti di riflessione in chiave critico-epistemologica. Esaminiamo quindi quello che è sicuramente il risultato più importante di questa analisi ⁴⁴.

⁴⁴ Per una trattazione completa del lavoro di Georgescu-Roegen all'interno della teoria del consumatore si veda Zamagni (1979).

II.5.1. Il problema dell'esistenza della funzione di utilità: le preferenze lessicografiche

Come abbiamo visto nel paragrafo I.2.3., dopo la seconda metà degli anni Trenta, la riformulazione ordinalista della teoria del comportamento del consumatore, iniziata da Pareto e portata a compimento da Allen e Hicks, apparve agli occhi della maggior parte degli economisti neoclassici come la soluzione definitiva dell'imbarazzante problema della misurabilità dell'utilità. Semplicemente osservando come il consumatore razionale (per definizione, il consumatore la cui struttura delle preferenze soddisfa i postulati di riflessività, completezza e transitività) ordina a due a due i panieri appartenenti al suo campo di scelta, si pensava, si sarebbe potuta derivare una mappa di curve (o superfici) d'indifferenza e quindi una funzione di utilità ordinale.

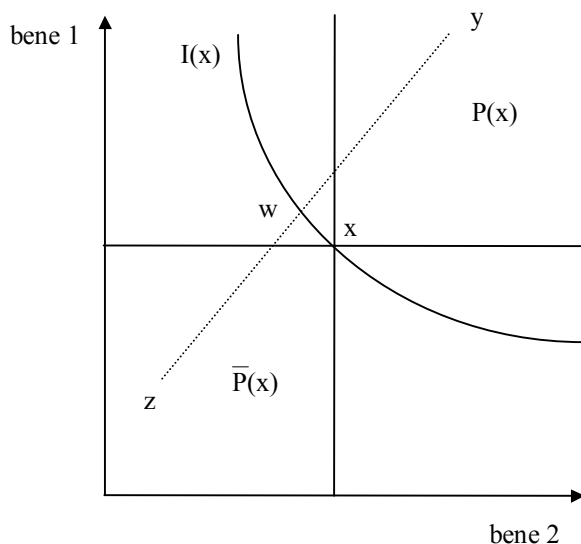
Fin dal suo primo lavoro del 1936, *The Pure Theory of Consumer's Behavior*, Georgescu-Roegen si era posto però la seguente domanda: che cosa assicura che dato un paniere x appartenente al campo di scelta del soggetto, l'insieme $I(x)$ dei panieri indifferenti ad x non sia vuoto? In altre parole, che cosa assicura che esistano effettivamente panieri indifferenti ad x e quindi che esista la curva (o la superficie) d'indifferenza passante per quel dato paniere?

A questa domanda, gli altri economisti avevano risposto che dato un paniere x , l'insieme $I(x)$ è necessariamente non vuoto in quanto per passare dall'insieme $P(x)$ dei panieri preferiti ad x all'insieme $\bar{P}(x)$ dei panieri non preferiti ad x è impossibile non passare per panieri indifferenti ad x , nello stesso modo di quanto avviene in aritmetica dove il passaggio sul continuo lineare dai numeri positivi a quelli negativi implica necessariamente il passaggio per la situazione intermedia rappresentata dallo zero.

Per chiarire questo punto, prendiamo in considerazione lo spazio di scelta bidimensionale rappresentato in figura 1. Dati i panieri x , z , e y , poiché il consumatore razionale non è mai sazio, ovvero preferisce sempre panieri che contengono quantità maggiori di ciascun bene, xPz e yPx . Il paniere z farà dunque parte dell'insieme $\bar{P}(x)$ e il paniere y dell'insieme $P(x)$. Secondo i

collegi di Georgescu-Roegen, muovendosi sulla retta tratteggiata zy , ci si imbatte necessariamente in un paniere w , tale che wIx .

Figura 1



Questa spiegazione non aveva soddisfatto il nostro autore. Allora, egli non era però riuscito a fornire un esempio formale per convincere se stesso e gli altri che l'insieme $I(x)$ poteva anche essere vuoto.

Nel 1954, Georgescu-Roegen torna su questa questione. Il saggio di quell'anno intitolato "Choice, Expectations e Measurability" è il tentativo, questa volta riuscito, di mostrare che vi sono numerosi casi, tutt'altro che marginali, in cui dalle risposte del consumatore razionale è impossibile derivare una mappa di curve (o superfici) di indifferenza e quindi rappresentare la sua struttura preferenziale mediante una funzione di utilità ordinale.

Per illustrare il ragionamento dell'economista romeno, è conveniente prendere le mosse da un semplice esempio. Immaginiamo un ipotetico amatore di vino che preferisce sempre quantità maggior di vino a quantità minori. Poniamo anche che egli abbia una leggera preferenza per il vino rosso, cosicché tra due panieri contenenti la stessa quantità di vino, egli preferisce quello con la maggiore quantità di vino rosso. Indichiamo con x_R (x_B) la quantità di vino rosso (bianco). Sotto tali assunti, possiamo rappresentare la

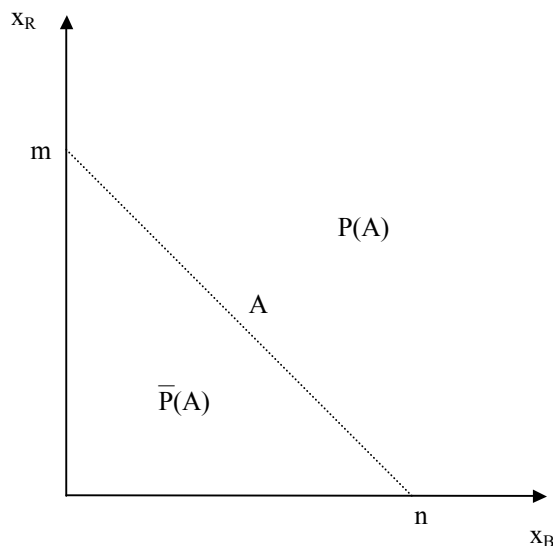
struttura delle preferenze del nostro ipotetico consumatore nel modo seguente: il paniere x' é preferito al paniere x'' a seconda che:

- 1) $x''_R + x''_B < x'_R + x'_B$;
- 2) $x''_R + x''_B = x'_R + x'_B$; $x''_R < x'_R$.

É facile constatare che questa struttura di preferenze -pur soddisfacendo i postulati di riflessività, completezza e transitività- non può essere rappresentata da una funzione di utilità ordinale.

La rappresentazione grafica chiarisce molto bene il punto in questione.

Figura 2

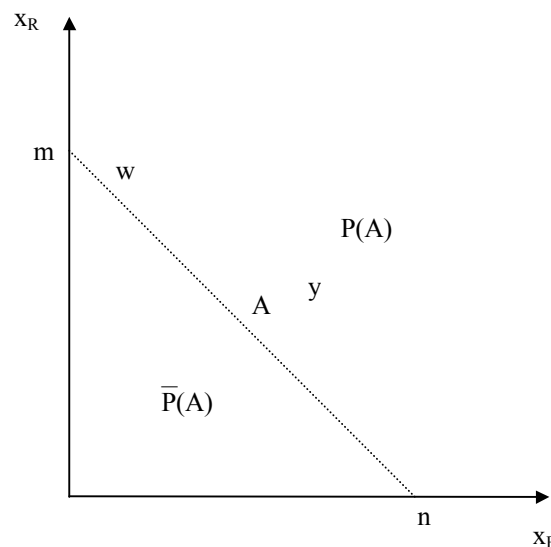


Prendiamo in considerazione il paniere A indicato nella figura 2. La retta tratteggiata mn rappresenta il luogo dei panieri contenenti la stessa quantità di vino di A. In base al primo criterio di scelta del nostro ipotetico amatore di vino é agevole constatare che i panieri a nord-est di questa linea appartengono all'insieme $P(A)$ dei panieri preferiti ad A, mentre quelli a sud-ovest appartengono all'insieme $\bar{P}(A)$ dei panieri meno preferiti ad A. D'altra parte, in base al secondo criterio di scelta, i panieri sulla retta mA (A escluso) sono panieri preferiti ad A, mentre quelli sulla retta An sono meno preferiti. L'insieme $I(A)$ é dunque un insieme vuoto.

É questo un caso in cui l'ordinamento di scelta di un consumatore razionale non può essere rappresentato da una funzione numerica. Il tentativo

di associare ai panieri numeri reali che riflettano la loro collocazione nell'ordinamento di preferenze del soggetto conduce infatti ad una contraddizione. I numeri, in primo luogo, dovrebbero crescere all'aumentare della quantità di vino. D'altra parte, a parità di vino, i numeri dovrebbero crescere all'aumentare della quantità di vino rosso. In tal modo, però, dato un paniere qualsiasi y preferito ad A , è sempre possibile trovare un paniere w sulla retta mA , tale che il numero associato a w è maggiore di quello associato a y .

Figura 3



L'esempio appena esaminato, pur nella sua estrema semplicità, è rappresentativo di quello che in gergo viene chiamato *ordinamento lessicografico di preferenza*. Si è in presenza di una struttura preferenziale di questo tipo ogni volta che il consumatore ordina a due a due i panieri appartenenti al suo campo di scelta secondo un principio identico a quella utilizzato per costruire i dizionari (di qui il termine "lessicografico"): come per ordinare due parole in un dizionario si deve confrontare, in primo luogo, la posizione alfabetica della prima lettera dell'una con la posizione alfabetica della prima lettera dell'altra, in secondo luogo, se le due parole iniziano con la stessa lettera, la posizione alfabetica della seconda lettera dell'una con la posizione alfabetica della seconda lettera dell'altra, e così via; così il nostro amatore di vino, per ordinare due panieri, confronta, in primo luogo, la

quantità di vino che essi contengono, in secondo luogo, se tale quantità è la stessa, la quantità di vino rosso che essi contengono, e così via. In generale, possiamo quindi affermare che un consumatore ha una struttura di preferenze di tipo lessicografico quando le sue scelte binarie sono regolate da una serie di criteri di decisione ordinanti gerarchicamente, in altre parole, quando le sue scelte binarie sono regolate, in primo luogo, da un criterio primario, in secondo luogo, se i panieri sono indifferenti alla luce del criterio primario, da un criterio secondario, e così via.

Ebbene, Georgescu-Roegen, nello scritto del 1954, seguendo un'argomentazione pressoché identica alla nostra, dimostra dunque che se il consumatore razionale ha una struttura di preferenze di tipo lessicografico, partendo dalle sue risposte a scelte binarie, non è possibile costruire le curve (o superfici) di indifferenza e quindi la funzione di utilità ordinale.

Che cosa ha indotto gli altri economisti, si domanda dunque il nostro autore, a credere che l'esistenza delle curve di indifferenza fosse scontata, una volta postulata la riflessività, completezza e transitività delle preferenze? Secondo Georgescu-Roegen, la superficialità mostrata dagli economisti neoclassici nell'affrontare il problema dell'esistenza della funzione di utilità deriva dal fatto che essi, sotto l'influenza determinante dell'idea galileiana secondo cui "la scienza è misura", hanno finito per credere che ovunque vi sia un "più" e un "meno" vi sia anche un numero e che quindi una struttura che, come quella preferenziale, è caratterizzata da "più" e da "meno" sia necessariamente rappresentabile da una funzione numerica. Georgescu-Roegen chiama questa idea logicamente viziata, che identifica erroneamente comparabilità e misurabilità, "fallacia ordinalista".

Una volta messa in evidenza la fallacia ordinalista, l'economista romeno si pone la seguente questione: in quali casi concreti un consumatore ha una struttura preferenziale di tipo lessicografico? Ebbene, egli si rende immediatamente conto che una struttura preferenziale di questo tipo si ha ogni volta che il soggetto indirizza la sua attività di consumo al soddisfacimento di una serie di bisogni qualitativamente eterogenei e gerarchizzati, cioè disposti in scala. Tornando al caso dell'amatore di vino, per esempio, possiamo affermare che le scelte di questo ipotetico consumatore

sono orientate innanzitutto verso la soddisfazione del bisogno di "bere vino", bisogno che egli sente come il più urgente, e secondariamente verso la soddisfazione del bisogno di "bere vino rosso", bisogno che egli sente come il meno urgente. È facile rendersi conto che casi di questo tipo sono predominanti nella realtà⁴⁵.

Riassumendo, possiamo dunque affermare che, nell'articolo del 1954, Georgescu-Roegen dimostra che la teoria neoclassica del comportamento del consumatore -la quale, lo ricordiamo, indentifica il criterio di scelta razionale con la massimizzazione di una funzione di utilità ordinale-, per essere logicamente coerente, deve basarsi, oltre che sui tre postulati "storici", anche sul postulato di non esistenza di preferenze lessicografiche, postulato estremamente irrealistico.

Posto di fronte al dilemma tra coerenza logico-formale e valenza esplicativa, Georgescu-Roegen, memore degli insegnamenti dei suoi maestri, non esiterà a scegliere la seconda alternativa. Ed è proprio da questa scelta che prenderà corpo la sua riflessione metodologica, il cui messaggio centrale, come vedremo, si riassume appunto nella proposta, molto simile a quella schumpeteriana, di utilizzare nella scienza economica, oltre all'analisi quantitativa, un'analisi qualitativa.

Del tutto differente è stata invece la scelta della comunità degli economisti neoclassici, i quali non hanno esitato ad assumere il postulato di non esistenza di preferenze lessicografiche, a sorvolare sulle profonde implicazioni che derivano da tale assunzione e quindi a neutralizzare il discorso critico di Georgescu-Roegen ⁴⁶ .

⁴⁵ Pensiamo ad esempio al caso comunissimo di una persona che sente come più urgente il bisogno di nutrimento piuttosto che quello di profumarsi: posto di fronte alla scelta di due panieri contenenti cibo e profumo, egli ovviamente guarderà innanzitutto alla quantità di cibo che questi contengono e solo successivamente, se la quantità di cibo è la stessa, alla loro quantità di profumo.

⁴⁶ Il postulato di non esistenza delle preferenze lessicografiche viene oggi chiamato dagli economisti neoclassici "postulato di continuità delle preferenze". Nella maggior parte dei manuali universitari, anche di livello avanzato, manca assolutamente un'analisi critica di tale postulato. Si veda ad esempio il libro di Varian intitolato

Microeconomic Analysis (1991) -il manuale più diffuso nei corsi di dottorato della maggior parte delle università statunitensi- dove il postulato in questione viene presentato come fondamentalmente innoquo e dove, nei suggerimenti bibliografici riguardanti la teoria del consumo, i lavori di Georgescu-Roegen non sono nemmeno citati. Una chiara trattazione delle implicazioni del postulato di continuità ed un riferimento esplicito ai lavori di Georgescu-Roegen sono invece presenti nel manuale di Zamagni *Economia Politica* (1984).

III.

LA RIFLESSIONE EPISTEMOLOGICA DI GEORGESCU-ROEGEN

III.1. PREMESSA

La riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen prende spunto dalla consapevolezza dei limiti della concezione del mondo e del metodo su cui si fonda l'economia neoclassica, o neoliberale.

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, tale consapevolezza era maturata nella mente del nostro autore grazie soprattutto al contatto diretto con la realtà della Romania e al lavoro all'interno della teoria del comportamento del consumatore. Non vi è dubbio, quindi, che le preoccupazioni di carattere epistemologico avevano incominciato ad occupare un ruolo preponderante nell'attività intellettuale di Georgescu-Roegen fin dagli anni '50. Ma è solo con il saggio "Some Orientation Issues in Economics" del 1966 (e con numerosi altri scritti successivi) che lo studioso romeno offre al pubblico la sintesi delle sue riflessioni sui fondamenti della scienza economica.

All'epoca in cui scrive questo saggio, Georgescu-Roegen è perfettamente consapevole dei rischi che un economista, operante in una comunità scientifica caratterizzata da una rigida specializzazione, corre nel portare la discussione su un piano che, come vedremo, oltrepassa i limiti della scienza economica, toccando problematiche di tipo filosofico, fisico e biologico. E difatti nella prefazione di *Analytical Economy* Georgescu-Roegen scrive: "Alcuni specialisti li considerano [lavori di questo tipo] come "frivoli" se non

addirittura il contrassegno dell'immaturità scientifica" (cit. in Becattini, 1973: IX).

Ma come dice Giacomo Becattini, "la coscienza dell'importanza della posta in gioco -la capacità di usare correttamente, per il bene dell'umanità, l'arma della scienza economica- lo conforta nell'impresa" (Becattini, 1973: IX) . "L'impresa -afferma il nostro autore- segna probabilmente un avvio e qualcuno deve pur fare il primo passo!" (cit. in Becattini, 1973: IX).

III.2. LA RIFLESSIONE SULLA CONCEZIONE DEL PROCESSO ECONOMICO

III.2.1. Economia, meccanica e termodinamica

Il punto di partenza della riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen é la presa di coscienza che la concezione standard del processo economico discende direttamente dall'attaccamento degli economisti neoclassici alla visione del mondo che sta a fondamento della meccanica newtoniana.

Come abbiamo visto nel capitolo I, infatti, alla base della rappresentazione del processo economico come un flusso circolare tra famiglie e imprese, ancorato ad una natura immune da qualsiasi cambiamento qualitativo, e determinato dal comportamento di individui che agiscono in conformità ad un principio di razionalità avente caratteristiche costanti nel tempo e nello spazio, vi sono il principio di conservazione della materia e dell'energia, e la convinzione dell'esistenza, in qualsiasi dominio fenomenico, di leggi naturali eterne e universali: i due pilastri della concezione meccanicistica del mondo.

Georgescu-Roegen é del resto perfettamente consapevole che la concezione meccanicistica del mondo ha perso, ormai da lungo tempo, la sua supremazia persino nella fisica stessa, oltre che nelle altre scienze naturali e

in filosofia. Gli economisti, constata il nostro autore, stranamente sembrano non essersi resi conto di questa rivoluzione della scienza.

[L'affermazione] secondo cui l'ambiente ufficiale degli economisti é tra tutti il piú opportunistico, presenta un notevole grado di verità: in effetti, l'attenzione degli economisti si é continuamente spostata da un problema all'altro, e su problemi spesso neppure collegati tra loro. [...] É dunque strano che negli ultimi cent'anni gli economisti siano rimasti ostinatamente fedeli a un'idea specifica: l'epistemologia meccanicistica che ha dominato i fondatori della scuola neoclassica. Per loro orgogliosa ammissione, la massima ambizione di quei pionieri era quella di edificare la scienza economica secondo il modello della meccanica, intesa, nelle parole stesse di W.S. Jevons [...] quale "*meccanica dell'utilità e dell'interesse individuale*". Come quasi tutti gli studiosi e i filosofi della prima metà del diciannovesimo secolo, essi erano affascinati dagli spettacolari successi della scienza della meccanica in astronomia e vedevano nella famosa apoteosi della meccanica dovuta a Laplace [...] il vangelo della conoscenza scientifica definitiva. Nel loro caso esistevano dunque delle circostanze attenuanti, che non possono però essere invocate da chi é venuto dopo che il dogma meccanicistico era già stato ricusato addirittura dalla fisica.

Gli economisti successivi, senza un solo ripensamento, si sono evidentemente contentati di sviluppare la propria disciplina seguendo i binari meccanicistici dei loro antenati, lottando contro chiunque suggerisse la possibilità di concepire l'economia come qualcosa di diverso da una scienza sorella della meccanica (Georgescu-Roegen, 1976: 23-24).

Secondo Georgescu-Roegen, il peccato meccanicistico della scienza economica risulta ancor piú grave se si tiene presente il fatto che la termodinamica, ovvero la prima branca della fisica ad aver inflitto un duro colpo al dogma meccanicistico, "é in fondo una fisica del valore economico" (Georgescu-Roegen, 1976: 31).

Per comprendere quest'ultima tesi, che a prima vista può apparire stravagante, é necessario chiarire preliminarmente l'originalissima interpretazione georgescu-roegeniana della legge dell'entropia.

Precisiamo innanzi tutto che Georgescu-Roegen é un fermo sostenitore della nozione classica del secondo principio della termodinamica e un acceso critico dell'interpretazione probabilistica di tale legge che, come abbiamo visto nel paragrafo I.1.3., era emersa dai lavori di Boltzmann e Maxwell. Secondo l'economista romeno, infatti, il tentativo di far rientrare il secondo principio della termodinamica nel seno della meccanica newtoniana, e di rendere conseguentemente la degradazione entropica un fenomeno soltanto probabile ma non irrevocabile, presenta due fondamentali debolezze, una di carattere logico e una di carattere empirico: in primo luogo, esiste una contraddizione tra le due ipotesi fondamentali su cui si basa la meccanica statistica in quanto una afferma che le particelle si muovono secondo leggi rigide, mentre l'altra afferma che gli stati macroscopici si succedono in modo casuale; in secondo luogo, nessuno ha mai assistito all'inversione di un processo entropico, per esempio, il ricostituirsi di un pezzo di carbone dopo che questo era stato bruciato (Georgescu-Roegen, 1966: 89-95). Per Georgescu-Roegen, quindi, la legge dell'entropia non può essere spiegata in termini meccanicistici, sia pur ammorbiditi dal concetto di probabilità: la degradazione entropica, che é irrevocabile, deve essere accettata come un fatto puro, e la legge dell'entropia deve essere vista come una legge indipendente e inesorabile come lo é la legge di gravitazione universale (Georgescu-Roegen, 1971a: 9)⁴⁷.

Oltre che per la ferma adesione alla concezione classica della legge dell'entropia, la particolarità dell'interpretazione georgescu-roegeniana di questa legge consiste nell'estensione della sua validità alla materia. Secondo l'economista romeno, infatti, anche la materia, al pari dell'energia, é soggetta

⁴⁷ La critica alla meccanica statistica é presente in numerosi scritti di Georgescu-Roegen. La grande importanza che l'economista romeno attribuisce alla contesa tra interpretazione classica e interpretazione probabilistica della legge dell'entropia é spiegabile tenendo presente il fatto che egli vede qui in gioco l'accettazione o meno dell'esistenza di un cambiamento qualitativo irreversibile della natura. Notiamo, inoltre, che la posizione dell'economista romeno su questo specifico problema evidenzia in modo chiaro il suo orientamento epistemologico generale che, come sappiamo, si era andato formando sotto l'influenza diretta o indiretta di personaggi come Borel, Bergson, Pearson.

ad un continuo cambiamento qualitativo che la fa passare incessantemente e irrevocabilmente da una forma ordinata e dunque utilizzabile (per esempio un pezzo di minerale ad alto contenuto di ferro) ad una forma disordinata e dunque non utilizzabile (gli stessi atomi di ferri che costituivano il pezzo di minerale dispersi nell'ambiente).

In tutto il mondo materiale -scrive Georgescu-Roegen- c'è levigazione per attrito, si hanno incrinature e rotture per cambiamenti di temperatura o evaporazione, si verificano occlusioni di tubi e membrane, fatica metallica e combustione spontanea: la materia è così continuamente spostata, modificata e dispersa ai quattro venti, e diviene quindi sempre meno disponibile per i nostri scopi (Georgescu-Roegen, 1979: 96).

Per esemplificare la sua originale interpretazione della legge dell'entropia, Georgescu-Roegen utilizza l'immagine di un'insolita clessidra, la "clessidra termodinamica":

La sostanza all'interno della clessidra rappresenta la materia-energia; il fatto che si supponga che la clessidra sia ben isolata rappresenta la prima legge della termodinamica, e cioè che la materia-energia non può essere né creata né distrutta; la sostanza contenuta nella metà superiore della clessidra rappresenta la materia-energia disponibile, mentre quella nella metà inferiore la materia-energia non disponibile [...]; il continuo aumento di materia-energia non disponibile (cioè di entropia) in un sistema isolato è raffigurato dal flusso continuo che va dalla parte superiore a quella inferiore [...]. A differenza delle clessidre normali, quella termodinamica non può essere capovolta, così da rendere intercambiabili le due metà; la degradazione entropica è irrevocabile (Georgescu-Roegen, 1979: 106).

Posto quindi che per Georgescu-Roegen la degradazione entropica è irrevocabile e investe anche la materia, vediamo in che senso egli vede una stretta connessione tra economia e termodinamica

Ebbene, secondo l'economista romeno, queste due scienze sono collegate in quanto la legge dell'entropia, distinguendo la materia-energia che

é utile all'uomo (la bassa entropia) dalla materia-energia che non é utile all'uomo (l'alta entropia), e affermando che la bassa entropia diventa sempre più scarsa, affonda le sue radici nel valore economico. Scrive Georgescu-Roegen:

Basta un'osservazione non sistematica per provare che *tutta la nostra vita economica si alimenta di bassa entropia*, come stoffa, legno, porcellana, rame, ecc., tutte strutture con elevato grado di ordine. [...] Possiamo accogliere perciò come un fatto puro che la bassa entropia é una condizione *necessaria* perché una cosa ci sia utile.

Ma nemmeno gli economisti più raffinati, che non confondono il valore economico con il prezzo, accettano l'utilità fisica come causa del valore economico. [...] Ancora una volta é stata la termodinamica a spiegarci perché le cose utili hanno anche un valore economico, da non confondere col prezzo. Esse sono *scarse* [...] perché in primo luogo la quantità di bassa entropia all'interno del nostro ambiente diminuisce (quanto meno) continuamente e inevitabilmente, e in secondo luogo *una data quantità di bassa entropia può esser utilizzata da noi una sola volta* (Georgescu-Roegen, 1966: 113).

Com'è facile rendersi conto queste semplici considerazioni contengono una critica radicale al concetto di scarsità che Warlas e Robbins avevano posto a fondamento della scienza economica⁴⁸. Mentre secondo questi autori, e gli economisti neoclassici in generale, una cosa é scarsa perché é utile e limitata rispetto alla soddisfazione dei bisogni; per Georgescu-Roegen una cosa é scarsa anche perché é esauribile, ovvero non può essere utilizzata all'infinito.

Dopo aver scoperto che la legge dell'entropia "é la più economica delle leggi naturali" (Georgescu-Roegen, 1976: 31), Georgescu-Roegen si pone quindi l'obiettivo di colmare la grave lacuna della scienza economica derivante dall'indiscriminato attaccamento al dogma meccanicistico, e conseguentemente muove verso "un'analisi dell'intima relazione tra la legge dell'entropia e il processo economico" (Georgescu-Roegen, 1971a: 3,

⁴⁸ Cfr. note 7 e 23 cap. I.

traduzione nostra), sicuro del fatto che solo un'analisi di tal genere possa portare in superficie quegli aspetti storici e qualitativi di questo processo, di fronte ai quali la concezione standard mostra chiaramente la sua inadeguatezza.

III.2.2. L'interazione tra processo economico e ambiente

L'analisi georgescu-roegeniana della relazione tra la legge dell'entropia e il processo economico prende le mosse da alcune implicazioni di portata molto generale di questa fondamentale legge della fisica.

In primo luogo, Georgescu-Roegen mette in evidenza che la Terra, dal punto di vista termodinamico, è un sistema chiuso per quanto concerne la materia (non ricevendo materia dall'esterno, a parte i meteoriti) ma aperto per quanto concerne l'energia (ricevendo energia dall'esterno, ovvero dal Sole). Conseguentemente, egli distingue la bassa entropia della Terra, o *bassa entropia ambientale*, in bassa entropia di origine terrestre e in bassa entropia di origine solare.

Per *bassa entropia di origine terrestre*, l'economista romeno intende le strutture materiali ordinate che esistono nelle viscere della terra, in sostanza, i giacimenti di minerali ad alto contenuto di metalli (ferro, piombo, rame, ecc.) e quelli di combustibili fossili (petrolio, carbone, ecc.). Georgescu-Roegen considera la bassa entropia di origine terrestre uno *stock*, nel senso che essa può essere utilizzata tutta oggi (in teoria) o gradualmente nel corso dei secoli. Inoltre, in conformità con la sua originale interpretazione della legge dell'entropia, secondo lui questo stock diminuisce continuamente e irrevocabilmente a causa del processo spontaneo di "mescolamento" a cui è soggetta tutta la materia.

Per *bassa entropia di origine solare*, l'economista romeno intende invece le radiazioni solari intercettate dalla terra. Queste radiazioni prendono principalmente la forma di calore, di energia cinetica dei venti e delle acque e di energia chimica delle piante verdi. Le piante verdi sono infatti gli unici organismi viventi che, grazie alla fotosintesi, "immagazzinano [direttamente]

parte delle radiazioni solari che, in loro assenza, verrebbero immediatamente dissipate in calore, in entropia elevata". In questo senso, esse "rallentano la degradazione entropica" (1976: 33). Georgescu-Roegen considera la bassa entropia di origine solare un *flusso*, nel senso che essa, a differenza di quella di origine terrestre, non può essere utilizzata tutta subito ma solo a mano a mano che le radiazioni solari arrivano sulla Terra (1976: 59, 191).

In secondo luogo, Georgescu-Roegen, sulla base di quanto sostenuto dal fisico austriaco Erwin Schrödinger (Nobel 1933) in un celebre scritto del 1944 intitolato *What is Life?*, sottolinea il fatto che tutti gli animali che vivono sulla terra si sforzano di mantenere in uno stato quasi-stazionario il loro organismo, come ogni altra struttura materiale ordinata soggetta ad un continuo processo di degradazione, selezionando e assorbendo bassa entropia di origine solare (cibo), proveniente in modo diretto (come nel caso degli erbivori) o diretto (come nel caso dei carnivori che mangiano gli erbivori) dalle piante verdi, e rigettando alta entropia ambientale (calore, escrementi, ecc.)⁴⁹.

Il punto fondamentale che il nostro autore pone in rilievo è che il processo biologico delle specie animali, pur aumentando la bassa entropia negli organismi, diminuisce più che proporzionalmente la bassa entropia ambientale, ovvero quella presente nell'intero sistema costituito dagli organismi e dall'ambiente. La vita animale, argomenta Georgescu-Roegen, è caratterizzata infatti da un'attività di selezione di bassa entropia. "Ma poiché la selezione non è una legge della materia elementare, quest'attività deve alimentarsi di bassa entropia. Perciò il [processo biologico degli animali] è più efficiente del mescolamento automatico nella produzione di alta entropia, ossia di spreco" (Georgescu-Roegen, 1966: 118) ⁵⁰. In altre parole, secondo

⁴⁹ Secondo Georgescu-Roegen, la connessione tra il valore economico e la legge dell'entropia è quindi soltanto un aspetto di un fatto più generale, precisamente, che tutta "la vita biologica si alimenta di bassa entropia" (Georgescu-Roegen, 1966: 113).

⁵⁰ È proprio sulla base di queste considerazioni che Georgescu-Roegen critica l'esempio utilizzato da Maxwell per dimostrare la reversibilità della legge dell'entropia (vedi paragrafo I.1.3.). Secondo il nostro autore, il demone che *seleziona* le molecole lente (o fredde) da quelle veloci (o calde) deve necessariamente utilizzare una quantità di bassa

l'economista romeno, la vita animale accelera il processo entropico della Terra, il quale, in sua assenza, procederebbe più lentamente (Georgescu-Roegen, 1966: 95- 99; Georgescu-Roegen, 1971a: 191- 195; Georgescu-Roegen, 1976: 33).

Per il nostro autore quest'ultimo fatto é particolarmente evidente nell'attività economica dell'uomo:

Prendiamo come base di discussione la storia di una lastra di rame. Tutti conoscono gli elementi che servono per la sua produzione: minerale di rame, certe altre materie prime, e lavoro meccanico (fornito dalle macchine o dall'uomo). Ma tutti questi elementi si risolvono in definitiva o in energia libera o in materie prime con strutture a elevato gradi di ordine, in breve, in bassa entropia ambientale e nient'altro. Senza dubbio il grado di ordine rappresentato da una lastra di rame é notevolmente più elevato di quello del minerale da cui é stato ottenuto il prodotto finito, ma [...] questo non significa che siamo riusciti a contrabbandare entropia. Come il demone di Maxwell, ci siamo limitati a scegliere le molecole di rame tra tutte le altre, ma per arrivare a questo risultato abbiamo *consumato irrevocabilmente una quantità di bassa entropia maggiore della differenza tra l'entropia del prodotto finito e quella del minerale di rame*. L'energia libera usata dagli uomini e dalle macchine é irrevocabilmente perduta.

Sarebbe un grave errore, perciò, porre a confronto la lastra di rame con il minerale e concludere che l'uomo può trasformare l'alta in bassa entropia. Secondo la mia opinione di profano, l'analisi del capoverso precedente prova, al contrario, che la produzione rappresenta un deficit in termini entropici: essa fa aumentare l'entropia totale di una quantità maggiore di quella che risulterebbe dal mescolamento automatico in assenza di ogni attività produttiva. Infatti é irragionevole sostenere che la combustione di un pezzo di carbone non significhi una diffusione della sua energia libera più veloce di quella che si avrebbe lasciandolo al suo destino. Solo nel consumo vero e proprio non c'è deficit entropico in questo senso. Dopo che la lastra di rame é entrata nel settore del

entropia superiore a quella che egli crea all'interno del recipiente. Tale demone, in sostanza, aumenta la bassa entropia locale (del sistema recipiente) ma diminuisce più che proporzionalmente la bassa entropia generale (del sistema recipiente e ambiente). La reversibilità della legge dell'entropia é dunque soltanto un'illusione.

consumo il mescolamento automatico s'incarica di disperderne le molecole ai quattro venti (Georgescu-Roegen, 1966: 114-115).

Per Georgescu-Roegen, quindi, "in termini entropici, il costo di ogni iniziativa, biologica o economica, é sempre maggiore del risultato" (Georgescu-Roegen, 1971 b: 271), in altre parole, dal punto di vista fisico, il processo economico, al pari di quello biologico, é un processo entropico, nel senso che esso non crea e non consuma materia e energia, ma si limita a "trasformare risorse naturali dotate di valore (bassa entropia) in scarti (alta entropia)" (Georgescu-Roegen, 1971b: 271).

Alla luce di queste considerazioni risulta dunque del tutto inadeguata la concezione standard dell'aspetto materiale del processo economico come un flusso circolare tra produzione e consumo senza né entrate né uscite. Scrive infatti Georgescu-Roegen:

Nessun'altra concezione potrebbe essere più lontana da una corretta interpretazione della realtà. Anche attenendosi al solo aspetto fisico del processo economico, quest'ultimo non é circolare, ma unidirezionale. Limitandosi a questo solo aspetto, il processo economico é costituito da una trasformazione continua della bassa entropia in alta entropia, ossia in *spreco irrevocabile* (Georgescu-Roegen, 1966: 117)⁵¹.

Ma a questo proposito aggiunge:

Il vero "output" del processo economico non é un efflusso fisico di spreco, ma il *godimento della vita*. [...] Senza riconoscere questo fatto, e senza introdurre nel nostro armamentario analitico il concetto di godimento della vita, noi non siamo nel mondo economico, e non possiamo scoprire la vera fonte del valore economico, che é il valore che la vita presenta per ogni organismo individuale (Georgescu-Roegen, 1966: 118).

⁵¹ In *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) e *Energy and Economic Myths* (1976), Georgescu-Roegen, per rappresentare analiticamente l'aspetto materiale di un generico processo produttivo, utilizza un modello da lui stesso ideato che prende il nome di *modello di produzione a flussi e fondi*. Per una esposizione introduttiva di tale modello si veda Zamagni (1984).

Giunto quindi alla conclusione che il processo economico é un processo entropico che produce una corrente di godimento della vita, Georgescu-Roegen si interroga su quale sia la differenza fondamentale tra questo processo e quello biologico, dato che anche quest'ultimo é entropico e che pure gli animali sembrano godersi la vita (Georgescu-Roegen, 1966: 118).

Secondo lui, la differenza fondamentale tra il processo biologico e il processo economico discende essenzialmente dal fatto che mentre tutti gli animali, per selezionare bassa entropia, utilizzano *strumenti endosomatici*, ossia strumenti che fanno parte dell'organismo fin dalla nascita (bocca, zampe, ali, artigli, ecc.); l'uomo, se si ignorano poche eccezioni marginali, é l'unico che utilizza anche *strumenti esosomatici*, ossia strumenti che non fanno parte della sua conformazione biologica ma che sono da lui prodotti (clava, aratri, martelli, trattori, altiforni, ecc.)⁵². Per Georgescu-Roegen, dunque, "il processo economico é , in senso lato, una continuazione di quello biologico" (Georgescu-Roegen, 1966: 119).

Secondo l'economista romeno, l'evoluzione esosomatica se da un lato ha permesso all'uomo una vita sempre più comoda, dall'altro lato ha reso però la specie umana sempre più dipendente dallo *stock* finito ed esauribile di bassa entropia di origine terrestre, necessaria per produrre, far funzionare e mantenere gli strumenti artificiali:.

L'evento più cruciale nello sviluppo dell'uomo é che ad un certo momento egli trasgredì l'evoluzione biologica e cominciò a produrre da sé organi esosomatici invece di aspettare le mutazioni biologiche per migliorare la sua abilità somatica. Ovunque nel globo l'uomo si abituò al comfort straordinario fornito da questi organi staccabili che sono costantemente divenuti più potenti [...]. Con loro noi possiamo correre più veloce di un ghepardo e volare più in alto di qualsiasi uccello, per esempio. Ma quello che noi sembriamo ignorare é

⁵² Come ci suggerisce Georgescu-Roegen, il primo studioso a parlare di organi endosomatici e organi esosomatici, e quindi a cogliere la differenza tra processo biologico e processo economico, fu il biologo Alfred Lotka (1880-1949)

che questa evoluzione non é una perfetta fortuna. Soprattutto, essa ha trasformato l'*Homo* in una specie dipendente da [bassa entropia di origine terrestre] (Georgescu-Roegen, 1988: 318, traduzione nostra).

Sulla base del ragionamento fin qui esposto, Georgescu-Roegen giunge quindi ad affermare, in contraddizione con quanto sostenuto dagli economisti neoclassici, che "fra il processo economico e l'ambiente materiale esiste una continua influenza reciproca che costituisce un fattore storicamente attivo" (Georgescu-Roegen, 1971b: 266), e che il continuo drenaggio di bassa entropia di origine terrestre "é il più importante fattore di lungo periodo del destino del genere umano"⁵³ (Georgescu-Roegen, 1971b: 272).

III.2.3. L'interazione tra processo economico e cultura

Secondo Georgescu-Roegen, l'evoluzione esosomatica, oltre ad aver reso dipendente la specie umana dalla bassa entropia di origine terrestre, ha anche svolto un ruolo decisivo nella formazione della cultura di ogni società umana. Vediamo in che senso.

Per il nostro autore, l'invenzione di strumenti esosomatici sempre più potenti ha innanzitutto trasformato la produzione in un'attività sociale:

Gli istinti umani della laboriosità e della curiosità disinteressata portarono gradualmente all'invenzione di strumenti esosomatici capaci di produrre di più di ciò di cui era necessario per un clan familiare. Inoltre, sia la costruzione che il funzionamento di questi nuovi strumenti, per esempio una grande barca da pesca o di un mulino, richiedevano più braccia di quelle che un solo clan familiare poteva fornire. Fu a questo punto che la produzione assunse la forma di un'attività *sociale* invece che *familiare* (Georgescu-Roegen, 1966: 120).

⁵³ Georgescu-Roegen vede con molta preoccupazione l'attuale livello di produzione, e quindi di spreco di risorse naturali non rinnovabili. In particolare, egli giudica l'agricoltura moderna, che sostituisce bassa entropia di origine solare con bassa entropia di origine terrestre, "una sperperatrice di energia" (Georgescu-Roegen, 1976: 64).

Secondo Georgescu-Roegen, la trasformazione della produzione in un'attività sociale é all'origine di un'altra particolarità della specie umana: il conflitto sociale per la distribuzione del reddito comune (inteso come variabile composta di reddito reale e tempo libero):

La sorgente perenne del conflitto sociale intorno alla distribuzione del reddito si trova nel fatto che la nostra evoluzione esosomatica ha trasformato la produzione in un'attività sociale. Ovviamente la socializzazione dei mezzi di produzione non cambierebbe questo fatto. Solo se il genere umano tornasse alla situazione in cui ogni famiglia (o clan) é un'unità economica autosufficiente, gli uomini smetterebbero di lottare per la propria anonima porzione del reddito sociale. Ma l'evoluzione esosomatica del genere umano, proprio come quella endosomatica, non può essere rovesciata (Georgescu-Roegen, 1966: 120).

Per l'economista romeno, per "arrivare a quel minimo di stabilità che é condizione *sine qua non* dell'esistenza organica" (Georgescu-Roegen, 1960: 190), le varie società umane hanno così sviluppato delle varie norme istituzionali, o culturali, che regolano la distribuzione del reddito comune. Secondo Georgescu-Roegen, in ogni società, queste regole distributive sono in continua evoluzione a causa del costante sforzo di ogni individuo, o gruppo di individui con gli stessi ruoli nella produzione, di modificarle a proprio vantaggio, ovvero di ottenere una sempre maggiore porzione del reddito comune.

É importante osservare che, con quanto sopra affermato, il nostro autore non vuole sostenere la tesi che soltanto i modi di produzione determinano le istituzioni, o la cultura, di una determinata società (l'idea base del materialismo storico). Precisa infatti l'economista romeno:

Io non intendo [...] negare l'importante ruolo che la specifica natura umana -con la sua biologia, psicologia, le sue molteplici inclinazioni, sentimenti e istinti, soprattutto il suo potere di creatività- ha giocato nello sviluppo delle culture umane (Georgescu-Roegen, 1988: 320, traduzione nostra).

Con l'argomentazione sopra esposta, Georgescu-Roegen vuole soltanto mettere in luce il fatto che i fattori economici hanno avuto, hanno e avranno influenza sui fattori culturali. Del resto, egli é anche perfettamente consapevole dell'esistenza del rapporto inverso. Vediamo in che modo il nostro autore articola quest'ultima tesi.

Ritorniamo al carattere termodinamico del processo economico. Secondo Georgescu-Roegen, proprio in quanto entropico, il processo economico é anche fisicamente indeterminato. La legge della degradazione della materia-energia, infatti, determina soltanto la direzione di questo processo ma non quale dei diversi sentieri possibili esso concretamente seguirà. La via effettivamente intrapresa, argomenta il nostro autore, dipende dalle scelte e dalla conseguenti azioni degli individui, scelte che a loro volta dipendono dalla matrice culturale della società di essi fanno parte.

Infatti, se le azioni economiche dell'uomo fossero indipendenti dalle sue propensioni culturali, non sarebbe possibile spiegare l'enorme variabilità degli schemi economici nel tempo e nello spazio (Georgescu-Roegen, 1966: 150).

Com'è facile rendersi conto la tesi georgescu-roegeniana che le scelte degli agenti economici dipendono anche dalla matrice culturale della società in cui essi vivono, é in netto contrasto con quanto sostenuto dagli economisti neoclassici secondo i quali le scelte degli agenti economici, se razionali, sono culturalmente libere. Secondo gli economisti neoclassici, infatti, nella scelta economica quello che conta é solo il risultato finale (l'utilità o il profitto) e non anche il valore che ha, in una determinata società, l'azione compiuta per arrivare a quel risultato. Ebbene, secondo il nostro autore, questo non é sempre vero:

Che in ogni società le azioni economiche dell'uomo siano costituite da scelte é una verità indiscutibile. É indiscutibile anche che l'esito della scelta economica possa essere espresso da un vettore $X (x_1, x_2, \dots, x_n)$ le cui quantità rappresentano quantità di beni determinati. Ora, alcune scelte economiche sono scelte libere, ossia l'individuo é libero di scegliere una delle alternative come se si trattasse di scegliere una carta da un mazzo o un punto su una linea. Di

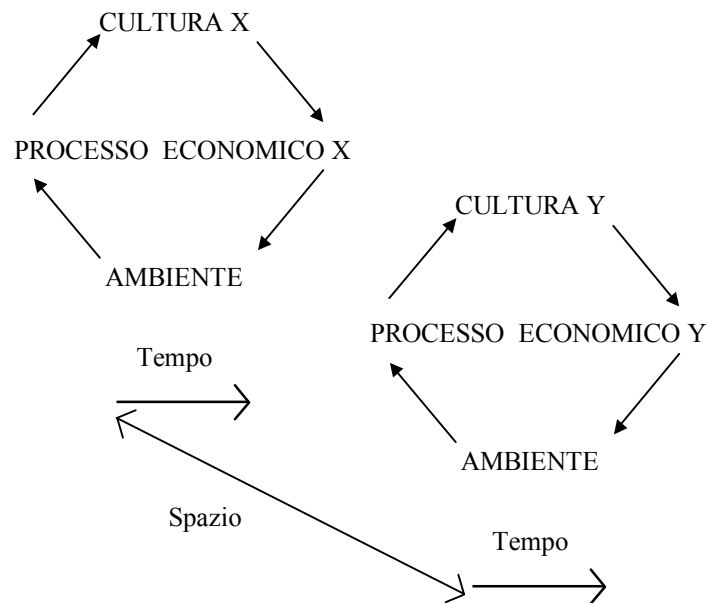
solito, però, le scelte più importanti non sono libere in questo senso, ma richiedono che l'agente compia una certa azione. Ne consegue allora che, nella sua forma generale, la scelta economica non avviene fra due vettori di beni Y e Z, ma fra due complessi (Y, B) e (Z, C), in cui B e C rappresentano le azioni per mezzo delle quali si possono ottenere Y o Z. Normalmente esistono più azioni B_1, B_2, \dots, B_k , per mezzo delle quali si può ottenere, poniamo, Y. Per avere un dollaro, si può elemosinare, o svaligiare il registratore di cassa, o chiedere un aumento al datore di lavoro. Ciò che in media uno deciderà di fare dipende dalla matrice culturale della società cui appartiene. Il punto è che la scelta di Y e di Z dipende anche dal valore delle azioni B e C nella matrice culturale dell'agente economico. Certamente, lasciare un datore di lavoro con cui si è stati per molti anni solo perché ce n'è un altro che paga di più, non è un'azione compatibile con qualsiasi tradizione culturale. Lo stesso può dirsi per un datore di lavoro che licenzia i suoi lavoratori appena gli affari ristagnano (Georgescu-Roegen, 1966: 151).

III.2.4. Conclusioni per l'economista (1)

La conclusione principale a cui giunge la riflessione georgescu-roegeniana sulla concezione del processo economico è che quest'ultimo non è un meccanismo isolato, autosufficiente e atemporale. L'analisi di cui sopra, dimostra infatti che *il processo economico, in quanto processo entropico culturalmente caratterizzato, ha una continua interazione storica sia con l'ambiente su cui è ancorato sia con la cultura nella quale è immerso*. Proprio a causa di queste interazioni storiche, esso è quindi un fenomeno evolutivo, ovvero un fenomeno che varia nel tempo e nello spazio.

Possiamo schematicamente rappresentare la concezione georgescu-roegeniana del processo economico come in figura 1.

Figura 1



Secondo Georgescu-Roegen, il processo economico (e di conseguenza il campo dell'economia) non ha dunque dei confini netti e precisi, ma è circondato da una *penombra* entro la quale l'economico si sovrappone al biologico, al sociale, al politico, all'etico, allo psicologico, ecc., secondo modalità spesso imprevedibili che variano nel tempo e nello spazio.

Con questo il nostro autore non intende assolutamente dire che il processo economico (e di conseguenza il campo dell'economia) non abbia dei confini. Infatti scrive:

D'altra parte, è ugualmente evidente la necessità di delimitare in qualche modo questo processo: perché altrimenti parlare di processo economico non avrebbe più senso (Georgescu-Roegen, 1966: 123).

Affermando che il processo economico non ha dei confini netti, egli vuole mettere soltanto in rilievo il fatto che gli economisti, se vogliono raggiungere dei risultati pertinenti e quindi capaci di servire da guida per la politica pratica (lo scopo principale della scienza economica, secondo il nostro autore), devono tener conto dell'intreccio storico tra fattori economici, fattori ambientali e fattori culturali.

Gli economisti neoclassici, osserva Georgescu-Roegen, riducendo il processo economico ad un meccanismo isolato, autosufficiente e astorico, e il campo dell'economia "allo studio del modo in cui mezzi *dati* sono impiegati per la soddisfazione di fini *dati*", non ne tengono conto. Ma precisa:

Devo affrettarmi ad aggiungere che mettere in stato d'accusa l'economia politica *standard* solo perché tratta di "individui immaginari con scale e prezzi di domanda e di offerta già preparati" sarebbe chiaramente insufficiente. L'astrazione, anche quando ignora il Cambiamento, non è un "*privilegium odiosum* esclusivo" della scienza economica, ma soltanto uno strumento utilissimo per qualsiasi scienza. Nelle scienze sociali essa è ancor più indispensabile perché, come asserì vigorosamente Marx, in esse "la forza dell'astrazione" deve compensare l'impossibilità di usare microscopi e reazioni chimiche. Tuttavia, il compito della scienza non è quello di arrampicarsi sulla scala più comoda e restarci in cima per sempre a distillare e ridistillare la stessa sostanza pura. L'economia politica *standard*, respingendo il parere che il processo economico possa essere qualcosa di più che un gioco di costruzioni con tutti i pezzi dati, si è identificata con un dogmatismo. E questo è un *privilegium odiosum* che, dovunque è stato esercitato, ha ridotto la comprensione del processo economico. [...] Così è per il suo dogmatismo, e non per l'uso dell'astrazione, che l'economia politica *standard* può essere sottoposta ad una valida critica. [...] Bisogna domandarsi perché [...] una scienza che si occupa di mezzi, scopi, e distribuzione *economici* si rifiuti dogmaticamente di studiare anche il processo per mezzo del quale vengono creati nuovi mezzi *economici*, nuovi scopi *economici*, e nuovi rapporti *economici* (Georgescu-Roegen, 1966: 125-127).

III.3. LA RIFLESSIONE SUL METODO SCIENTIFICO

III.3.1. La genesi e l'evoluzione della scienza

La riflessione metodologica di Georgescu-Roegen prende avvio da una breve analisi evolutiva della scienza volta a preparare il terreno per le argomentazioni successive.

Secondo l'economista romeno, la scienza ha avuto origine nel momento in cui alcune comunità umane si resero conto dell'utilità di immagazzinare ogni conoscenza comune:

Qua e là, alcune tribù arrivarono ad accorgersi, primo, che la conoscenza dà un potere di controllo sull'ambiente (e purtroppo anche sugli uomini) e quindi facilita la vita a chi la possiede; e, secondo, che imparare ciò che gli altri già sanno è molto più economico che ottenere questa conoscenza attraverso la propria esperienza. Fu a quel punto che l'uomo cominciò ad apprezzare la conoscenza globale di tutti gli individui di una collettività, e a sentire il bisogno di raccoglierla e preservarla di generazione in generazione. La scienza, nella sua prima forma cominciò così ad esistere (Georgescu-Roegen, 1966: 2-3).

Inizialmente, argomenta Georgescu-Roegen, la conoscenza comune accumulata, ovvero "il corpo di tutte le proposizioni descrittive accessibili a ogni membro di una collettività, e credute vere in base ai criteri di validità prevalenti nell'epoca considerata" (Georgescu-Roegen, 1966:3), venne conservata nella memoria di singoli individui. Del resto, "questo era anche il modo migliore, nel senso che permetteva un accesso quasi istantaneo a ogni parte della conoscenza esistente" (Georgescu-Roegen, 1966: 5).

Data la continua crescita della massa di conoscenza, ad un certo punto però anche gli individui più capaci non furono più in grado di memorizzare tutto l'elenco di proposizioni descrittive. Secondo Georgescu-Roegen,

“l’ostacolo fu superato con successo grazie all’invenzione della scrittura e ai papiri” (Georgescu-Roegen, 1966: 6). Subito però aggiunge:

Ma man mano che la conoscenza continuava ancora a espandersi, si presentò un problema nuovo e ancor più imbarazzante: il problema di ordinare innumerevoli proposizioni in modo da trovare quella di cui si ha bisogno senza dover ricercare per tutto l’archivio (Georgescu-Roegen, 1966: 6).

Come ci ricorda il nostro autore, la cultura che più di tutte le altre si appassionò al problema della ordinamento della conoscenza fu quella dell’antica Grecia, la quale giunse a trovare due soluzioni differenti a questo problema: l’ordinamento tassonomico e l’ordinamento logico.

L’*ordinamento tassonomico* della conoscenza é la classificazione di un insieme di proposizioni descrittive in base ad un qualche criterio prontamente applicabile, per esempio l’ordine cronologico.

L’*ordinamento logico* della conoscenza é invece la divisione di un insieme di proposizioni descrittive in due classi, una delle quali é composta da quelle proposizioni partendo dalle quali é possibile dedurre logicamente tutte le proposizioni appartenenti all’altra classe. Georgescu-Roegen spiega nel modo seguente il meccanismo attraverso il quale si ordina logicamente la conoscenza di un particolare dominio fenomenico:

Attraverso una ripartizione logica, tutte le proposizioni P_1, P_2, \dots, P_n , già accertate in qualsiasi particolare campo conoscitivo, possono essere raggruppate in due classi (α) e (β), in modo tale che

(1) ogni proposizione β discenda logicamente da qualche proposizione α ,
e

(2) nessuna proposizione α discenda da qualche altra proposizione α .

[...] Spesso vengono “pensate” delle proposizioni speculative che, aggiunte a (α), permettono di far passare molte proposizioni α nel gruppo (β). Così a (α) é sostituito (ω), che ha le stesse proprietà di (α) e si trova con il nuovo (β) nella stessa relazione. L’unica differenza é che (ω) contiene delle proposizioni non osservabili, ossia dei principi primi (Georgescu-Roegen, 1966, 8).

Georgescu-Roegen chiama *scienza tassonomica* la conoscenza ordinata in modo classificatorio e *scienza teoretica* la conoscenza ordinata in modo logico. Com'è noto, il primo esempio di scienza tassonomica è la biologia di Aristotele, mentre quello di scienza teoretica è la geometria di Euclide.

Posta quindi la distinzione tra scienza tassonomica e scienza teoretica, l'economista romeno focalizza la sua attenzione su quest'ultimo tipo di scienza, il più interessante ai fini del suo discorso.

Innanzitutto, Georgescu-Roegen si interroga su quale sia la *raison d'être* della scienza teorica. Ebbene, sulla scia di quanto sostenuto dal suo maestro Karl Pearson, il nostro autore afferma che essa è *l'economia di sforzo mentale*:

Ordinando logicamente la conoscenza non l'aumentiamo, ma semplicemente sfruttiamo il più possibile il vantaggio economico dell'algoritmo logico. È chiaro che le proposizioni ω di qualsiasi scienza particolare contengono, implicitamente o esplicitamente, tutta la conoscenza esistente in quel campo. A rigore, perciò, per immagazzinare tutto quel che si conosce in un particolare campo basta imparare a memoria (ω), ossia ciò che correntemente si dice il fondamento logico della scienza corrispondente. Nella realtà, normalmente, uno studioso conosce a memoria anche qualche proposizione β , ma soltanto per la convenienza di avere rapido accesso a quelle proposizioni di cui c'è più frequentemente bisogno nell'esercizio quotidiano della propria professione (Georgescu-Roegen, 1966: 8).

Il vantaggio dell'economia di sforzo mentale che si consegue colando la conoscenza in uno stampo teoretico è chiaramente evidente nella geometria euclidea, la quale, com'è noto, si fonda su cinque semplici assiomi facilmente memorizzabili.

Secondo Georgescu-Roegen, l'inconscia consapevolezza del vantaggio economico della geometria euclidea generò nella mente degli scienziati occidentali l'abitudine analitica, ovvero l'abitudine di sforzarsi a sistemare i fatti in ordine logico:

Il modo in cui si formò [l'abitudine analitica] ci diventa subito familiare se teniamo presente l'atteggiamento di una donna di casa dopo che ha usato per la prima volta qualche apparecchio risparmiatore-fatica: anche gli uomini di scienza, dopo aver provato i vantaggi economici della scienza teoretica, rifiutano di farne a meno. Basta che la mente umana provi una sola volta la conoscenza nella sua forma teoretica per contrarre un virus incurabile che produce un incontentabile desiderio di ordine logico (Georgescu-Roegen, 1966: 16).

Per l'economista romeno, da Euclide in poi, gli scienziati occidentali cercarono così con tutte le loro forze di creare nuovi pezzi di conoscenza logicamente ordinata. Nel XVII secolo, Galileo, Descartes e Newton riunirono alcuni di questi pezzi in una sola unità: la meccanica.

Secondo Georgescu-Roegen, con l'elaborazione della meccanica divenne manifesto un secondo vantaggio economico della scienza teoretica: il *pieno impiego delle risorse sperimentali*.

Per il nostro autore, questo secondo vantaggio consiste nel fatto che dai fondamenti logici di una scienza teoretica si creano in continuazione, per semplice deduzione, proposizioni nuove, ossia proposizioni che non sono ancora incluse in (β) e che quindi devono essere verificate empiricamente. Le proposte sperimentali, in tal modo, non derivano solo dall'immaginazione degli scienziati, che "é capricciosa e spesso rimane muta per lunghi tratti di tempo" (Georgescu-Roegen, 1966: 14), ma dalle regole automatiche che stanno alla base della logica, le quali "riescono a mantenere il processo [di creazione di proposte sperimentali] in movimento per lunghi tratti senza alcun aiuto esterno" (Georgescu-Roegen, 1966: 14). "I laboratori [così] non sono mai a corto di nuove idee da verificare sperimentalmente" (*Ibid.*).

Georgescu-Roegen considera fondamentale il vantaggio del pieno impiego delle risorse sperimentali in quanto esso aumenta la possibilità di imbattersi in una scoperta scientifica, la quale, secondo lui, si verifica quando una proposizione derivata logicamente dai fondamenti di una scienza teoretica é rifiutata dalla verifica empirica. Per il nostro autore, quando questo avviene la mente analitica degli scienziati non ha pace fino a quando non riesce a ricreare un nuovo ordine logico, capace di inquadrare sia le vecchie

proposizioni descrittive già verificate sia i nuovi risultati sperimentali. Secondo Georgescu-Roegen, una volta elaborati dei fondamenti compatibili con i vecchi e nuovi fatti, la scienza teoretica ritorna alla sua normalità: dai nuovi fondamenti si creano nuove proposizioni e quindi nuove proposte sperimentali, e così via fino alla successiva scoperta scientifica. Per l'economista romeno, è questo in sintesi il nucleo di quel "ciclo virtuoso" che ha determinato lo spettacolare sviluppo della fisica dal XVII secolo ad oggi.

III.3.2. L'atteggiamento acritico nei confronti della scienza teoretica

Secondo Georgescu-Roegen, dati i meravigliosi vantaggi della scienza teoretica, non deve certo sorprendere il fatto che dopo il successo conseguito da Newton nel trasformare la meccanica in una scienza di questo tipo si diffusero ottimistiche speranze di poter colare *tutta* la scienza in uno stampo teoretico:

Specialmente dopo la sorprendente scoperta di Nettuno "sulla punta della penna di Leverrier", gli entusiasmi si accesero in tutte le discipline, e uno scienziato dopo l'altro proclamava la sua intenzione di diventare il Newton della propria scienza (Georgescu-Roegen, 1966: 20).

"Ma le speranze ottimistiche sono, appunto, speranze ottimistiche" (Georgescu-Roegen, 1966: 20). E difatti i tentativi di trasformare alcune discipline, per esempio quelle sociali, in scienze teoretiche, o sono falliti o hanno portato a risultati fondamentalmente sterili. Nonostante questo, il grido di battaglia della maggior parte degli scienziati continua ad essere "nessuna scienza senza teoria" (Georgescu-Roegen, 1966: 21). E anche la filosofia della scienza dominate continua a mantenere un atteggiamento acritico nei confronti della scienza teoretica. Scrive Georgescu-Roegen:

Se uno studioso di scienze sociali cercasse consiglio e ispirazione per il suo lavoro nella moderna filosofia della scienza, è probabile che resterebbe

molto deluso o addirittura confuso. Per una ragione o per l'altra, questa filosofia si è ridotta per la maggior parte a nient'altro che un elogio della scienza teoretica (Georgescu-Roegen, 1966: 56).

Di fronte a questa deludente situazione, Georgescu-Roegen non si perde d'animo e decide di impegnarsi personalmente in un'analisi critica della scienza teoretica, volta a portare in rilievo i limiti costitutivi di questo particolare tipo di scienza.

III.3.3. Scienza teoretica e cambiamento

Il primo limite della scienza teoretica che Georgescu-Roegen mette in luce è l'incapacità di tale tipo di scienza di svilupparsi in quei domini fenomenici caratterizzati dall'esistenza del cambiamento qualitativo.

Per spiegare questa tesi, il nostro autore parte dalla semplice constatazione che la scienza teoretica, proprio in quanto descrizione logicamente ordinata, può essere costituita soltanto da proposizioni descrittive trattabili dalla logica. Ma quali sono le proposizioni descrittive che hanno tale proprietà? Secondo Georgescu-Roegen, dato che la legge fondamentale della logica è il Principio di Non Contraddizione, "B non può essere A e non-A", le proposizioni descrittive di cui essa può occuparsi sono soltanto quelle formate da concetti discreti, ovvero da concetti che non si sovrappongono mai ai loro opposti, essendo sempre separati da questi ultimi da uno spazio vuoto.

Consideriamo per esempio la proposizione descrittiva: "L'ipotenusa è maggiore di un cateto". Questa proposizione è trattabile dalla logica. E difatti essa è composta da concetti discreti come ipotenusa e cateto: nessun triangolo rettangolo può avere un lato che sia contemporaneamente l'ipotenusa e il cateto del triangolo stesso.

Per il nostro autore, l'esempio più elementare di concetto discreto è il numero reale:

Infatti, nonostante l'uso del termine "continuo" per l'insieme dei numeri reali, ogni numero reale conserva, entro il continuo, una individualità distinta identica sotto tutti gli aspetti a quella di un intero nella successione dei numeri naturali. Per es., il numero π è distinto in modo inconfondibile da qualsiasi altro numero, sia 3,141592653589793 oppure 10^{100} (Georgescu-Roegen, 1966: 26).

Per questo, egli suggerisce di chiamare *aritmomorfico* ogni concetto di questo tipo.

Dopo aver messo in evidenza il fatto che la logica può lavorare solo con concetti aritmomorfici, Georgescu-Roegen fa però notare che esistono moltissime proposizioni descrittive che non sono formate da concetti discreti, ma da concetti che pur essendo distinti dai loro opposti, sono circondati da una penombra entro la quale si sovrappongono a questi ultimi. Tali proposizioni, di conseguenza, non sono ordinabili logicamente.

Consideriamo per esempio la proposizione descrittiva: "I bisogni culturalmente determinati sono più elevati dei bisogni biologici". Questa proposizione non è trattabile dalla logica. E difatti essa è composta da concetti che non sono discretamente distinti: in alcune circostanze un bisogno può essere biologico e culturalmente determinato (per esempio, in Cina, mangiare riso).

Secondo Georgescu-Roegen, sono dello stesso tipo la maggior parte delle nozioni che utilizziamo quotidianamente, come "democrazia", "giovane", "vita":

In un particolare momento storico una nazione può essere una "democrazia" e un "antidemocrazia", così come c'è un'età in cui l'uomo è "giovane" e "vecchio". Recentemente i biologi si sono accorti che anche la "vita" non ha confini aritmomorfici: esistono dei cristalli-virus che costituiscono una penombra fra materia vivente e materia inerte. (Georgescu-Roegen, 1966: 28).

Ai concetti di questo tipo, non può quindi essere sempre applicato il Principio di Non Contraddizione, in quanto per loro, *in alcune circostanze*, il principio adatto è: "B è sia A che non-A". Poiché questo principio è la chiave di

volta della dialettica hegeliana, Georgescu-Roegen propone di chiamare questi concetti *dialettici*.

Stabilita la differenza tra concetti aritmomorfici e concetti dialettici, Georgescu-Roegen giunge quindi alla conclusione che se le proposizioni descrittive di un particolare campo fenomenico sono costituite da concetti del secondo tipo, la corrispondente scienza non potrà mai trasformarsi in una scienza teoretica.

A questo punto sorge spontanea una domanda: per la descrizione di quale tipi di fenomeni é necessario utilizzare proposizioni costituite da concetti dialettici? Georgescu-Roegen non ha dubbi: per la descrizione dei fenomeni che variano qualitativamente nel tempo e nello spazio. Secondo lui infatti "il Cambiamento é la sorgente di tutti i concetti dialettici" (Georgescu-Roegen, 1966: 37):

Ogni cosa che é inevitabilmente soggetta ad un cambiamento qualitativo -cioé, ad un cambiamento che non consiste né in un mero accrescimento, o nel suo opposto, né soltanto in locomozione- é un concetto dialettico. "Numero primo" é una nozione aritmomorfica perché nessun numero può essere sia primo che non-primo. Quel concetto é rimasto assolutamente invariato dal tempo di Euclide. Per contrasto, "democrazia" non ha oggi lo stesso significato che aveva ai tempi di Euclide. Un cambiamento ragionevole dell'età di voto [in un paese] non cambia il suo generale carattere democratico. Ma se altre regole politiche cambiano, una democrazia può alla fine scivolare in una dittatura precisamente perché molti politici sono nella penombra dialettica che separa queste due costituzioni e che perciò appartiene a entrambe (Georgescu-Roegen, 1988: 301, traduzione nostra).

Ritornando ai nostri esempi, seguendo la linea di pensiero di Georgescu-Roegen possiamo affermare che ipotenusa é un concetto aritmomorfico perché si riferisce ad un oggetto che é immutabile nel tempo e nello spazio: se un lato di un triangolo rettangolo é oggi (qui) l'ipotenusa del triangolo stesso, sarà tale anche domani (altrove). Per contro, bisogno biologico é un concetto dialettico perché si riferisce ad un qualcosa che varia nel tempo e nello spazio: se un certo bisogno é oggi (qui) un bisogno biologico, non é detto che sarà

tale anche domani (altrove). Come scrive il nostro autore, "la specie umana si sarebbe già estinta già da un pezzo se i nostri bisogni fossero rigidi come un numero" (Georgescu-Roegen, 1966: 37).

La relativa imprecisione dei concetti dialettici, secondo Georgescu-Roegen, deve dunque essere vista non come un loro difetto ma come un loro pregio, in quanto è proprio tale imprecisione che ci permette di afferrare le realtà mutevoli, e quindi sotto alcuni aspetti vaghe. Del resto, il tentativo di definire precisamente i concetti dialettici, ovvero di trasformarli in concetti aritmomorfici, condurrebbe a risultati sterili e a problemi non risolvibili. Ad esempio:

Se volessimo definire in modo aritmomorfico il concetto di "democrazia", scopriremmo presto che nessun paese democratico incarna pienamente il concetto: non la Svizzera, perché le donne non hanno diritto al voto; non gli Stati Uniti, perché non vi è riconosciuto il referendum popolare; non il Regno Unito, perché il Parlamento non può riunirsi senza la solenne approvazione del re, e così via [...].

Inoltre, i tentativi di definire la democrazia sono ostacolati da un genere di difficoltà più generale e persuasiva di quella ora ricordata. Poiché "democrazia" implica indubbiamente il diritto di voto ma non per tutte le età, la sua definizione deve specificare necessariamente il limite *giusto* dell'età elettorale. Supponiamo di essere d'accordo che questo limite sia L . La domanda, che viene subito naturale, se $L-\varepsilon$ non sia un limite altrettanto buono, rivela in pieno l'impossibilità che un concetto aritmomorfico possa prevenire tutti gli imponderabili di "democrazia" (Georgescu-Roegen, 1966: 31-32).

Sulla base del ragionamento di cui sopra, Georgescu-Roegen giunge quindi ad affermare che i fenomeni che variano qualitativamente nel tempo e nello spazio possono essere adeguatamente descritti solo da proposizioni dialettiche. Di conseguenza, la conoscenza di questo tipo di fenomeni non può essere inquadrata in uno schema logico-matematico.

Per il nostro autore, la tesi sostenuta dalla maggior parte degli scienziati e dei filosofi (neo)positivisti, secondo cui tutte le discipline

scientifiche devono ultimamente divenire teoretiche, é dunque non solo errata ma anche pericolosa, nel senso che impedisce lo studio scientifico del cambiamento qualitativo.

Georgescu-Roegen vede soprattutto nell'esaltazione acritica dei poteri conoscitivi dei concetti aritmomorfici, tipica della cultura occidentale moderna e contemporanea, l'origine di questo errore:

Come ogni invenzione, anche quella del concetto aritmomorfico ebbe i suoi lati buoni e quelli poco buoni. Da una parte, esso ha reso più rapido il progresso della conoscenza nel dominio della materia inanimata; e ci ha anche aiutati a scoprire numerosi errori di pensiero, persino del pensiero matematico. Grazie alla logica e, in ultima istanza, alla matematica, l'uomo é riuscito a liberarsi da molte superstizioni animistiche nell'interpretazioni delle meraviglie della natura. Dall'altro lato, poiché un concetto aritmomorfico é assolutamente privo di relazione con la vita, con *l'anima*, siamo stati indotti a considerarlo come l'unica espressione valida della conoscenza. Di conseguenza, negli ultimi due secoli tutti i nostri sforzi hanno avuto lo scopo di mettere sul trono del vecchio animismo una superstizione altrettanto pericolosa: quella dell'Onnipotente Concetto Aritmomorfico. Oggi, chi denunciasse con troppo vigore questa moderna superstizione, rischierebbe di essere tranquillamente scomunicato dalla moderna *Akademia* (Georgescu-Roegen, 1966: 50).

Secondo Georgescu-Roegen, la superstizione aritmomorfica é dunque la base dell'idea (neo)positivistica che i concetti dialettici e l'argomentazione discorsiva, in quanto non cristallini e limpidi come i concetti aritmomorfici e l'argomentazione logica, non abbiano alcun senso e valore scientifico. Ma:

Sfortunatamente per gli interessati, i fenomeni della vita non sono così semplici, perché non tutti i loro aspetti hanno la trasparenza dei concetti aritmomorfici. Senza concetti dialettici le scienze della vita non potrebbero realizzare il loro compito (Georgescu-Roegen, 1966: 53).

E inoltre:

Il ragionamento con nozioni dialettiche, sebbene non esatto e distinto come una pura concatenazione aritmomorfica, può essere corretto (la qual cosa io ritengo essere il più grande vantaggio della mente umana in comparazione con quella artificiale) (Georgescu-Roegen, 1988: 302, traduzione nostra).

III.3.4. Scienza teoretica e emergenza di novità

Il secondo limite fondamentale della scienza teoretica, per Georgescu-Roegen, consiste nel fatto che essa perde la sua *raison d'être* se si sviluppa in domini fenomenici caratterizzati da una continua emergenza di novità, ossia di fatti indipendenti da quelli già noti; in questo caso, infatti, le proposizioni α continuerebbero ad aumentare, e conseguentemente scomparirebbe il vantaggio dell'economia di sforzo mentale.

Secondo Georgescu-Roegen, a questo riguardo, l'esempio della chimica è particolarmente istruttivo: tale disciplina, infatti, anche se formata da proposizioni aritmomorfe (come $2H + O = H_2O$), a causa del fatto che quasi tutti i composti chimici (come l'acqua) possiedono delle qualità non deducibili da quelle degli elementi che li compongono (l'idrogeno e l'ossigeno), e che quindi le proposizioni descrittive dei composti non discendono logicamente da quelle degli elementi, non si è mai trasformata in una scienza teoretica. Scrive a questo riguardo il nostro autore:

Supponiamo di esserci presa la pena di vagliare tutte le proposizioni note della chimica in una classe (α) e una classe (β). Quasi ogni giorno possono esser scoperti nuovi composti. E [per quanto abbiamo detto sopra] con ognuna di queste scoperte, anche le meno importanti, la classe (α) si arricchisce di nuove proposizioni, talvolta più numerose di quelle che si aggiungono alla classe (β). È evidente ora perché nessuno ha tentato di costruire per la chimica dei fondamenti logici (Georgescu-Roegen, 1966: 74).

In altre parole, la conoscenza chimica non è compressibile e quindi non è conveniente ordinarla logicamente. Se questo vale per la chimica, a maggior valore vale per le scienze che si occupano dell'evoluzione, dato che la scena

dell'evoluzione é dominata dalle novità. L'economista romeno conclude così affermando:

Se in un dominio fenomenico, come nel caso della chimica, la novità é una caratteristica immanente, una costruzione teoretica, anche se realizzabile, é antieconomica: costruirne una sarebbe assurdo (Georgescu-Roegen, 1966: 74).

III.3.5. Conclusioni per l'economista (2)

Giunti a questo punto, é semplicissimo comprendere perché secondo Georgescu-Roegen "l'economia non é una scienza teoretica" (Georgescu-Roegen, 1966, 130). Come abbiamo visto nel paragrafo III.2., per l'economista romeno, infatti, il processo economico, date le sue interazioni storiche con l'ambiente e la cultura, é evolutivo, ovvero é dominato dal cambiamento qualitativo e dall'emergenza di novità. Le proposizioni che descrivono questo processo, di conseguenza, sono in ampia misura dialettiche, e/o logicamente indipendenti, e quindi non possono essere e/o non ha senso che siano classificate in una teoria.

É importante sottolineare il fatto che, sostenendo questa tesi, il nostro autore non intende assolutamente affermare che gli economisti, se vogliono costruire una scienza pertinente e quindi utile come guida per la politica, devono utilizzare esclusivamente concetti dialettici e ragionamenti argomentativi (qualitativi, storici, ecc.), e mettere al bando i concetti aritmomorfici e il ragionamento logico-matematico. Scrive infatti Georgescu-Roegen:

I modelli aritmomorfici, sia in fisica che in qualsiasi altra scienza, contribuiscono a soddisfare le legittime esigenze della Comprensione e, a mio parere, anche della Didattica. Faccia pure un passo avanti lo scienziato disposto a negare che la sua mente non s'impadronisca con maggiore rapidità e sicurezza di una rappresentazione diagrammatica e, se vi é esercitata, di un modello matematico, piuttosto che di un'analisi discorsiva della stessa

situazione. Inoltre, fra tutti gli scienziati, gli economisti in particolare non dovrebbero commettere lo sbaglio di opporsi all'uso dello strumento matematico nell'analisi economica, perché questo equivale a contraddire il principio della massima efficienza. Ma sulla base di questo stesso principio dobbiamo anche deplorare quell'esagerato attaccamento alla matematica che spinge molti ad usarla anche quando basterebbe un semplice diagramma (Georgescu-Roegen, 1966: 139).

Ma aggiunge:

L'enorme soddisfazione che la Comprensione ritrae dai modelli aritmomorfici non deve indurci nell'errore di credere che essi svolgano tutti gli stessi ruoli sia nelle scienze sociali che in quelle naturali (Georgescu-Roegen, 1966: 140).

Qual'è quindi la differenza tra un modello fisico e un modello economico? Ebbene, per Georgescu-Roegen, mentre il primo modello è un'*accurata cianografia* di un settore particolare della realtà fisica, ovvero un insieme di regole di calcolo per mezzo delle quali possiamo prevedere e controllare il comportamento di un dato sistema fisico; il secondo modello è un *paragone analitico* di settore particolare della realtà economica, ovvero una rappresentazione simbolica non operativa di un dato sistema economico, che fornisce di una "solida spina dorsale" i ragionamenti dialettici degli economisti.

Più precisamente, secondo Georgescu-Roegen, i modelli economici svolgono soltanto questi due importanti ruoli:

- 1) mettono in luce eventuali errori nel ragionamento dialettico;
- 2) illustrano certi punti di un'argomentazione dialettica allo scopo di renderli più comprensibili.

Consideriamo ora, alla luce di quanto fino a qui detto, come Georgescu-Roegen valuta l'economia neoclassica.

Notiamo, innanzitutto, che egli attribuisce un grande valore scientifico alla teoria dell'equilibrio economico generale, la pietra angolare dell'economia standard. Secondo il nostro autore, infatti, il modello warlasiano -che descrive

“il processo economico di una società in cui l’individuo si comporta secondo motivazioni *strettamente* edonistiche, l’imprenditore cerca di massimizzare il suo profitto monetario, e ogni bene può essere scambiato sul mercato a prezzi uniformi e non altrimenti” (Georgescu-Roegen, 1960: 161)- mette chiaramente in rilievo alcune caratteristiche istituzionali, o culturali, proprie delle grandi comunità urbane delle società industriali, ed è quindi un buon paragone analitico di questo particolare tipo di realtà economica⁵⁴.

Secondo Georgescu-Roegen, gli economisti neoclassici hanno però commesso il grave errore della “concretezza mal posta” (per usare la fortunata espressione di Whitehead), ovvero hanno finito con il considerare come reali, al posto della realtà economica concretamente percepita, i modelli aritmomorfici che di essa rappresentano soltanto un paragone, e non un’accurata cianografia. Essi, conseguentemente, continuano a *descrivere* il processo economico come un sistema con confini nettamente stagliati, aritmomorfici appunto, e quindi isolato, trascurando completamente quella penombra dialettica che, come sappiamo, circonda il campo dell’economico. Negando l’esistenza delle interazioni storiche che il processo economico ha con l’ambiente su cui è ancorato e con la cultura nella quale è immerso (in quanto tali interazioni non sono e non possono essere considerate nei loro modelli aritmomorfici), essi sono stati così indotti a negare l’importanza degli aspetti evolutivi del processo economico, e conseguentemente a sottovalutare il problema delle risorse naturali⁵⁵ e a “predicare il dogma della validità

⁵⁴ Secondo Georgescu-Roegen, anche la teoria marxista -che descrive “un’economia caratterizzata dal monopolio di classe dei mezzi di produzione, da imprenditori accumulatori di denaro, mercati con prezzi uniformi per tutti i beni” (Georgescu-Roegen, 1960: 161)- rappresenta molto chiaramente alcuni tratti caratteristici del sistema capitalistico. Per l’economista romeno, quindi, la teoria standard e la teoria marxista “lungi dall’essere assolutamente contraddittorie, sono complementari nel senso del principio di Complementarietà di Bohr” (Georgescu-Roegen, 1960: 162).

⁵⁵ Per conoscere le sconcertanti opinioni di alcuni tra i più famosi economisti viventi sul problema ambientale si veda Ravaioli (1992).

assoluta della [loro] teoria per *tutte* le società” (Georgescu-Roegen, 1966: 133)⁵⁶.

CONCLUSIONI

Giunti a questo punto del nostro lavoro, sorge spontanea una domanda: qual'è stata la reazione degli economisti di fronte al messaggio di Georgescu-Roegen, che è in fondo una proposta di dare profondità temporale e spaziale alla riflessione economica?

Ebbene, nonostante un diplomatico riconoscimento di originalità e brillantezza, la maggior parte degli economisti, la comunità neoclassica in sostanza, ha reagito fondamentalmente con freddezza e disinteresse. Stefano Zamagni parla a questo proposito del “generalizzato *fin de non recevoir* della professione nei confronti del suo messaggio critico” (Zamagni, 1976: 11).

Tale reazione non è certamente sorprendente e, come scrive Giacomo Becattini, “vi è motivo di pensare che [...] sarebbe stata ancor più [fredda], se dietro al saggio [“Some Orientation Issue in Economics”] non vi fosse stato un uomo del prestigio scientifico di Georgescu-Roegen” (Becattini, 1973: X). Come abbiamo visto, infatti, la riflessione epistemologica georgescu-roegeniana è estremamente radicale, contenendo una critica impietosa delle fondamenta stesse della scienza economica dominante. E “l’atteggiamento di un’epoca [...] è un fenomeno tipicamente compatto, che reclamizza solo quel

⁵⁶ Questo dogma, per Georgescu-Roegen, non ha un’importanza puramente accademica, in quanto: “La tenacia con cui restiamo attaccati al principio che la teoria *standard* sia valida in tutti i contesti istituzionali [...] ha importanti conseguenze sugli sforzi mondiali per sviluppare l’economia di nazioni che differiscono dal punto di vista istituzionale dai paesi capitalistici. Queste conseguenze possono passare alla storia come il più gran monumento all’arrogante sicumera di alcuni servitori della scienza (Georgescu-Roegen, 1966: 137).

che gli piace, e procede senza curarsi dell'autocritica espressa da una minoranza" (Georgescu-Roegen, 1966: 51).

Così, dopo circa dieci anni dalla pubblicazione del saggio del 1966, Georgescu-Roegen, non sorpreso, constatava:

La misura dell'influenza del mio lavoro sui miei colleghi economisti é piuttosto scarsa, se pensiamo ad essa in termini positivi. La reazione é stata principalmente una difesa più forte delle posizioni standard... Gli economisti formano ora un gruppo che non vuole abbandonare le vecchie posizioni *per paura di un crollo totale*; W. Becherman in Inghilterra, R. Solow, H. Johnson negli Stati Uniti sono i migliori esempi di coloro che si rifiutano di *vedere* il problema (cit. in Zamagni. 1976: 22).

La strategia di difesa degli economisti standard, dunque, ha fatto perno non tanto su una contro-critica delle varie argomentazioni di Georgescu-Roegen, quanto piuttosto sul divieto di accesso per quest'ultime ai canali ufficiali di comunicazione. La nostra personale esperienza ci insegna infatti che nelle aule accademiche é un evento rarissimo soltanto sentire nominare il nome dell'economista romeno, e questo anche quando oggetto di discussione sono i fondamenti logici della teoria del consumo, campo nel quale, come sappiamo, i suoi contributi sono di rilevanza enorme. Conseguentemente, sono pochissimi gli studenti di economia che conoscono, anche solo superficialmente, il lavoro scientifico di questo autore.

Quando raramente sono state mosse critiche a Georgescu-Roegen, queste sono sempre rimaste sul vago e sono sempre apparse come dettate dal desiderio di chiudere, piuttosto che di aprire su basi costruttive il discorso da lui avviato. Scrive per esempio F.H. Hahn, uno dei più illustri rappresentanti dell'economia neoclassica:

Che Georgescu-Roegen meriti di essere onorato é naturalmente fuori discussione; i suoi penetranti contributi alla teoria dell'utilità costituiscono, da soli, una buona ragione. Ma egli é anche un *soggetto pericoloso*. Perché Georgescu-Roegen ha preminentemente esplorato un territorio dove la moderna scienza naturale può offrire lezioni all'economia; questo tipo di

esplorazione richiede non solo una grande conoscenza ma soprattutto disciplina, il che non consente la rincorsa a pur plausibili "grandi" idee (cit. in Zamagni, 1976: 8).

In definitiva, come scrive Stefano Zamagni:

Definendo Georgescu-Roegen uno "straniero" di bizzarre idee personali, con una straordinaria capacità di inventiva sul versante economico, la moderna *Akademia* riesce così ad ammorbidire ampiamente, fino a neutralizzarlo, l'impatto della sua personalità e del suo discorso (Zamagni, 1976: 11).

Per completare il quadro, va infine anche rilevata l'esistenza di una certa dose di incomprendimento del pensiero di Georgescu-Roegen. Scrive per esempio Paul Samuelson, Nobel 1970, nel suo manuale intitolato *Economics*, uno dei più utilizzati nelle università di tutto il mondo:

Nicholas Georgescu-Roegen, della Venderbilt University, [ha] detto che la vera immagine dell'equilibrio economico *non* è il moto regolare del pendolo [ma] *la clessidra con la sabbia che scivola giù; questa è la natura di lungo periodo dell'equilibrio economico*. (Possiamo aggiungere: la scienza è in grado temporaneamente di rovesciare la clessidra: ma la sabbia ricomincerà subito a cadere) (Samuelson, 1980: 716).

Alla luce di una corretta comprensione del discorso georgescu-roegeniano, queste affermazioni, in particolare l'ultima, appaiono veramente sconcertanti, soprattutto se pensiamo che provengono da un economista del calibro di Samuelson, il quale ha anche lavorato a diretto contatto con il nostro autore e ha scritto una breve presentazione alla prima edizione di *Analytical Economics*⁵⁷.

⁵⁷ In questa presentazione, Samuelson, un po' enfaticamente, conferisce a Georgescu-Roegen il titolo di "scholar's scholar and economist's economist", e definisce "un articolo di Georgescu-Roegen [...] come il pozzo di S. Patrizio" e come un bene superiore a un libro di Agatha Christie, "... la quale non può essere letta, purtroppo, due volte" (cit. in Zamagni, 1976: 11).

Nonostante la reazione di freddezza dell'ortodossia accademica nei confronti della riflessione epistemologica di Georgescu-Roegen, nel corso degli anni Settanta, comunque, alcuni economisti neoclassici, di fronte all'accresciuta importanza della problematica concernente il mutamento costituzionale e di quella concernente l'inquinamento, hanno cominciato ad interessarsi delle interazioni che il sistema economico ha con le istituzioni e con l'ambiente. Da questi lavori sono nate due giovani sottodiscipline della teoria economica standard che vanno sotto il nome di "nuova economia istituzionale" e di "economia ambientale".

La "nuova economia istituzionale", che occupa una posizione di primo piano nella teoria economica contemporanea, parte dalla presa di coscienza che le azioni economiche, nelle moderne società capitalistiche, si svolgono all'interno di un dato insieme di regole legali-istituzionali. Essa si pone quindi lo scopo di studiare le proprietà di insiemi alternativi di questo tipo regole, per giungere all'individuazione della "costituzione politica ottimale" o del "percorso di riforma ottimale".

L' "economia ambientale", sottodisciplina molto più timida della precedente, si fonda sulla consapevolezza che, in alcuni casi, dalle scelte e dalle conseguenti azioni di singoli produttori o consumatori discendono danni per altri agenti economici, senza che vi sia tra questi diversi soggetti un rapporto commerciale, né che avvenga alcuna compensazione economica del danno. Come esempio possiamo considerare il caso di una fabbrica che scarica rifiuti liquidi in un lago, la cui acqua viene utilizzata dagli agricoltori per irrigare i campi. In questa situazione, il mercato lasciato a se stesso, trascurando completamente un bene come l'acqua in quanto non scarso e quindi privo di prezzo, conduce inevitabilmente ad un livello di produzione che, pur essendo ottimale per l'impresa, non è tale per la collettività. Questo problema, detto delle esternalità ambientali, viene "risolto" integrando nel calcolo d'impresa (tramite standard, sussidi o diritti di emissione) tutti i costi sociali imposti dall'impresa stessa alla collettività.

Sicuramente degne di interesse sotto molti punti di vista, la "nuova economia istituzionale" e l' "economia ambientale" rimangono però fermamente ancorate alla concezione del processo economico come un

mercato auto-equilibrato composto da atomi umani razionali e egoisti e al modo aritmomorfo di produzione scientifica, che, come sappiamo, sono i veri e propri cardini epistemologici della scienza economica standard. Di conseguenza, queste due sottodiscipline trascurano completamente tutti quei problemi, come quello delle particolarità istituzionali delle economie contadine e quello dell'esaurimento delle risorse non rinnovabili, che non possono essere inseriti in un edificio scientifico come quello neoclassico.

La situazione, comunque, non è così deludente come le precedenti considerazioni potrebbero lasciar intendere. In tempi recenti, infatti, un gruppo di studiosi di varia nazionalità e di diversa provenienza disciplinare ha iniziato a seguire la strada indicata da Georgescu-Roegen. Nel corso degli anni Ottanta, sono stati così pubblicati alcuni lavori che possono essere considerati come i primi passi del nuovo tipo di approccio allo studio dei fenomeni economici che il nostro autore aveva proposto di costruire, e che oggi va sotto il nome di "economia ecologica". Tra questi lavori, ricordiamo soprattutto il libro di Juan Martinez Alier *Ecological Economics - Energy, Environment and Society* (1987), che può essere interpretato come "la storia dei suoi [di Georgescu-Roegen] precursori, dei quali per lo più egli non era a conoscenza", e il libro di Mercedes Bresso *Per un'economia ecologica* (1993), che presenta gli sviluppi recenti di questa nuova disciplina in formazione. L'economia ecologica ha anche, dal 1989, una sua rivista ("Ecological Economics") ed una sua associazione.

È ancora troppo presto per dire se questo tipo di approccio allo studio dei fenomeni economici riuscirà o meno ad affermarsi. Secondo noi, il futuro dell'economia ecologica, oltre che dipendere dalla qualità dei risultati raggiunti, sarà strettamente collegato al futuro di quell'emergente filone del pensiero filosofico-scientifico contemporaneo, che partendo dalla consapevolezza dei limiti e dei fallimenti sul campo delle scienze standard, ovvero delle discipline fondate sull'epistemologia meccanicistica, sta muovendo alla ricerca di nuove visioni della realtà e di nuovi tipi di razionalità su cui fondare una nuova conoscenza scientifica⁵⁸.

⁵⁸ Per una trattazione generale di questo filone si veda Capra (1982).

Georgescu-Roegen di questo filone é sicuramente uno degli esponenti piú significativi. Tra gli altri rappresentanti di questa linea di pensiero, ricordiamo il fisico e chimico russo Ilya Prigogine (Nobel 1977), il sociologo francese Edgar Morin, il fisico statunitense Geoffrey Chew, lo psicologo statunitense Gregory Bateson.

Caratteristica comune di tutti questi filosofi-scienziati é quella di essersi rivolti, in modo spontaneo e quasi simultaneo, nella medesima direzione, e di aver iniziato a percorrere, in solitudine, un itinerario di ricerca radicalmente nuovo, e per questo osteggiato dall'ortodossia accademica.

É interessante notare la scarsa conoscenza diretta che ognuno di essi ha del lavoro degli altri. La spiegazione di questo fatto, secondo noi, deve essere individuata nella struttura stessa delle istituzioni accademiche e scientifiche, le quali, ancora strettamente legate alla vecchio modo di intendere e di impostare la scienza, tracciano dei confini aritmomorfici ai vari campi del sapere, rendendo estremamente difficile la comunicazione interdisciplinare. E questo é stato ed é sicuramente di ostacolo allo sviluppo di questo nuovo filone di pensiero che fondamentalmente aspira ad una conoscenza scientifica multi-dimensionale capace di cogliere, senza mutilare, la complessità del reale.

Per lo sviluppo di questo nuovo filone di pensiero, e quindi anche dell'economia ecologica, crediamo dunque che oggi sia assolutamente necessaria la creazione di nuovi circuiti di comunicazione.

BIBLIOGRAFIA

- Arena, Leonardo
1989
Comprensione e creatività - La filosofia di Whitehead, Milano, Franco Angeli.
- Bodgan, Henry
1991
Histoire de pays de l'est, s.l., Perrin, (tr. it. di Valeria Trifari, *Storia dei paesi dell'est*, Torino, SEI, 1991).
- Bresso, Mercedes
1982
Pensiero economico e ambiente, Torino, Loescher Editore.
- Bresso, Mercedes
1993
Per un'economia ecologica, Roma, La Nuova Italia Scientifica.
- Caillé, Alain
1988
Critique de la raison utilitaire - Manifeste du Mauss, Paris, Editions la Découverte, (tr. it. di Alfredo Salsano, *Critica della ragione utilitaria*, Torino, Bollati Boringhieri, 1991).

- Capra, Fritjof
1982
The Turning Point - Science, Society and the Rising Culture, New York, Simon and Schuster, (tr. it. di Libero Sosio, *Il Punto di Svolta - Scienza, società e cultura emergenti*, Milano, Feltrinelli, 1990).
- Cleveland, Harland
1990
"Trecento anni dopo Newton" , in AAVV, *La morte di Newton - Il nuovo paradigma scientifico*, s.l., Prometheus International e Franco Angeli.
- Dasgupta, Amiya Kumar
1985
Epochs of Economic Theory, Oxford, Basil Blackwell, (tr. it. di Giuseppe Nobile, *La teoria economica da Smith a Keynes*, Bologna, il Mulino, 1987).
- Donzelli, Franco
1986
Il concetto di equilibrio nella teoria economica neoclassica, Roma, La Nuova Italia Scientifica.
- Dragan, J.C. e Demetrescu, M.C.
1986
Entropy and bioeconomics - The new paradigm of Nicholas Georgescu-Roegen, s.l., Nagard Publisher.

- Einstein, Albert e Infeld, *The Evolution of Physics - The Growth of Ideas from Early Concepts to Relativity and Quanta*, s.l., (tr. it. di Adele Graziadei, *L'evoluzione della fisica*, Torino, Boringhieri, 10 a ed., 1985).
- 1938
- Forti, Augusto "Introduzione", in AAVV, *La morte di Newton - Il nuovo paradigma scientifico*, s.l., Prometheus International e Franco Angeli.
- 1990
- Georgescu-Roegen, Nicholas "Economic Theory and Agrarian Economics" in *Analytical Economics: Issues and Problems*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1966, (tr. it. di Nardi Marco "Teoria economica ed economia agraria" in Nicholas Georgescu-Roegen, *Analisi Economica e Processo Economico*, Firenze, Sansoni, 1973).
- 1960

Georgescu-Roegen, Nicholas "Some Orientation Issue in
1966 Economics" in *Analytical Economics: Issues and Problems*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, (tr. it. di Nardi Marco "Prospettive e orientamenti in economia" in Nicholas Georgescu-Roegen , *Analisi Economica e Processo Economico*, Firenze, Sansoni, 1973).

Georgescu-Roegen, Nicholas "The Institutional Aspects of
1969 Peasant Communities: An Analytical View", in *Subsistence Agriculture and Economic Development*, Chicago, Clifton Wharton, (tr. it. di Cecioni Pier Luigi, "Gli aspetti istituzionali delle comunità contadine: una visione analitica", in Georgescu-Roegen, *Economia e miti economici*, Torino, Boringhieri, 1982).

Georgescu-Roegen, Nicholas *The Entropy Law and the
1971a Economic Process*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press.

Georgescu-Roegen, Nicholas "The Entropy Law and the Economic Problem" , Distinguished Lecture Series N.1, Department of Economics, The Graduate School of Business and Office for International Programs, The University of Alabama, 1971 (tr. it. di Nardi Marco "La legge di Entropia e il problema economico" in Nicholas Georgescu-Roegen , *Analisi Economica e Processo Economico*, Firenze, Sansoni, 1973).

Georgescu-Roegen, Nicholas "Energy and Economic Myths", in 1976 *Energy and Economic Myths*, New York, Pergamon Press, (tr. it. di Cecioni Pier Luigi, "Energia e miti economici", in Georgescu-Roegen , *Energia e miti economici*, Torino, Boringhieri, 1982).

Georgescu-Roegen, Nicholas "Energy Analysis and Economic Valutation", *Southern Economic Journal*, XLIV April, (tr. it. di Cecioni Pier Luigi, "Analisi energetica e valutazione economica", in Georgescu-Roegen , *Economia e miti economici*, Torino, Boringhieri, 1982).

- Georgescu-Roegen, Nicholas "The Interplay Between
1988 Institutional and Material Factors:
The Problem and its Status", in
AAVV, *Barriers to Full
Employment*, s.l., Macmillan.
- Geymonat, Ludovigo *Storia del pensiero filosofico e
1970 scientifico*, s.l., Garzanti.
- Hall, Rubert e Boas Hall, *A Brief History of Science*, New
Marie York, The New American Library of
1964 World Literature, (tr. it. di Angelo
Petroni, *Storia della scienza*,
Bologna, il Mulino, 1991).
- Lunghini, Giorgio *Equilibrio*, Torino, Bollati
1988 Boringhieri.
- Juma, Calestous "Economia del non equilibrio:
1990 paradigmi alternativi e politica
tecnologica" , in AAVV, *La morte
di Newton - Il nuovo paradigma
scientifico*, s.l., Prometheus
International e Franco Angeli.

- Martinez-Alier, J. e Schlüpmann, K. 1987 *Ecological Economics - Energy, Environment and Society*, Oxford, Basil Blackwell LTD, (tr. it. di Giuseppe Barile, *Economia ecologica - Energia, ambiente e società*, s.l., Garzanti, 1991).
- Montesano, Aldo 1982 "La struttura logica della teoria dell'equilibrio economico generale", *Giornale degli economisti e annali di economia*, 1982, pp.431-440
- Morin, Edgar 1977 *La Méthode - La nature de la nature*, Paris, Edition du Seuil, (tr. it. di Gianluca Bocchi, *Il Metodo - Ordine, disordine, organizzazione*, Milano, Feltrinelli, 8a ed., 1994).
- Morin, Edgar 1993 *Introduzione al pensiero complesso*, s.l., Sperling & Kupfer.
- Napoleoni, C. e Ranchetti, F. 1990 *Il pensiero economico del novecento*, Torino, Giulio Einaudi.
- Oteta, Andrei (a cura di) 1970 *Istoria Popurului Român*, Bucaresti, Editura Stiintifica, (tr. it. di s.n., *Storia del popolo romeno*, Roma, Editori Riuniti, 1971).

- Pasinetti, Luigi
1984
Dinamica strutturale e Sviluppo economico - Un'indagine teorica sui mutamenti nella ricchezza delle nazioni, s.l., Utet.
- Pearson, Karl
1892
The Grammar of Science, London, Adam & Charles Black.
- Peet, John
1992
Energy and the Ecological Economy of Sustainability, Washington, Island Press.
- Perrings, Charles
1987
Economy and Environment, Cambridge, Cambridge University Press, (tr. it. di Gianfranco Chizzoli, *Economia e ambiente*, Milano, ETAS, 1992).
- Polizzi, Gaspare
1984
Forme di sapere ed ipotesi di traduzione - Materiali per una storia dell'epistemologia francese, Milano, Franco Angeli.
- Polizzi, Gaspare
1987
Scienza e epistemologia in Francia, Torino, Loescher Editore.
- Porta, Pier Luigi
1984
Storia classica e teoria economica, Milano, Giuffr  Editore.

- Pribram, Karl
1983
A History of Economics Reasoning, vol I, Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, (tr. it. di Nanni Negro, *Storia del pensiero economico*, vol. I, Torino, Einaudi, 1988).
- Prigogine, Ilya e Stengers, Isabelle
1979
La nouvelle Alliance - Métamorphose de la science, Paris, Gallimard, (tr. it. di Pier Daniele Napolitani, *La nuova alleanza - Metamorfosi della scienza*, Torino, Einaudi, 1981).
- Prigogine, Ilya e Stengers, Isabelle
1988
Entre le temps et l'éternité, Paris, Librairie Arthème Fayard, (tr. it. di Carlo Tatasciore, *Tra il tempo e l'eternità*, Torino, Bollari Boringhieri, 1989).
- Ravaioli, Carla
1992
Il pianeta degli economisti, Torino, Petrini editore.
- Rifkin, Jeremy
1980
Entropy a new world view, s.l., Foundation on Economics Trends, 1980, (tr. it. di Bruno Visentin, *Entropia*, s.l., Mondadori, 1982).

- Samuelson, Paul
1980
Economics, New York, McGraw Hill, (tr. it. di Angela Carreras, *Economia*, Bologna, Zanichelli, 1983).
- Schumpeter, Joseph
1954
History of Economic Analysis, New York, Oxford University Press, (tr. it. di Paolo Sylos-Labini e Luigi Occhionero, *Storia dell'analisi economica*, Torino, Bollati Boringhieri, 1990)
- Screpanti, Ernesto
Zamagni, Stefano
1989
e *Profilo di storia del pensiero economico*, Roma, La Nuova Italia scientifica.
- Wendel, Amy
1991
"Gli 85 anni di Georgescu-Roegen", Sante Violante (a cura di), *Quaderni di Storia Ecologica*, Milano, Cooperativa Universitaria Editrice Scienze Politiche.
- Westfall, Richard
1971
The Construction of modern Science - Mechanisms and Mechanics, New York, John Wiley & Sons, (tr. it. di Davide Panzieri, *La rivoluzione scientifica del XVII secolo*, Bologna, Il Mulino, 1984).

- Zamagni, Stefano
1984
Economia Politica - Teoria dei prezzi, dei mercati e della distribuzione, 1^a ed., Roma, La Nuova Italia Scientifica, (2^a ed. 1987).
- Zamagni, Stefano
1979
Georgescu-Roegen - I fondamenti della teoria del consumatore, Milano, Etas libri.
- Zamagni, Stefano, (a cura di),
1982
Saggi di Filosofia della scienza economico, Roma, La Nuova Italia Scientifica.