

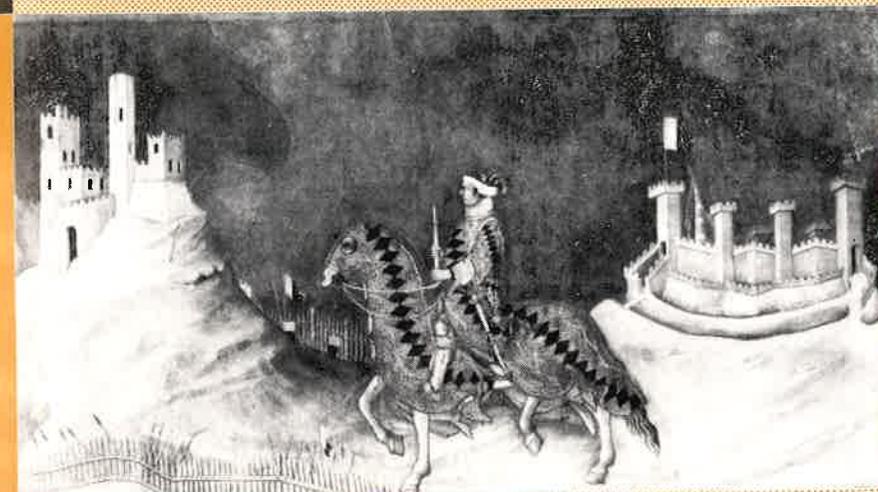
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SIENA  
Facoltà di Scienze Economiche e Bancarie



QUADERNI DELL'ISTITUTO DI ECONOMIA

Franco Birardi

**CRESCITA, SVILUPPO ED EVOLUZIONE:  
L'AFFERMAZIONE DEI NESSI STRUTTURALI  
SISTEMATICI E LA COMBINAZIONE DI SCIENZA,  
TECNOLOGIA ED ECONOMIA NELLE  
PRIME INDUSTRIALIZZAZIONI**



**QUADERNI DELL'ISTITUTO DI ECONOMIA**

**COMITATO SCIENTIFICO**

MARCELLO DE CECCO

MASSIMO DI MATTEO

RICHARD GOODWIN

SANDRO GRONCHI

GIACOMO PATRIZI

SILVANO VICARELLI

*Coordinatore*

SANDRO GRONCHI

Alla presente Collana "gialla" di quaderni l'Istituto di Economia affianca una Collana "celeste" di monografie. I numeri pubblicati a tutt'oggi sono i seguenti:

- 1) GIUSEPPE DELLA TORRE, Istituzioni Creditizie ed Accumulazione del Capitale in Italia (1948-81), 1984.
- 2) SANDRO GRONCHI, Tasso Interno di Rendimento e Valutazione del Progetti: una Analisi Teorica, 1984.
- 3) ALDINO MONTI, La Proprietà Immobiliare a Bologna in Età Napoleonica (1797-1810), 1984.
- 4) GIULIO CIFARELLI, Equilibrium and Disequilibrium Interpretations of Inflation, 1985.

• Redazione: Istituto di Economia della Facoltà di Scienze Economiche e Bancarie - Piazza S. Francesco, 17 - 53100 Siena - tel. 0577/49059

• La Redazione ottempera agli obblighi previsti dall'Art. 1 del D.L.L. 31.8.45 n. 660

• Le richieste di copie della presente pubblicazione dovranno essere indirizzate alla Redazione

• I Quaderni dell'Istituto di Economia dell'Università di Siena vengono pubblicati dal 1979 come servizio atto a favorire la tempestiva divulgazione di ricerche scientifiche originali, siano esse in forma provvisoria o definitiva. I Quaderni vengono regolarmente inviati a tutti gli Istituti e dipartimenti italiani, a carattere economico, nonché a numerosi docenti e ricercatori universitari. Vengono altresì inviati ad enti e personalità italiane ed estere. L'accesso ai Quaderni è approvato dal Comitato Scientifico, sentito il parere di un referee.

Franco Birardi

CRESCITA, SVILUPPO ED EVOLUZIONE: L'AFFERMAZIONE DEI  
NESSI STRUTTURALI SISTEMATICI E LA COMBINAZIONE  
DI SCIENZA, TECNOLOGIA ED ECONOMIA NELLE  
PRIME INDUSTRIALIZZAZIONI



Siena, luglio 1986

Franco Birardi è ricercatore presso l'Istituto di Economia della Facoltà di Scienze Economiche e Bancarie dell'Università di Siena.

1.1.\* Dalla informazione storica relativa agli sviluppi scientifici e tecnici dei secoli diciottesimo e diciannovesimo, oltre che da una linea interpretativa largamente affermata nella storia del capitalismo<sup>(1)</sup>, Habakkuk trae l'assunzione di fondo che cementa le ipotesi del suo modello di sviluppo industriale comparato: la formazione - durante la prima metà del milleottocento - di un orizzonte di tecnologie (uno spettro di tecnologie prodotte per innovazione industriale) con direttrici di sviluppo sequenziali e multivariate. Una volta conseguita quella configurazione dei settori (agricoltura - industrie estrattive - industrie pesanti - meccanica leggera - settori dell'utilizzo finale) che consente di promuovere accumulazioni di conoscenze pratico-sperimentali e scatti lungo le linee di collegamento, dall'orizzonte tecnologico esistente si può progredire con sequenze alternative<sup>(2)</sup>. Il corso della evoluzione industriale ha posto in luce che la direttrice tendente a massimizzare il ricorso al mezzo meccanico prodotto (direttrice *capital-intensive*) è quella portatrice delle massime possibilità di sviluppo ulteriore mediante la creazione delle condizioni che favoriranno l'impiego delle scienze della chimica, della chimica siderurgica, della elettricità, dell'elettrodinamica e delle nuove tecniche di gestione della produzione e del lavoro.

1.2. Muovendosi all'interno del quadro teorico neoclassico, Habakkuk determina l'assunzione che le massime possibilità di sviluppo si situavano al *capital-intensive end of the spectrum*<sup>(3)</sup> formulando la tesi che gli indicatori da seguire per identificare le differenze tra Gran Bretagna e Stati Uniti si situavano sul versante complementare del ricorso a tecnologie che risparmiavano il fattore lavoro rispetto al capitale.

---

\*Questo saggio, terminato nel 1980, si muove nel quadro del programma di ricerca, promosso da Francesco Sirugo, su temi di storia del lavoro, segnalamente sulla formazione e articolazione industriale della capacità lavorativa. Desidero ringraziare Renato Giannetti per aver rivisto una prima stesura e per i suggerimenti che da allora mi ha dato. Il saggio ha beneficiato della attività seminariale con Richard Sylla presso la North Carolina State University, dei corsi e dei seminari che ho seguito presso questa Università e presso il National Humanities Center della Triangle Universities del N.C.

Ex post, nella ricostruzione storica, si può sostenere che durante il diciannovesimo secolo, per i livelli tecnologici allora esistenti e per la composizione del capitale dominante, la direttrice che conduceva alla intensificazione del capitale e per questa via a porre in tensione i settori della produzione meccanica si sviluppava necessariamente a partire dall'aspetto complementare del risparmio di lavoro<sup>(4)</sup>; il paese che avesse posseduto il maggior numero di stimoli ad orientare la propria industrializzazione in questo senso avrebbe raggiunto con maggiore rapidità la composizione industriale del capitale e dell'investimento più dinamica in termini tecnici e scientifici.

Si tratta di una tesi contenente una forte componente *metaeconomica* che viene ricavata da fonti varie e disomogenee: dalle testimonianze delle commissioni parlamentari inglesi, agli scritti classici della economia e sociologia inglese, al Marx del *Capitale*, alla moderna teoria economica.

Una tesi che investe l'arco dello sviluppo economico dei paesi industrializzati e cerca di stabilire distinzioni metodologiche tra i fenomeni e le grandezze osservabili sul piano macroeconomico - descrizione e classificazione della crescita dei redditi nazionali e identificazione dei movimenti delle variabili distributive - e i movimenti storici dei fenomeni a dimensione fisica che qualificano la natura della dinamica di lungo periodo dei settori industriali e trovano la loro manifestazione misurabile nelle variazioni della produttività del lavoro (pro capite, per addetto, oraria, per ora-uomo, per ora-macchina).

Durante il diciannovesimo secolo gli Stati Uniti mostrarono una maggiore rapidità nel processo di meccanizzazione sia lungo la linea di diffusione delle tecnologie prodotte in Inghilterra sia lungo quella dello sviluppo autonomo e della intensificazione dei requisiti tecnologici delle produzioni emergenti in senso originale nell'economia nordamericana. Al termine del secolo, con proiezioni implicite fino alle vicende più recenti, Habakkuk osserva che il complesso della struttura industriale americana risulta più moderno (per la tecnologia), dinamico (per la capacità di lucrare gli effetti della diffusione intersettoriale) e meccanizzato (progressi sulla linea di riduzione e semplificazione del lavoro)

dei settori inglesi corrispondenti che pure continuavano ad assorbire una quota considerevole della domanda mondiale<sup>(5)</sup>.

1.3. Nella fase di industrializzazione considerata, che vede prevalere in tendenza rapporti intersettoriali basati o contenuti nell'intervallo di conoscenze scientifiche corrispondente alla meccanica, la tendenza *labor-saving* - nel lungo periodo - è equivalente a quella *capital-intensive*, ovvero, l'intensificazione del capitale si risolve in risparmio di lavoro<sup>(6)</sup>. La natura metaeconomica delle due ipotesi che ho richiamato non è da intendersi come una innovazione dello storico inglese. Ma non vi è dubbio, a mio avviso, che lo sforzo compiuto dallo storico per condurre una analisi critica comparata delle tendenze delle due economie in quella "zona di confine tra storia, tecnologia ed economia" lo ha portato a sottolineare l'assiomatica sottointesa dei modelli della produzione. Anche il Landes<sup>(7)</sup>, di passaggio, nota questa equivalenza nel suo contributo critico al libro, mentre gran parte della discussione (nonché dei fraintendimenti) seguita alla pubblicazione ha girato un po' a vuoto intorno a questo nodo.

A questo punto un chiarimento avrebbe potuto derivare proprio da una rigorosa definizione del concetto di "spettro delle tecniche", ma uno dei limiti del libro risiede proprio nell'aver lasciato in una penombra fatta di allusioni quello che era un problema da affrontare di petto.

Anche per Habakkuk, in prima approssimazione, il concetto di "spettro delle tecniche" identifica il ventaglio delle innovazioni tecniche ordinate secondo l'impiego unitario di capitale e lavoro e differenziate secondo i complessi di conoscenze scientifiche generatrici (ma su quest'ultimo punto lascio aperto il giudizio al lettore). In questo senso non vi sarebbe alcuna differenza rispetto alla funzione aggregata della produzione di tipo neoclassico: ciascuna tecnica sarebbe offerta alle imprese con una specifica combinazione di capitale e lavoro e l'impresa opererebbe delle scelte in base alla logica della massimizzazione del profitto (lasciando aperto il problema se l'impresa si trova ad operare in un orizzonte di breve o di lungo periodo) oppure, forse più appropriatamente

in questo contesto, in base a quella duale della minimizzazione dei costi, nel qual caso, secondo le ipotesi di Salter<sup>(8)</sup>, l'effetto di orientamento andrebbe ricollocato in una prospettiva non selettiva dal momento che quando gli impulsi provengono dal piano dei costi si è interessati a quelle innovazioni in grado di ridurli indiscriminatamente.

Su questa prima interpretazione si basa la discussione critica di Temin, che esamineremo più tardi, mentre ora mi preme sottolineare che lo sforzo dello storico inglese è diretto alla ricerca di catene causali operanti a livello "dinamico" e non proprio in un'ottica di statica comparata; piuttosto ad una visione statica è riconducibile la formulazione di Rothbarth<sup>(9)</sup> che si muoveva soprattutto sul piano delle differenze nel prezzo del lavoro tra i due paesi, mentre riduceva alle prime il versante della "scarsità relativa" del lavoro negli Stati Uniti che Habakkuk discute con riferimenti al mercato del lavoro, agli spostamenti della frontiera, e alla natura vigorosa delle fasi espansive del ciclo economico americano. Sia Rosenberg che David<sup>(10)</sup> hanno notato uno spessore concettuale trascendente il significato usuale della funzione della produzione ed hanno fatto riferimento alla "funzione fondamentale della produzione" di Chenery<sup>(11)</sup>. Quest'ultima classifica tre insiemi di tecniche: le tecniche esistenti (*available process frontier*), le tecniche in progetto (e che potrebbero anche non essere sviluppate concretamente) e le tecniche di cui è lecito attendersi lo sviluppo sulla base delle conoscenze scientifiche fondamentali esistenti.

La funzione fondamentale della produzione contiene dunque una dimensione prospettica che nell'ottica di Habakkuk ha un ruolo essenziale e negli studi sul cambiamento tecnologico la vediamo usata sempre con maggiore frequenza, ad esempio dalla Robinson e da Salter. Per quanto si tratti di una costruzione ipotetica maturata sulla base di dati ingegneristici, la funzione fondamentale consente di rendere lo spazio definito un continuum in cui l'esistente viene a fondersi col *probabile*. Il cambiamento di natura così apportato ha consentito lo sviluppo (tutt'ora in corso) di modelli probabilistici dell'orientamento tecnologico come quello delle interazioni tra apprendimento esperienza e orientamento

*price induced* di David e quello "evoluzionistico" di Nelson e Winter<sup>(12)</sup>.

2.1. Secondo l'interpretazione di Habakkuk l'origine del rapido sviluppo delle industrie americane si può descrivere secondo quattro linee di fondo:

- le industrie americane impiegavano più attrezzatura capitale di quelle inglesi;

- le industrie americane si trovavano in una posizione più favorevole per introdurre le tecnologie risparmiatrici di lavoro generate dalla rivoluzione industriale inglese;

- i fattori che rendevano favorevole la posizione americana non erano temporanei, ma duraturi e destinati a crescere in intensità e quindi esercitavano uno stimolo alla ricerca autonoma di nuovi sistemi di produzione tale da condurre gli Stati Uniti ad un più elevato livello di industrializzazione e meccanizzazione;

- le attrezzature capitale americane nel quadro dell'assetto del lavoro industriale erano meno durevoli di quelle inglesi e più elastiche per stabilire il criterio della obsolescenza tecnica rispetto a quello della obsolescenza naturale.

I fattori che spiegano queste differenze sono riconducibili alla diversa dotazione delle due economie: da un lato l'Inghilterra uscita dalla depressione post-bellica con un considerevole esercito industriale di riserva e con fenomeni crescenti di sovrappopolazione relativa, con una rete commerciale in grado di reperire e concentrare le materie prime per i settori tessile e siderurgico e per la nascente industria delle costruzioni ferroviarie; dall'altro gli Stati Uniti, un paese prevalentemente agricolo caratterizzato da continui mutamenti delle frontiere geografiche e della geografia della popolazione lavoratrice, con una produzione in espansione - nelle regioni del Sud-Est - di una delle qualità più pregiate di cotone per la facilità di lavorazione, con un potenziale di risorse naturali da sfruttare (o produrre) senza paragone in quel periodo, centro di immigrazione non soltanto di manodopera comune, ma anche di manodopera specializzata e posti in una posizione strategica nella direzione di quella che North e Thomas<sup>(13)</sup> hanno chiamato "economia atlantica".

I fattori che brevemente ho richiamato (e mi sono volontariamente limitato a quelli più importanti) fanno parte di ogni trattazione economica delle due aree, è sufficiente ricordare North e il Landes dell' *Unbound Prometheus*. Ciò che rende particolarmente interessante l'approccio di Habakkuk è che questi fa il punto di una discussione storica alimentata dai campi di ricerca della economia, della tecnologia, della scienza e della sociologia industriale e per quanto la complessità dei piani di riferimento abbia reso spesso faticoso il cammino dell'Autore, valendogli l'accusa del Landes di scrivere la storia "nel modo soggettivo e congetturale"<sup>(14)</sup> il suo libro si è trovato al centro di una lunga discussione.

2.2. Dal quadro delle dotazioni fattoriali Habakkuk compie i primi passi verso la differenziazione dinamica delle due economie sviluppando un modello interpretativo la cui dinamica si produce in conseguenza di scarsità e restrizioni (strozzature), ovvero per impulsi provenienti dalle imperfezioni dei mercati dei fattori, dalle elasticità di offerta dei medesimi e dai loro costi relativi.

Sul piano degli impulsi provenienti dalle relazioni tecniche della struttura il modello di riferimento è quello ormai classico degli "internal imbalances" (squilibri interni) tra fasi di produzione complementari e interconnesse: ad esempio il noto squilibrio tra filatura e tessitura che si intrecciò con la prima ondata di innovazioni nel ciclo tessile<sup>(15)</sup>. Per questa via l'Autore qualifica gli *effetti asimmetrici* esercitati sullo sviluppo economico da una scarsità relativa di lavoro o di capitale nel cui contesto egli propone la sua terza assunzione di fondo: la natura specifica del lavoro come fattore omogeneo ai processi industriali che si venivano sviluppando e da questo il suo porsi come fonte e variabile di diffusione degli orientamenti della tecnologia<sup>(16)</sup>.

2.3. Mentre per gli Stati Uniti risulta una persistente scarsità e anelasticità dell'offerta di lavoro rispetto agli andamenti ciclici accentuati che ne caratterizzavano l'economia durante la prima metà dell'Ottocento - l'apertura di

nuovi territori esercitava una attrazione continua per la manodopera urbana dell'Est, mentre le manifatture si trovavano a competere con le fasi espansive dei settori delle costruzioni (canali e strade) - altri elementi, legati alla mobilità geografica della popolazione lavoratrice e agli elevati livelli relativi di istruzione incoraggiavano l'uso della variabile salariale come incentivo per creare e mantenere un esercito industriale attivo. D'altro lato è dubbio che la manodopera che immigrava dai paesi europei fosse in grado, per capacità lavorativa, di collocarsi *immediatamente* nelle industrie, e, per quanto l'istruzione elementare avesse la funzione di abbreviare il periodo di adattamento e di apprendimento delle nuove forme di lavoro è presumibile che i lavori pesanti legati allo sviluppo delle aree urbane e dei trasporti esercitassero anche qui una attrazione più diretta<sup>(17)</sup>.

Mentre gli aspetti legati alla scarsità di lavoro determinano delle spinte verso l'alto sui salari, la disponibilità di terra a prezzi abbordabili dal livello del salario di un operaio determina la meccanica della comparazione dei redditi conseguibili. Nel reddito dell'agricoltore indipendente Habakkuk riscontra la presenza aggregata di redditi da lavoro e da proprietà. Pertanto nelle ipotesi che i lavoratori della industria mantenessero un comportamento razionale basato sui redditi alternativi conseguibili il salario avrebbe dovuto raggiungere almeno un livello pari al reddito agricolo meno il costo dello spostamento dalla regione industriale a quelle in cui le terre venivano poste in vendita dal governo.

2.4. La restrizione indotta dalla offerta e dal costo del lavoro veniva accentuata dalla sua anelasticità rispetto alle fluttuazioni cicliche: in fasi di boom, quando maggiori erano le tensioni per l'accrescimento della capacità produttiva, l'impresa si trovava ad affrontare un duplice ordine di problemi: l'azione frenante sulle aspettative esercitata dalla ascesa del costo del lavoro necessaria per attrarre forse addizionali la quale prospettava, oltre un certo punto di espansione della capacità produttiva, una caduta dei ricavi rispetto ai costi al margine; l'impossibilità di attuare progetti di espansione uniforme mantenendo il livello

tecnologico conseguito e la necessità quindi di procedere o alla ricerca di nuovi metodi di produzione o a riorganizzazioni interne capaci di impiegare in modo più efficiente la manodopera esistente<sup>(18)</sup>.

Perché il meccanismo descritto possa operare come un generatore di impulsi ad adottare tecnologie risparmiatrici e ad orientare (distorcere) la direzione di ricerca e sperimentazione è necessario ipotizzare che i prezzi siano relativamente rigidi; a questo proposito Habakkuk - sulla base della ricerca di Taussig - ipotizza che il sistema tariffario statunitense fosse congegnato in modo da proteggere gli stati manifatturieri dalla concorrenza estera senza consentire di compensare i costi più elevati dei nuovi investimenti in termini di lavoro con incrementi dei prezzi che pure attraverso la mediazione del segmento differenziale dovuto alla tariffa erano determinati dal mercato mondiale: o mantenere i prezzi esistenti scontrandosi con la dinamica del costo del lavoro e delle sue restrizioni o aggiustare i prezzi verso l'alto e indebolire l'effetto protettivo della tariffa<sup>(19)</sup>.

2.5. Fin qui il ragionamento di Habakkuk procede senza incontrare ostacoli insormontabili e senza la necessità di introdurre ipotesi che violano quel 'senso comune' riconducibile alle fonti storiche dei fattori di accelerazione dello sviluppo industriale americano; i problemi più seri sorgono nel momento in cui si tratta di esaminare le condizioni che consentono di trasformare gli impulsi in trends.

Una volta inquadrato il problema nei termini di due economie caratterizzate in modo opposto in riferimento alla disponibilità di lavoro, una volta determinati gli elementi di frizione ciclica nelle fasi di espansione e contrazione della forza lavoro e della capacità lavorativa è necessario poter dimostrare che da un lato il piano delle risorse di capitale è consistente con il modello, dall'altro specificare il ruolo giocato dalle risorse naturali.

L'Autore introduce il mercato del capitale nel contesto dinamico verso il quale si è orientato anche al prezzo di dover abbandonare la semplicità delle

interpretazioni più tradizionali: anche la disponibilità di risorse finanziarie è da considerarsi nel quadro delle innovazioni specifiche al mercato del capitale e in quello più generale della teoria delle innovazioni. In primo luogo egli avverte che le stesse innovazioni risparmiatrici di lavoro avrebbero avuto come effetto collaterale quello di alleggerire la richiesta di finanziamenti delle imprese limitando nei nuovi investimenti la spesa per manodopera aggiuntiva; in secondo luogo essendo le innovazioni interpretate in un contesto di innalzamento del saggio di profitto questo avrebbe esercitato una azione positiva sulla accumulazione di fondi interni e sulla capacità di autofinanziamento dei nuovi investimenti. Effettivamente, secondo le ricerche condotte sulle tecniche di finanziamento durante la rivoluzione industriale in Inghilterra e durante la prima metà dell'Ottocento negli Stati Uniti, i profitti rivestivano un ruolo di primo rilievo, mentre nel caso dei secondi si osservavano quei fenomeni di intervento delle banche di deposito per il credito a lungo termine nei mercati altamente concentrati (in senso relativo) delle aree industrializzate dell'Est. Si tratta per il caso americano soprattutto delle ricerche svolte da Davis, ma che mi sembrano non del tutto sufficienti per porre su basi solide la conclusione che mentre gli Stati Uniti attraverso la concentrazione dei mercati finanziari e lo sviluppo di una tecnica bancaria di sostegno erano giunti ad una situazione di abbondanza relativa del capitale rispetto all'Inghilterra, quest'ultima si trovava in una situazione di scarsità relativa del capitale<sup>(20)</sup>. Si tratta di una conclusione raggiunta rovesciando la sequenza seguita in precedenza: se in Inghilterra il lavoro era abbondante mentre il mercato del capitale non era caratterizzato da fenomeni innovativi appariscenti a differenza dell'area americana nordorientale e di quella tedesca allora il capitale era scarso rispetto al lavoro: evidentemente una tesi che risulta tenibile solo in un'ottica statica e che getta delle ombre a mio avviso sulla possibilità di fare un uso 'disinvolto' del concetto stesso di scarsità relativa. Oltre a questo bisogna considerare anche i fenomeni relativi al livello dei saggi di interesse nei due paesi che non si inquadrano con la tesi proposta dal momento che sia le fonti storiche che gli studi recenti indicano una maggiore

altezza del saggio di interesse USA.

2.6. In merito al ruolo della terza componente del modello: le risorse naturali, l'interpretazione non si discosta molto da quella adottata per la disponibilità di capitale; ambedue questi piani risultano rafforzare le tendenze in atto o tutt'al più si mantengono in una posizione di non interferenza.

Il periodo della rivoluzione industriale in Inghilterra e negli Stati Uniti offre vari e importanti esempi di mutamenti tecnologici indotti dalla scarsità di risorse naturali *prodotte*: la macchina a vapore che consentì di sostituire l'energia idraulica divenuta scarsa rispetto alla rapidità degli investimenti industriali<sup>(21)</sup>; il carbone coke che consentì di mantenere e accelerare il ritmo espansivo della siderurgia seriamente minacciato dal profilarsi delle tendenze alla crescita del prezzo del carbone di legna per la sfasatura crescente tra l'espansione della domanda ed il ritmo di produzione del materiale naturale, sostituzione che spostò la produzione dei metalli da costruzione nel campo delle moderne tecniche della chimica siderurgica; il convertitore Bessemer e il sistema Martin-Siemens che segnarono l'avvento della ricerca di tecniche in grado di risparmiare combustibile e il sistema a rivestimento basico Thomas col quale si avvia la ricerca di tecniche in grado di utilizzare le specifiche composizioni chimiche dei materiali di lavoro estraibili in aree con conformazioni geologiche in cui il minerale presentava un elevato contenuto di fosforo<sup>(22)</sup>.

Habakkuk non intende certo trascurare l'importanza di queste innovazioni nel campo della produzione di nuove risorse, ma osserva che esse permettevano di elevare l'*output* di tutti i fattori, mentre, d'altro canto, investivano determinate industrie senza influenzare l'economia nel suo complesso. In quest'ottica, con la sola esclusione delle fonti di energia, l'altro *input* in grado di condizionare orientamenti al livello macroeconomico è il lavoro industriale e, ad una prima analisi, i materiali di lavoro sembrerebbero piuttosto caratterizzati dalla eterogeneità rispetto al complesso della produzione industriale. Mi pare tuttavia che se invece si fare riferimento al lato della produzione finale si considera

il lato della combinazione dei processi intermedi non si può assolutamente escludere che risparmi conseguiti nel costo (oppure nell'utilizzo) dei materiali di lavoro in alcuni settori possono generare economie per tutta l'industria. E' proprio il caso del ferro e del legno analizzati rispettivamente da Temin e Rosenberg e che condurranno quest'ultimo a considerare il versante delle sostituzioni attuabili tra fattori e risorse "naturali"<sup>(23)</sup>. D'altro lato è discutibile pensare che nella composizione del capitale solo il lavoro fosse il fattore preponderante; vari studi indicano che i materiali di lavoro incidevano con una quota consistente ed inoltre una indicazione del legame tra le due componenti (anche se solo di una indicazione si tratta) la si può avere anche dalla tendenza classica ad aggregare i due inputs nel capitale "circolante", mantenendoli distinti sia dalle attrezzature a lunga riproduzione (edifici) sia da quelle a più breve riproduzione (macchinario e strumenti)<sup>(24)</sup>.

In sintesi mi sembra che le conclusioni di Habakkuk indicano che un orientamento verso il risparmio di lavoro non avrebbe costituito un ostacolo per soluzioni tecnologiche indotte da strozzature presenti nella offerta di alcune risorse naturali e avrebbe interagito positivamente, nel caso americano, con la disponibilità di mezzi di finanziamento. Considerando che le tecnologie che facevano ricorso alle applicazioni industriali della meccanica erano quelle con il maggiore potenziale di sviluppo<sup>(25)</sup> ne segue (ma questi sono i punti che Habakkuk ha semplicemente definito senza qualificarli) che una economia stimolata da una relativa scarsità di lavoro *in rapporto al saggio di investimento* avrebbe lucrato una sequenza di impulsi innovativi nettamente superiore che se il lavoro fosse stato disponibile e a basso costo.

Per questa via l'autore si riallaccia alla teoria delle "innovazioni indotte" di Hicks<sup>(26)</sup>, ma introduce specificazioni di carattere tecnologico che rendono più complesso il modello, lo portano fuori dalle identità simultanee che caratterizzano l'equilibrio statico e ne prospettano l'impiego come metodologia di ricerca storica.

3.1. Dalla contrapposizione statica delle due economie Habakkuk ha proceduto a qualificare i fattori qualitativi per prospettare una discussione condotta in un contesto dinamico; resta dunque da vedere il ridimensionamento operato mediante il confronto temporale delle sfasature presenti nelle due aree laddove l'autore suggerisce di intendere la divergenza non tanto come contrapposizione tra scarsità e abbondanza del lavoro, quanto - accentuando gli aspetti relativistici già presenti - che rispetto allo sviluppo tecnologico dei due paesi la scarsità di lavoro si manifestò in *momenti diversi*<sup>(27)</sup>.

In Inghilterra si verificarono fenomeni di scarsità del lavoro durante il diciannovesimo secolo; negli anni centrali del 1700 l'agricoltura inglese aveva realizzato una vasta trasformazione delle tecniche di coltivazione con l'adozione della rotazione delle colture e l'invenzione e il perfezionamento di nuove macchine agricole<sup>(28)</sup>. Come è noto questa trasformazione culminò con la riorganizzazione della conduzione realizzata con le recinzioni le quali raggiunsero l'apice nei primi anni del 1800; era quindi plausibile supporre che tali processi avessero l'effetto di espellere forti quote di forza-lavoro dall'agricoltura. Tuttavia le ricerche degli storici dell'agricoltura hanno portato ad un ridimensionamento del flusso di trasferimento della popolazione lavoratrice che era lecito attendersi tra le due grandi branche della produzione<sup>(29)</sup>. L'applicazione del sistema della rotazione, con la parallela riorganizzazione dell'allevamento e lo sfruttamento dell'attività chimica di rigenerazione delle capacità produttive del suolo mediante la raccolta dei concimi differenziavano regionalmente la produzione cerealicola e l'allevamento in Inghilterra; le regioni più povere di terre fertili si diressero verso l'allevamento e aprirono la strada allo sviluppo del "sistema domestico". Le nuove tecniche, che consentivano di rispondere ai limiti dello sviluppo prospettati per un'economia tendente all'impiego delle terre marginali ed ai rendimenti decrescenti come appariva dal modello ricardiano, richiedevano d'altro canto la diffusione e la creazione di una nuova rete di capacità lavorative: il lavoro contadino si modificava per effetto della loro introduzione e si diversificava nella costruzione delle opere di infrastruttura rese necessarie

dai nuovi criteri di sfruttamento (cisterne, drenaggi, canali di irrigazione, ecc. ...). Phillis Deane ritiene pertanto che la manodopera espulsa con le *enclosures* venisse riassorbita dalla domanda di lavoro per realizzare le opere di infrastruttura<sup>(30)</sup>, nel quadro generale di una economia agricola che realizza risparmi di lavoro globale non molto elevati ai prezzi di crescenti immobilizzi di capitale nelle attrezzature di coltivazione, spinta a ciò dalla necessità di introdurre criteri scientifici per realizzare il passaggio ad un sistema intensivo.

3.2. Ritengo che queste considerazioni comportino una maggiore prudenza nel determinare i punti di origine dell'offerta di lavoro per le industrie e facciamo pensare che la traiettoria di trasferimento della popolazione lavoratrice fosse più complessa di quanto non appaia dalle interpretazioni tradizionali; mentre vi sono motivi di incertezza per stabilire un rapporto diretto agricoltura-industria in una economia in cui l'agricoltura viene esercitata con criteri scientifici ma non con il grado di semplificazione del processo lavorativo che è proprio soltanto della manifattura industriale vi sono aspetti del processo lavorativo peculiari ad un altro insieme di attività 'industriali' (attività minerarie, costruzione di opere di ingegneria civile come strade, canali, ponti e poi ferrovie) le quali esercitano una considerevole influenza sui cicli economici inglesi e sulla dinamica interna degli investimenti. Queste attività presentavano minori restrizioni di carattere tecnologico rispetto ad una forza-lavoro che si poteva considerare già addestrata ai lavori di costruzione nella agricoltura. Se nel caso inglese non si può ipotizzare che l'insieme delle condizioni necessarie alla semplificazione (disciplina, abitudine alla divisione dei compiti, capacità di apprendimento, linguaggio, nozioni elementari di meccanica...<sup>(31)</sup>) venisse acquisito con l'istruzione elementare che fu sempre ad un livello inadeguato agli standards conseguiti successivamente dagli altri paesi industrializzati<sup>(32)</sup>, allora la sola ipotesi che mi pare praticabile resta quella di una formazione delle capacità lavorative conseguita a tappe o stadi successivi di cui la fabbrica non era che il punto terminale. Si è già osservato che il modello americano

sembra indicare piuttosto l'uso dell'istruzione elementare come mezzo per fornire alla popolazione le condizioni per effettuare lavori scientificamente divisi e semplificati che presuppongono un rapporto di subordinazione e di apprendimento pratico direttamente nella manifattura.

Babbage e Ure avevano messo a fuoco la trasformazione di cui era oggetto il lavoro quando avevano descritto nelle loro opere quello che chiamavano il passaggio dal *labourer* all' *operative*. Baines, Gaskell e Wade che furono i testimoni di questo passaggio identificarono nel concetto di *operative* il punto di convergenza delle trasformazioni indotte dalla diffusione dei sistemi semi-automatici di produzione con la introduzione nelle fabbriche delle *self-acting mules* e dei *power looms*, le due innovazioni che fecero delle lavorazioni tessili un ciclo continuo della produzione industriale<sup>(33)</sup>. Per i fisici, i tecnologi e gli industrialisti l' *operative* era una forma nuova: come luogo di combinazione delle capacità produttive esso rappresentava il superamento della forma fisiologica-antropomorfica del lavoro vista come *effort* (sforzo), affaticamento e lavoro muscolare che erano propri del lavoro per azionare le macchine di cui l'uomo era anche la forza motrice e dei lavori diffusi nell'agricoltura, nell'edilizia, nelle costruzioni<sup>(34)</sup>.

Se statisticamente si è potuto verificare che il flusso di trasferimento non fu unidirezionale, anche queste considerazioni relative alla formazione della capacità di lavoro inducono una maggiore prudenza. Alla fine del settecento le costruzioni, i canali e le attività minerarie competevano con l'industria nella domanda di lavoro e partivano da un grado preesistente di omogeneità del processo lavorativo rispetto al quale il livello di semplificazione conseguito nelle manifatture rappresenta un salto sia nel grado che nella natura costitutiva. Inoltre, mentre il settore cotoniero traeva parte della sua manodopera nella manifattura domestica, le *enclouses* raggiunsero il loro massimo nel periodo delle guerre napoleoniche ed è presumibile che una parte della manodopera venisse assorbita anche dall'esercito e dalla marina.

3.3. La composizione della forza-lavoro del settore cotoniero verso il 1830<sup>(35)</sup> che vede la figura dell'operaio maschio adulto combinata con circa tre sottounità tra donne e bambini può sostenere l'ipotesi che il flusso dall'agricoltura avesse dovuto attraversare stadi intermedi prima di collocarsi nelle fabbriche, con un intervallo che poteva coprire la successione di una generazione e che coincise drammaticamente con i rivolgimenti ciclici e strutturali provocati dalla guerra. In questo modo il quadro della formazione della forza-lavoro di fabbrica non mi pare identificarsi esattamente con la formazione di un proletariato rurale e con quella di un proletariato urbano, anche se questi due momenti sono la condizione per ciò che è pertinente alla dinamica della popolazione. Lo sviluppo dell'industria è anche un processo di creazione di una rete di capacità lavorative (lavoro industriale) correlate vicendevolmente e mutuamente dipendenti nel tessuto generale dei rapporti che i vari settori vengono articolando; nella sequenza *labour-saving - capital intensive* che definisce il percorso della meccanica al livello economico è implicito un processo di riduzione globale del lavoro ai suoi elementi semplici, che parte dagli esperimenti sugli animali, passa attraverso quelli sull'uomo come fonte di energia e si diversifica strutturalmente nella fabbrica meccanizzata che costituisce l'ultimo anello della catena di riduzione<sup>(36)</sup>. Ad un quadro complesso si rifacevano i sociologi e gli industrialisti inglesi i quali notavano inoltre che l'incontro ipotizzato tra forze di lavoro formate nel sistema domestico e fabbriche tessili spesso non avveniva per difficoltà inerenti non solo alle imperfezioni del mercato ma piuttosto per quelle poste dalla natura specifica del lavoro subordinato di fabbrica.

3.4. Habakkuk osserva, insieme ad Ashton, che intorno al 1780-90 l'offerta di lavoro per l'industria diveniva più elastica rispondendo con maggior prontezza alle tensioni del ciclo<sup>(37)</sup>; fu la guerra con la Francia con le pressioni che pose sul mercato del lavoro a prolungare una situazione di scarsità di lavoro.

Mentre nei decenni precedenti si era conclusa la prima ondata di innovazioni rendendo disponibili forti capacità produttive potenziali, la guerra causò una

situazione contraddittoria: sulla base di scritti anonimi e della prima storia economica inglese ad opera di Hopkins risultano tensioni strutturali tra la mancanza di fondi per l'investimento, forti fluttuazioni del costo della vita per le oscillazioni dei prezzi del grano, tendenze all'aumento dei salari in alcuni comparti specializzati delle industrie e l'intensificarsi della ricerca e diffusione di invenzioni risparmiatrici di lavoro. Al termine della guerra questa situazione che già presenta fenomeni di disarticolazione degli equilibri mantenuti in precedenza (in particolare la generazione di potenziale produttivo in eccesso nel settore siderurgico) si rompe in una lunga depressione che colpisce con violenza nuova le classi subalterne inglesi oramai separate da quelle compensazioni che sono realizzabili quando mondo contadino e realtà operaie non sono divisi da linee di demarcazione nette. Questa depressione che a livello industriale colpisce soprattutto il settore siderurgico dove per più di un decennio si manifestano situazioni di sottoutilizzazione della capacità produttiva si mantiene sul piano sociale sviluppando tensioni tra le classi tali da portare l'Inghilterra sulla soglia di una rivoluzione sociale e poi sembra procedere di inerzia fino al periodo degli *hungry forties*<sup>(38)</sup>. In questa interpretazione la guerra rappresenta non tanto uno spartiacque sul terreno di dinamiche interne al mercato del lavoro quanto il momento in cui si consumano delle rotture irreversibili nella capacità di compensazione della società inglese e nel valore sociale di una sequenza di innovazioni che acquistate autonomia e inerzia vengono ora ritradotte per la prima volta sul corpo di una classe lavoratrice variamente composta sul piano delle abilità (e di qui la forma 'soggettiva' di alcune innovazioni cruciali come quelle di Roberts sollecitate per rompere resistenze politiche) quando però le dinamiche della popolazione vengono a trovarsi in una posizione di urto frontale con tendenze alla economizzazione del lavoro. Ritornano in questo contesto le denunce di Babbage dello stato di decadenza delle istituzioni scientifiche inglesi che non sembrano più rispondere alle nuove condizioni e il progressivo logorarsi di quel sistema associativo che aveva caratterizzato la diffusione delle conoscenze tecniche durante il periodo della rivoluzione industriale<sup>(39)</sup>.

E' importante notare che una volta affermato il *trend* iniziale verso la ricerca di tecniche di risparmio del lavoro le sequenze successive rivelano anche direttrici alternative: non tutte le innovazioni che scaturivano dai settori della meccanica e dalle applicazioni della chimica ai processi siderurgici e tessili si situavano sulla sequenza *labour-saving*, inoltre quest'ultima dopo il 1830-40 inizia a differenziarsi per classi di lavoratori, specializzazioni e abilità evidenziando da un lato il condensarsi delle mansioni operaie attorno a tecniche richiedenti esperienze qualificate e dall'altro la necessità di realizzare uno scatto in avanti sul versante dei processi sociali di formazione della abilità lavorativa. L'approfondimento scientifico dei processi di trasformazione dei materiali e dei minerali, l'avvento della chimica industriale dal candeggio ai coloranti, il perfezionamento dei requisiti tecnici della meccanica e ingegneria leggera nella seconda metà dell'Ottocento portarono alla ribalta una nuova classe di lavoratori specializzati e un nuovo complesso di funzioni di ricerca e progetto. L'Inghilterra pare mancare proprio la realizzazione di questo passaggio al contrario degli Stati Uniti.

Come alle origini dell'ascesa industriale si ascrivono fattori collegati alla capacità dell'organismo sociale di generare e diffondere informazioni pratico-scientifiche così questa spiegazione si può ribaltare nei due decenni di *distress* che investono la storia sociale del capitalismo inglese prima ancora di puntare l'attenzione sugli indicatori di crescita delle sue produzioni industriali che tra l'altro manifestano rallentamenti che non esiterei a definire inconsistenti. Secondo le stime di Hoffmann, pur con tassi di crescita declinanti, la produzione industriale inglese continua ad espandersi in tutti i settori fino al primo decennio del Novecento<sup>(41)</sup>, fatti questi che si inquadrano bene nella ipotesi prospettata perché indicano da un lato la rigidità dell'apparato industriale inglese il quale una volta conseguita la dotazione di base procede inerzialmente al suo mantenimento e ampliamento senza mutamenti qualitativi<sup>(41)</sup> d'altro canto sottolineano l'autonomia della parabola evolutiva di quel sistema che procede al rinnovo delle attrezzature fisse con ritmo costante in situazioni che si differenziano

aspramente sia sul piano interno che su quello dei cambiamenti e delle riorganizzazioni che investono l'assetto del mercato mondiale.

3.5. La descrizione della storia "delle classi medie e lavoratrici" inglesi, quale appare dalle opere sociologiche e da quelle degli industrialisti, è interessante non solo per se stessa ma anche per gli elementi di confronto che offre con le vicende americane parallele e successive (almeno fino alla guerra civile). Le impressioni dei viaggiatori inglesi e quelle degli scrittori americani come White e Z. Allen battono già allora sulla contrapposizione tra ossificazione e mobilità dei rispettivi sistemi di divisione del lavoro nella fabbrica<sup>(42)</sup>.

In termini strutturali il problema dei cambiamenti indotti dall'approfondimento delle tecnologie sul versante della differenziazione delle abilità lavorative può essere visualizzato indirettamente ricorrendo ad una stima dei costi differenziali del lavoro rielaborata da Rosenberg sulla base di uno studio di Allen del 1829<sup>(43)</sup>.

In media i salari americani risultano superiori a quelli inglesi del 30% e dopo l'indicizzazione risulta una forte sperequazione tra lavori a diversa qualifica. Mentre negli Stati Uniti il differenziale tra lavoro qualificato e comune è abbastanza contenuto con le sole eccezioni dei carpentieri e muratori, in Inghilterra c'è una forte sperequazione per il lavoro più qualificato corrispondente ai costruttori di macchine del miglior livello e una sperequazione evidente, anche se contenuta, per il lavoro industriale in generale. Sembra perciò che i fattori discussi in precedenza abbiano creato in Inghilterra condizioni di maggiore difficoltà per la riproduzione della capacità di lavoro altamente qualificata e per quella media. L'industria inglese sembra acquistare già in questi anni una fisionomia peculiare che vede l'uso congiunto dei vantaggi conseguibili con la presenza di una enorme disponibilità di 'materiale umano' inurbato che andrà a premere sulle fasce inferiori degli operai cotonieri ed il mantenimento di livelli elevati di retribuzione nei settori della produzione di macchine che appaiono quindi sfasati rispetto al grado di semplificazione dell'industria tessile

e nettamente differenziati dalle industrie per la produzione meccanica leggera degli Stati Uniti dove si viene affermando il sistema di lavorazione a parti intercambiabili<sup>(44)</sup>.

4.1. La formulazione classica dei problemi relativi alla crescita delle due economie è dovuta a Rothbarth. Desidero ricordarla perché esemplificativa della prima tendenza interpretativa. Anche Temin seguirà questo indirizzo, pur apportando delle semplificazioni importanti per chiarire le istanze del modello economico che sono da chiamare in causa. Su di un altro versante si collocano invece le interpretazioni di Rosenberg e le messe a punto critiche di David; rispetto a questo che si potrebbe considerare un indirizzo di lettura della discussione degli storici economici a mio parere il libro di Habakkuk si colloca in una posizione intermedia dominata dal carattere interlocutorio della sua esposizione.

La tesi di Rothbarth è che la tendenza ad adottare e inventare tecniche in grado di risparmiare il lavoro veniva promossa dal persistere negli Stati Uniti di un livello più elevato di salario comune rispetto all'Inghilterra e l'altezza del salario era determinata dalla elevata remunerazione ottenibile nella agricoltura la quale finiva così per esercitare una attrazione sui lavoratori delle industrie costringendo gli imprenditori ad offrire remunerazioni più alte per mantenere in loco la manodopera. Così mentre da un lato veniva pure riconosciuta la pressione della manodopera immigrata, il fenomeno storico di una agricoltura in grado di migliorare la propria efficienza con riallocazioni delle produzioni per tutto il periodo di movimento della frontiera veniva fatto coincidere con i progressi che la industria americana stava realizzando nello stesso tempo. La conclusione dunque era che gli imprenditori americani per non veder venir meno la condizione di equilibrio al margine erano stati costretti ad elevare la produttività marginale del lavoro sostituendo lavoratori con macchine e nuovi metodi di produzione che gli inglesi, dal canto loro, non avevano incentivi da adottare. Mentre David ha proceduto a separare la componente "più macchine"

da quella "macchine migliori" in questo ragionamento<sup>(45)</sup>, Temin ha preparato lo scenario del modello a due settori<sup>(46)</sup> che ha condizionato la letteratura americana e inglese nonostante le critiche rivolte da più parti.

4.2. Il programma di Temin è definire se gli argomenti proposti da Habukkuk possono essere verificati con un modello di sostituzione interfattoriale a tecnologia qualitativamente costante oppure se le due economie non mostrino fenomeni che indurrebbero a concludere che la tecnologia adottata era diversa. In primo luogo Temin critica la tesi di fondo e si chiede se le differenze nell'altezza dei salari non siano piuttosto dovute all'influenza del sistema tariffario americano che avrebbe causato differenze monetarie, ma non reali, in secondo luogo egli osserva che il livello più elevato del saggio di interesse negli Stati Uniti quando viene interpretato congiuntamente alla tendenza americana a mantenere una struttura di capitale meno durevole indicherebbe la presenza di spinte al risparmio di capitale. Per giungere a queste conclusioni Temin semplifica le ipotesi di Rothbarth assumendo un modello a due settori in cui l'agricoltura impiega terra e lavoro, l'industria lavoro e capitale; terra e capitale vengono ad essere così *input* specifici mentre il lavoro viene mantenuto come fattore "mobile e omogeneo". Ipotizzando economie di scala costanti, l'aumento della quantità di terra impiegata per lavoratore in agricoltura avrebbe un effetto positivo sul prodotto marginale di quest'ultimo inducendo a spostare in questo settore i lavoratori occupati nell'industria, in questo modo aumenterebbe il rapporto capitale/lavoro nell'industria e trattandosi di processi che investono la allocazione dei fattori ma non le loro grandezze complessive il prodotto marginale del capitale cadrebbe; in questo modo Temin impone di considerare la presenza contigua di un più elevato rapporto terra/lavoro in agricoltura e di un più elevato rapporto capitale/lavoro nell'industria insieme a livelli di interesse e di remunerazione del lavoro più elevati nell'industria.

Le critiche alla riformulazione di Temin si sono appuntate - come era prevedibile - sul carattere artificioso del modello bisettoriale. Come hanno

notato Fogel, Rosenberg, Drummond e David<sup>(47)</sup> l'introduzione della terra come fattore specifico alla sola agricoltura è una limitazione considerevole e una volta che ambedue i settori vengano descritti da funzioni di produzione con tre fattori le conclusioni di Temin non sono più tenibili. Ancora più sorprendenti risultavano infatti le tesi finali di Temin: con rendimenti di scala costanti e una più bassa produttività marginale del capitale congiunta ad un rapporto capitale-lavoro più alto la maggiore altezza del saggio di interesse americano indica un grado inferiore di meccanizzazione. Infatti secondo Temin, una volta neutralizzata la componente salariale deflazionandola con la tariffa il più alto saggio di interesse americano avrebbe indotto ad adottare un rapporto capitale-lavoro più basso e se la produttività marginale risultava ancora elevata l'unica spiegazione possibile era che la tecnologia era diversa. Da queste difficoltà insite nella costruzione di un modello adeguato alle vicende storiche dei due paesi e rispondente alle differenze di livello nelle remunerazioni marginali Temin ricorreva - nel primo saggio - ad una spiegazione basata sulla diffusione delle tecnologie: durante la prima metà dell'Ottocento Stati Uniti e Inghilterra avevano una tecnologia comune e gli Stati Uniti erano orientati a risparmiare il capitale impiegato per lavoratore accrescendo l'utilizzazione delle risorse naturali e diminuendo la durevolezza delle attrezzature, ma nel corso delle vicende successive sarebbe sorta una asimmetria nel flusso di informazioni tra i due paesi caratterizzata dal disinteresse inglese per le innovazioni americane che condusse le due tecnologie a divergere in modo radicale.

4.3. La tesi di Temin si può intendere come una sorta di dimostrazione per assurdo della validità di un contesto in cui sono operativi fattori più complessi di quelli di cui può rendere conto un modello bisettoriale di equilibrio statico<sup>(48)</sup>, ma gli autori che per primi risposero criticamente, in particolare Drummond, rivolsero la loro attenzione più alla logica economica del modello di stretta osservanza neoclassica che alle conclusioni che lo storico economico americano ne traeva. Fogel dal canto suo mise a fuoco i limiti relativi alla

caratterizzazione della specificità dei fattori che abbiamo citato e mostrò che mantenendo la ipotesi di una tecnologia comune in un modello a tre fattori in cui la terra entra anche nel settore manifatturiero sotto forma di materie prime una maggiore disponibilità di risorse naturali anche per l'industria avrebbe accresciuto la produttività marginale sia del lavoro che del capitale. Le ricerche sul modello a questo punto parrebbero entrate in una fase di stallo: se si assimilano nella fase costruttiva le tendenze critiche emerse durante gli anni sessanta - in particolare quelle relative al "ritorno delle tecniche"<sup>(49)</sup> - si mette in crisi il meccanismo di orientamento della tecnologia con tutta la discussione, d'altro canto se si opta per un maggior realismo del modello seguendo l'indirizzo di Fogel e Jones si rischia di trovarsi in condizioni di operare forzature sulle informazioni storiche di cui si dispone, sui cui limiti soltanto Parker (ripreso poi da David) aveva avvertito l'esigenza di un chiarimento<sup>(50)</sup>. Inoltre, col passaggio ai modelli trifattoriali, si realizza l'apertura di un nuovo campo di indagine: quello relativo alla sostituzione tra capitale e risorse naturali e tra lavoro e risorse naturali, fattori questi che ricondotti nell'ambito delle elasticità delle variabili produttive dei modelli pongono seri problemi sulla natura delle tecnologie e delle scienze che rendono realizzabili le traverse di sviluppo anche su queste direttrici (sequenze biologiche e chimiche in opposizione a quella meccanica). Mentre dalla considerazione delle informazioni relative a questo ordine di problemi si è delineato l'indirizzo di ricerca di "storia della tecnologia" con gli studi di Rosenberg, dello stesso Temin e di Hills va notato che la rigidità degli schemi teorici neoclassici ha prodotto una criticabile separazione tra questi studi - avviati sempre più nel campo delle componenti extraeconomiche - e il campo dell'analisi economica della produzione, col rischio di neutralizzare in questo modo il senso radicale della rottura che si potrebbe operare con lo studio delle interazioni tra i due piani dello sviluppo delle industrie.

5.1. Leibenstein, Stigler e in particolare Resenberg hanno formulato il concetto di "convergenza tecnologica" col quale essi esprimono nel quadro teori-

co dei modelli di diffusione la tendenza verso l'adozione di soluzioni tecnologiche comuni a più settori dell'economia il cui elemento omogeneo è costituito dalle tecnologie prodotte nelle industrie meccaniche<sup>(51)</sup>. In questo quadro le industrie che producono beni capitali o mezzi di produzione vengono ad occupare un ruolo radiale dal momento che sono quelle sollecitate a fornire soluzioni tecnologiche a problemi comuni a più settori<sup>(52)</sup>. La convergenza infatti si colloca in una linea di tensione tra due estremi che così si sollecitano a vicenda sulla base della tecnologia che li accomuna: in particolare, nella prima metà dell'Ottocento, è importante seguire il processo di formazione dei rapporti interindustriali nel quale fu sostanziale la ricerca di mezzi di produzione attuata nelle stesse industrie finali, come quella tessile che inizialmente era organizzata in un sistema di imprese che tendevano all'autocostruzione dei principali mezzi di produzione e successivamente passarono all'adattamento del macchinario proveniente dalle officine specializzate. Esempi di questo modello, ad impulsi "feedback" come li chiama Rosenberg<sup>(53)</sup>, si trovano nella attività mineraria, in quella siderurgica e nella stessa agricoltura; la sua qualificazione principale risiede nel fatto che la progressiva autonomizzazione di un settore che produce macchine per il resto dell'industria (e macchine per la produzione di macchine, come sottolineava Marx) e il passaggio di tale settore dalla subordinazione alla direzione radiale del processo viene a costituire in questo contesto l'indicatore qualitativo dello sviluppo<sup>(54)</sup>.

5.2. Nella interpretazione di Rosenberg questo processo di diversificazione e autonomizzazione del settore della meccanica leggera (macchine utensili per la produzione standardizzata) caratterizza in modo specifico l'industria americana delle lavorazioni che impiegano il ferro e l'acciaio, mentre per il legno si procede ad accelerare la velocità di lavoro delle macchine ad azione di taglio e di fresa avendo come contropartita un aumento considerevole dello scarto. Confrontando queste ricostruzioni della evoluzione tecnologica americana con le analisi che Saul sviluppa a partire dal comparto impiantistico tessile

inglese e poi allarga a comprendere la produzione siderurgica e impiantistica finalizzata alle costruzioni ferroviarie, emergono elementi di freno e di ritardo per un processo simile nella industria inglese che Saul associa alle caratteristiche qualitative della domanda<sup>(55)</sup>: sintomatico, secondo lo storico, è il caso delle locomotive che se pure facevano da battistrada alla tecnica della lavorazione a catena di montaggio nelle officine Nasmyth (più nei progetti dell'inventore che nella realizzazione pratica) nel momento di massima espansione del mercato (anche coloniale ed esterno) sono vincolate ad una tecnica di progettazione e costruzione di tipo artigianale per la consuetudine di consentire all'acquirente di dettare le specificazioni tecniche in sede di acquisto. Nel settore tessile il ristagno della produzione meccanica leggera si avverte nel fatto che anche la produzione dei componenti più elementari e meno durevoli (esempio specifico il fuso) non riesce a porsi su delle basi standardizzate e viene condotta col ricorso alla segomatura manuale.

Sul versante dei progressi realizzati nel comparto siderurgico abbiamo gli studi di Temin e di Rosenberg (acciai speciali ad alta resistenza termica fino alla realizzazione della seconda generazione di macchine utensili ad altissima velocità) i cui effetti *convergence* e *diffusion* vengono sintetizzati nell'indicatore costituito dal sistema di produzione a parti intercambiabili per le armi leggere, l'innovazione che destò l'ammirazione unanime di tutto il mondo industriale. Non che gli inglesi fossero da meno nella capacità di inventare: le ricerche recenti indicano che gli imprenditori inglesi non furono insensibili agli stimoli della standardizzazione; i disegni di Nasmyth ed il sistema di macchine per produrre elementi di attrezzatura navale ideato da Brunel indicano tendenze anche in questa direzione; altri esempi vengono forniti dal settore delle costruzioni. Ma resta il problema di spiegare perché queste innovazioni siano rimaste sulla carta o allo stadio primitivo, incapaci di esercitare più profonde influenze sulle tecniche di produzione. A questo proposito è interessante sottolineare che mentre il sistema di Brunel venne progettato per l'arsenale di Portsmouth durante le guerre napoleoniche (quindi in condizioni di scarsità

di manodopera), l'esempio sovente citato del *Crystal Palace* si connette ad una condizione eccezionale di limitazione di tempo e quindi alla necessità di progettare un sistema di costruzione semplice e soprattutto rapido.

5.3. Una tesi specifica che è stata sollevata da Hartwell e Landes è quella delle deficienze imprenditoriali inglesi<sup>(56)</sup>; alla sua base si trovano riflessioni di carattere sociologico sulla evoluzione delle classi alte inglesi (l'attrattiva esercitata dalla proprietà terriera e dai suoi simboli di status sociale) e considerazioni critiche sugli effetti dei mutamenti nel quadro della domanda mondiale (soprattutto la perdita del mercato americano). Anche letta nella prospettiva più ampia - quella della teoria dell'imprenditore e delle innovazioni dello Schumpeter di *Business cycles* - è un approccio che mostra dei limiti notevoli. L'orizzonte economico dell'imprenditore si articola nel campo delle variabili statiche: prezzi relativi, costi alternativi, attese sul rendimento futuro degli investimenti, mentre mi pare che in un sistema di imprese concorrenziali si possa sostenere che la dinamica interindustriale resti un orizzonte esterno all'impresa privata. Anche se forniamo all'imprenditore i connotati schumpeteriani le innovazioni difficilmente saranno valutate in base ad un criterio di economie esterne fornite a valle del flusso di produzione, mentre l'apertura di rami specializzati nella produzione di attrezzature in una economia non diversificata è un'operazione che inizialmente comporta dei costi notevoli e non esclude delle passività (costi di ricerca e di acquisizione delle esperienze conseguite, rischi connessi alla affidabilità dei primi *stocks* prodotti, concorrenza da parte delle officine interne non diversificate, difficoltà connesse alla acquisizione di un mercato sufficiente e stabile...).

Se gli imprenditori inglesi furono più conservatori di quelli americani è necessario ricorrere a spiegazioni esogene o piuttosto la domanda non va posta in termini diversi: era conveniente in Inghilterra essere conservatori? Non si tratta di negare la posizione dell'impresa come variabile selettiva, ma di qualificarla entro il suo contesto operativo anche in senso storico; potevano le infor-

mazioni fornite dai movimenti dei prezzi nella visione che Hayek aveva del mercato essere sufficienti a definire strategie nel lungo periodo, oppure è necessario attendere le riorganizzazioni e la concentrazione di fine secolo (maturate durante la depressione '73-'96) che vedranno sorgere una capacità di accumulazione e centralizzazione delle informazioni con aspetti di autonomia dal mercato<sup>(57)</sup>? Se lo storico, ex post, trova un certo ordine sequenziale nella evoluzione dell'industria e si chiede perché alcune economie nazionali hanno stentato a porsi su questo percorso, condurre il paragone in termini di comportamenti imprenditoriali non significa forzare un artificioso ribaltamento tra futuro e passato, o leggere i comportamenti imprenditoriali del passato con gli occhi di chi ha potuto visualizzare la tendenza di lungo periodo, finendo per trascurare che la stessa crescita industriale si identifica con la immobilizzazione di risorse in capitali fissi, risorse che vengono così sottratte ad eventuali usi alternativi?

Landes rimprovera ad Habakkuk di non aver considerato gli effetti negativi della perdita dei mercati nordamericani e dell'Europa Centrale contraddicendosi poi quando osserva che le differenze tra le due economie vanno analizzate entro i confini in cui vengono progressivamente ad operare. A mio parere questa critica non tiene conto dell'oggetto della ricerca che Habakkuk si era preoccupato di indicare esplicitamente all'inizio del suo libro: una ricerca sui fattori che spingono ad intensificare il ricorso a tecnologie che risparmiano il lavoro, mentre le obiezioni più pungenti di Landes mi sembrano muoversi sul piano molto più generale del declino del capitalismo inglese con argomenti che ricordano da vicino l'apologetica degli "svantaggi dei primi arrivati". Ciò premesso Landes nel suo contributo mette a fuoco un difetto del libro: l'aver privilegiato il paragone tra Stati Uniti e Inghilterra trascurando le vicende dell'industria tedesca. Quando anche quest'ultima viene integrata nel campo di indagine emergono delle inconsistenze col quadro habakkukkiano: in Germania il saggio di interesse è più elevato ed il salario nominale più basso rispetto all'Inghilterra, ma nonostante questo al termine del secolo la Germania ha adottato tecniche a più alta intensità di capitale in alcuni decisivi comparti industriali.

In merito alle dinamiche esterne alle due economie i contributi di North e di Thomas evidenziano il ruolo specifico della posizione atlantica dell'economia americana inizialmente ricettiva verso le innovazioni provenienti dall'area inglese negli Stati nordorientali mentre gli stati del Sud si trovano al centro di una rete di scambi di materie prime e manufatti con l'Inghilterra e si procurano dalle coste africane gli schiavi da inserire nell'economia delle piantagioni<sup>(58)</sup>. Quelli di Gayer, Rostow e Schwartz<sup>(59)</sup> evidenziano la rapidità con cui l'economia britannica si riorganizzò verso le aree sudamericane e indiane dopo la perdita dell'egemonia politica nell'area nord-americana e le chiusure protezionistiche adottate sia dagli Stati Uniti che dagli Stati centroeuropei negli anni centrali dell'Ottocento. Con questi riassetamenti che collocano ambedue i paesi nel quadro delle economie che operano su grandi aree appare tuttavia evidente che il mutamento intervenuto nella composizione della domanda estera inglese, lungi dal caratterizzarsi per una perdita di intensità, presenta piuttosto mutamenti qualitativi inerenti al carattere protetto di questo *well established system of world market relations*. Che in primo luogo incidano negativamente gli aspetti caratteristici della domanda posti a fuoco da Saul e Sandberg<sup>(60)</sup> (ricerca della qualità, durata, e adattamento del prodotto inglese in riferimento ad un'area geograficamente e climaticamente differenziata) mi pare un'ipotesi sostenibile, ma importante appare anche la convenienza economica e l'assenza di rischi impliciti nel proseguire lo sviluppo delineato negli anni trenta sostituendo alla ricerca di pratiche industriali più aggressive il mantenimento del privilegio connesso alla posizione di officina dell'impero coloniale<sup>(61)</sup>: a fronte di una crescente irrequietezza economica e politica della Germania e degli Stati Uniti, la Gran Bretagna sembra soppesare la convenienza di assestarsi lungo le direttrici che la sua realtà coloniale le offriva piuttosto che affrontare i costi di un conflitto aperto sul piano industriale con le due nazioni emergenti, in un periodo lungo caratterizzato dalla caduta dei prezzi della fase calante Kondratieff<sup>(62)</sup>.

Tenendo conto anche di questi aspetti relativi alla posizione inglese nel

mercato mondiale, mi sembra che larga parte degli argomenti di Habakkuk sugli effetti della scarsità di lavoro sarebbero da rivedere sotto l'angolatura complementare: gli effetti della disponibilità di lavoro comune a basso costo sulla dinamica del saggio di investimento e sulla sua composizione. Habakkuk mostra di seguire questa angolatura quando alle condizioni di ristagno che caratterizzano l'economia inglese dopo il decennio 1830 accosta quella parte dell'analisi di Marx conosciuta come "legge fondamentale dell'accumulazione" riprendendo l'indicazione di valutare i salari come variabile dipendente del rapporto instaurato tra accumulazione e "esercito industriale di riserva". Una visione questa che a partire dalle riflessioni di Barton troviamo espressa con riferimenti storici in Hopkins e con considerazioni relative al cambiamento tecnologico in Babbage e Ure. Alcune osservazioni di Marx nel *Capitale* suggeriscono di considerare gli effetti ritardanti e involutivi sulla tendenza alla meccanizzazione connessi alla creazione di un esercito industriale di riserva oltre i limiti definiti dal 'valore strutturale della capacità di lavoro', quei limiti che definiscono la rottura della correlazione tra il valore della forza-lavoro dipendente dal rapporto tra esercito attivo e di riserva e il prezzo delle abilità contenuto nel processo lavorativo meccanizzato<sup>(63)</sup>. Per questa via la interpretazione di Habakkuk si spinge nella dimensione poco esplorata della formazione delle strutture industriali e delle loro dinamiche convergenti in stretta congiunzione con gli aspetti formali dei modelli di accumulazione cui danno luogo: secondo la mia opinione raramente sono state messe a fuoco con simile chiarezza le tendenze al ristagno dei modelli basati sulla "disponibilità illimitata di manodopera" come quello proposto da Lewis per i paesi in via di sviluppo<sup>(64)</sup>.

5.4. Riprendendo una tesi di Lebergott, Salter e Postan, Saul<sup>(65)</sup> ha osservato che con la pressione dei salari sui costi non era necessario che si formasse un orientamento verso il risparmio di lavoro: escludendo considerazioni di carattere tecnologico è possibile che la tendenza degli imprenditori sia verso il risparmio e la riduzione dei costi totali. Da ciò sorgerebbe l'esigenza (espressa

anche dagli studi econometrici) di non introdurre in sede di ipotesi orientamenti del progresso tecnico. Mentre in ultima analisi questa interpretazione si riallaccia alle critiche del modello statico e alla tematica della Cambridge inglese, ancora non mi sembra sufficiente ad escludere un criterio di selezione in negativo: date strozzature nella offerta del lavoro e costi più elevati negli Stati Uniti, nella ipotesi che questi fenomeni presentassero una stabilità sufficiente ad influenzare le aspettative, gli imprenditori americani avrebbero effettuato una scelta favorevole alla esclusione delle tecniche che richiedevano molto lavoro. Per quanto questa versione differisca solo per la sua natura prudenziale, mi sembra opportuno mantenere - anche se in parte - l'eventualità di un orientamento indotto perché le critiche di Saul mentre aggrediscono il meccanismo statico dei costi risultano ancora inconsistenti in relazione alle strozzature presenti nella offerta del lavoro, strozzature che, insieme agli altri aspetti esaminati, sono state in grado di contenere il differenziale tra lavoro comune e qualificato negli Stati Uniti.

Mentre molte delle critiche rivolte ad Habakkuk si sono appuntate sul tipo di meccanismo di orientamento ipotizzato (trascurando le restrizioni che il piano della tecnologia pone su quello cost-dual, ovvero trascurando che la funzione di costo ipotizzata da Habakkuk può essere non omogenea e non omotetica a causa delle imperfezioni dei mercati), scarso rilievo è stato dato al quarto aspetto del modello: i ritmi della obsolescenza e della sostituzione. Pur presente nelle ricerche di Rosenberg laddove si sente l'influenza della teoria degli investimenti di Jorgenson nel rilievo dato all'investimento lordo, la tematica è stata direttamente aggredita dall'economista inglese Wilfred Salter. Questi è partito proprio dalla considerazione che le due forme di cambiamento (sostituzione e progresso tecnologico) intervengono in momenti simultanei e hanno come vettore l'investimento lordo, quello comprensivo del rinnovo delle attrezzature esistenti. Già nel modello di Jorgenson le modifiche strutturali connesse alla dinamica dell'investimento lordo venivano innescate dal movimento dei prezzi relativi e nel modello di dinamica interindustriale di Salter questi

cambiamenti vengono letti nel quadro della tematica della diffusione<sup>(66)</sup>. Infatti secondo uno dei concetti fondamentali di questa ricerca, gli aumenti della produttività non dipendono solo dalla componente innovativa e inventiva dello sviluppo scientifico, ma soprattutto dal ritmo di diffusione interindustriale e di incorporazione nei nuovi investimenti delle tecniche più aggiornate.

Il problema della evoluzione industriale assume così tre aspetti principali: il primo concerne il volume e la velocità dell'investimento lordo che rappresenta le condizioni con cui le nuove tecniche rimuovono dall'industria i sedimenti delle tecniche più vecchie e meno produttive; a questa grandezza si connettono in modo determinante il tasso di obsolescenza prevalente nell'economia e la natura costitutiva del capitale fisso o il grado di durezza fisica incorporato nella eventualità che possa scoraggiare l'effettuazione di sostituzioni rapide (ottimali). Il secondo, anticipato da molti studiosi del ciclo e dello sviluppo, da Schumpeter a Hoffmann a Kuznets<sup>(67)</sup>, concerne la struttura interindustriale (o la composizione della matrice intersettoriale) di un'economia e la velocità con cui nuove industrie si sviluppano soppiantando quelle vecchie e ridimensionando il peso strutturale (generalmente misurato in termini di valore aggiunto) di quelle mature e in declino. Il terzo è già stato ricordato in riferimento al contributo di Rosenberg e concerne la posizione centrale delle industrie che producono beni capitali nel processo di "convergenza".

In base alla definizione di queste componenti strutturali del movimento di lungo periodo dell'industria, la analisi del cambiamento tecnologico si sposta su un terreno complesso aggredibile con una tecnica analitica a più piani di riferimento oggettuale e si muove dovendo fare i conti con le difficoltà intrinseche alla necessità di distinguere la natura del mutamento in "una zona di confine dove i fattori economici e quelli tecnici sono così interrelati che ogni distinzione tra di essi è in qualche misura arbitraria".

5.5. Seguendo l'andamento delle stime effettuate da Hoffmann risulta che nel lungo periodo l'economia inglese ha teso ad acquisire una ripartizione più

equilibrata delle sue risorse produttive, ridimensionando lo squilibrio iniziale fortemente concentrato nel settore laniero. Infatti pur emergendo nel 1850 il predominio marcato del settore cotoniero (primo esempio di uno sviluppo sequenziale) questo non realizza la specializzazione presente nel periodo 1740. Sull'altro versante si fa notare, fino al 1907, l'espansione del settore del carbone e dei due settori del ferro e acciaio, un *record* di 'tenuta' tra i settori maturati durante la rivoluzione industriale.

Nel 1850 l'industria inglese appare concentrata sui settori seguenti: carbone, produzioni di ferro e acciaio, ferrovie, costruzioni navali, legname, cotone, lana, alcuni settori alimentari e pellami. Mentre gli ultimi sei nel lungo periodo vivono fasi alterne, i primi tre continuano ad espandersi nonostante il riproporzionamento indotto dalle industrie emergenti<sup>(68)</sup>.

Questi dati suggeriscono che nel caso inglese si verifica uno sviluppo il cui elemento propulsivo è uno specifico connubio tra le attività minerarie e quelle siderurgiche da un lato e lo sviluppo delle tecnologie del vapore dall'altro. Si trattava di tre insiemi interconnessi: la macchina a vapore venne inventata per consentire di raggiungere profondità maggiori negli scavi minerari, il carbone fu indispensabile per superare la crisi del settore siderurgico manifestatasi per scarsità di combustibili naturali, le applicazioni del vapore (ferrovie) furono stimulate dal bisogno di creare una rete di trasporto sia per i prodotti minerari che per quelli siderurgici (la rete dei canali risultava insufficiente a fronte del volume crescente di scambi e costosa per l'uso dei cavalli); l'applicazione del vapore alla metallurgia (il maglio a vapore e molte altre macchine per la laminazione, il taglio, la liberazione delle impurità...) consentì di moltiplicare la gamma di impieghi del ferro e dell'acciaio per le costruzioni navali, per l'ingegneria civile, per la costruzione della rete ferroviaria e per l'impiantistica in generale<sup>(69)</sup>. I dati confermano la presenza di una demarcazione non trascurabile tra un 'grande sistema convergente' rappresentato dai settori citati e caratterizzato da una capacità espansiva di lungo periodo e un 'piccolo sistema convergente', il meccano-tessile che, si noti bene, contiene al suo interno le tecno-

logie per la produzione standardizzata con sequenza di sviluppo tessile-macchine utensili-biciclette-automobili definita da Rosenberg e Cardwell. Il meccano-tessile mentre da un lato raggiungerà un'espansione considerevole nella prima metà dell'Ottocento e viene a ragione considerato il luogo di nascita della forma moderna della fabbrica, dall'altro perderà poi peso, senza però dotare l'industria inglese di un settore dell'impiantistica leggera e della meccanica di precisione in grado di diffondere un più elevato ritmo di crescita e sviluppo delle industrie a produzione finale standardizzata.

L'elemento importante da cogliere a questo riguardo è la differenza nella sequenza di soluzioni tecnologiche che caratterizza i due sistemi. Il primo tende a porre al centro del suo sviluppo l'industria pesante e il macchinario pesante; presenta periodi di costruzione lunghi, capitali fissi consistenti e durevoli, mentre per ragioni dipendenti dalla scala dei volumi, degli spazi e delle masse impiegate incontra difficoltà nell'incorporare il grado crescente di precisione e sofisticazione conseguito dalla meccanica *direttamente* nella struttura dei capitali fissi, farà quindi ricorso ad una manodopera specializzata ed a una tecnica di costruzione semiartigianale per l'adattamento e il montaggio dei componenti. Al contrario, il sistema meccano-tessile presenta vincoli materiali meno consistenti sia per il periodo di costruzione che per la standardizzazione per la quale è avvantaggiato dallo sviluppo della meccanica di precisione, della costruzione di strumenti da laboratorio e da orologiaio. Le macchine per la produzione di macchine derivano in buona misura dalla esperienza acquisita su scala ridotta in questi settori come, ad esempio, i vari modelli di tornio fino alla torretta intercambiabile, le macchine ad azione di taglio per la costruzione di ingranaggi (il cui prototipo è la macchina a dividere di Ramsden per la divisione delle punterie degli osservatori astronomici) che insieme alle fresatrici e piallatrici meccaniche consentono di riprodurre fedelmente modelli realizzando superfici a geometria variabile<sup>(70)</sup>. Infine, la produzione di macchinario leggero è caratterizzata da una durezza minore, ovvero, in termini tecnici, la durezza può essere contenuta in sede progettuale qualora vi sia l'aspettativa di cambia-

menti rapidi.

5.6. La differenza più rilevante tra Stati Uniti e Inghilterra non fu nel 'grande sistema', dove l'Inghilterra pur subendo la concorrenza dei primi e della Germania mantenne una posizione considerevole nella produzione mondiale, ma in quello 'piccolo' da cui dipendeva in ultima analisi l'accumulazione di esperienze che avrebbero consentito di incorporare nella struttura dei capitali fissi della industria pesante quelle capacità che in Inghilterra restano contenute nella composizione della forza-lavorativa. L'Inghilterra fu più lenta nella standardizzazione dei componenti elementari delle macchine più diffuse - anche la standardizzazione dei passi delle viti fu una vicenda travagliata - mentre, a causa di differenze nei costi, accelerò la sostituzione del ferro e dell'acciaio al legno nella costruzione delle macchine (tessili in particolare). Questa rapida sostituzione del materiale di costruzione, accompagnata da un'insistenza singolare sulla qualità di durata che troviamo echeggiata in quasi tutti gli studiosi contemporanei e nelle testimonianze dei visitatori americani, caratterizzò anche questo sistema per un elevato grado di durezza degli impianti fissi<sup>(71)</sup>. A questo livello di approssimazione si può affermare che la presenza di un *trend* verso la massimizzazione della "vita economica del capitale"<sup>(72)</sup> non costituisce tanto un fattore di ritardo del progresso tecnologico - che in Inghilterra si mantenne a lungo a livelli eccezionalmente elevati, basti pensare alle ricerche sulla elettrodinamica - quanto un fattore di resistenza per la diffusione delle nuove tecnologie sia che queste fossero inventate in Inghilterra che in altri paesi. Nel quadro di un modello stocastico del tipo Frish-Schumpeter dove gli impulsi generati in sede di ricerca e innovazione vengono diffusi ciclicamente<sup>(73)</sup>, le rigidità presenti nella struttura del capitale fisso possono costituire le componenti di smorzamento del ciclo di rinnovamento dell'industria. Risulta cioè più difficile rimuovere dalla struttura industriale i sedimenti delle precedenti fasi di investimento, pertanto gli effetti dinamici dei nuovi investimenti vengono assorbiti dal complesso della capacità globale di produzione (vi si 'di-

sperdono') generando fluttuazioni deboli e poco intense. Su questo tema c'è un filone poco esplorato che percorre il pensiero classico - da Barton agli anonimi a Malthus all'ultimo Ricardo - nel quale si delineano gli effetti sull'occupazione di un modello che contiene l'implicita assunzione della riproduzione a tempi lunghi<sup>(74)</sup>.

Sul piano statistico Hoffmann ha calcolato un ciclo del capitale fisso inglese di circa 22 anni<sup>(75)</sup>; resta una verifica da intraprendere quella di confrontare questi risultati con gli Stati Uniti a livello disaggregato per settori e industrie. Le fonti storiche indicano tuttavia che negli Stati Uniti c'è una tendenza a fabbricare macchinario poco durevole che si correla con diffuse aspettative di cambiamento tecnico e ritmi di obsolescenza tecnologica elevati. Anche se è stata sollevata l'obiezione che tali tendenze rivelano un grado maggiore di rozzezza delle attrezzature americane ritengo che ancora non si possa escludere l'ipotesi che la "vita economica" del capitale fisso americano fosse più breve di quella inglese. Hoffmann e Kuznets, il primo per l'Inghilterra e il secondo per gli Stati Uniti, hanno condotto ricerche statistiche sulle *long waves* allo scopo di accertare la connessione tra il ritmo di rinnovamento delle attrezzature fisse e questa forma di fluttuazione. La difficoltà maggiore di questa ipotesi è dovuta alla stima di Kuznets, la quale non presenta differenze considerevoli con quella derivata dall'Inghilterra. Anche se resta da compiere una stima comparata per settori (il periodo ciclico medio inglese cade drasticamente per i settori indirizzati al consumo finale e si mantiene particolarmente elevato per quelli della produzione meccanica) e pur riconoscendo che le metodologie statistiche non coincidono, l'ipotesi di differenze nella vita economica del capitale e nel ritmo di sostituzione delle attrezzature ha per ora avuto una verifica negativa<sup>(76)</sup>.

La tesi di Hoffmann, che si ispira alle teorie dei cicli di Akerman, De Graaf, Tinbergen, Einarsen e Aftalion, e prende corpo nel mezzo della discussione sul ciclo svoltasi tra le due guerre, è che la radice delle oscillazioni periodiche riscontrate nello sviluppo delle industrie inglesi sia da ricercare

negli effetti cumulativi che si realizzano allo scadere dei cicli di rimpiazzo del capitale fisso<sup>(77)</sup>. Lo studioso tedesco correia queste onde periodiche ai dati sulla longevità di un insieme selezionato di impianti tedeschi e americani. Per esempio la stima per gli edifici è di 60 anni, per le caldaie di 18, per le macchine a vapore di 22, per i sistemi di trasmissione di 18, per le locomotive di 25, per il macchinario agricolo tra i 10 ed i 13 anni; nel complesso si raggiunge una media intorno ai 20 anni. In relazione al macchinario tessile i contemporanei inglesi fornivano le stime seguenti: Ure 12.5, Babbage 10, Symons 10; mentre per il comparto del Lancashire Blaug assume una quota di ammortamento pari al 7.5% per i macchinari e del 2.5% per la manutenzione degli edifici<sup>(78)</sup>. Se quanto abbiamo ipotizzato sul prevalere dell'industria pesante in Inghilterra fosse vero, la stima per il settore aggregato delle produzioni di ferro e acciaio dovrebbe risultare più bassa negli Stati Uniti. Studi recenti, condotti sul versante qualitativo e statistico, indicano per il settore minerario statunitense un minore appesantimento della struttura del capitale fisso: le miniere americane sfruttano vene in superficie e operano a profondità inferiori di quelle inglesi (McCloskey). Fenomeni analoghi relativi alla costituzione del suolo facilitarono l'adozione di tecniche meccanizzate di coltivazione (David)<sup>(79)</sup>.

6.1. Tra gli studi di settore oggi intrapresi con frequenza accresciuta - da Von Tunzelmann per le tecnologie del vapore al Floud per gli sviluppi della meccanica utensile<sup>(80)</sup> - ho scelto quelli relativi alla tecnologia tessile per la chiarezza con cui è possibile identificare le sequenze alternative e per la posizione di "archittrave" della rivoluzione industriale ricoperta dal settore.

Nella industria cotoniera il caso più noto di ritardo nella diffusione di una innovazione è quello del filatoio ad anello, l'innovazione americana che nella seconda metà dell'Ottocento si contrappose alla tecnologia *mule* britannica<sup>(81)</sup>.

La filatura ad anello, pur non raggiungendo un buon rendimento nei numeri più fini, rappresenta per la filatura media e bassa una rottura radicale nella

tecnologia del settore<sup>(82)</sup>. La caratteristica discriminante risiede nella *continuità* del ciclo di produzione, mentre il sistema *mule* è *intermittente* e separa in due momenti consecutivi la fase di stiratura e quella di torcitura e avvolgimento<sup>(83)</sup>. Il *ring* oltre che risparmiare lavoro meccanico per il fatto che riduce lo spazio percorso dal filato e non deve ricorrere allo spostamento intermittente della massa frontale del filatoio, consente di ottenere più elevate velocità di produzione in ragione della sua *semplicità*; in breve il *ring* risparmiava energia e spazio<sup>(84)</sup>. Al contrario, la natura stessa del manipolamento semiautomatico di un processo intermittente aveva reso la *mule* una macchina complessa<sup>(85)</sup>. La direzione di innovazione era vincolata dal procedimento adottato e si attuava in tentativi a difficoltà crescente di aumentare il numero di fusi installati per testata ricercando forme di trasmissione a minimo attrito per bilanciare gli aumenti di potenza richiesti dall'aumento del peso delle testate. Si introducevano inoltre meccanismi automatici di arresto per ovviare alle rotture del filato.

Il sistema ad anello sembrava possedere una maggiore capacità di adattamento rispetto alle tecniche di standardizzazione che si affermavano nel settore della meccanica leggera americano, mentre la *mule* rimanda, in sede di costruzione, ad interventi continui di una manodopera specializzata<sup>(86)</sup>.

La continuità del sistema *ring* consentiva di riavviare un processo di perfezionamento. Agli inizi del 1870 viene migliorata l'efficienza del fuso e il numero di giri per minuto passa da 5500 a 7500 nel 1875 e veniva poi portato a 10000 RPM senza che per ciò fossero necessari aumenti della potenza installata; l'*output* per operaio veniva almeno raddoppiato secondo le stime di Copeland.

6.2. Secondo le stime raccolte da Blaug gli sviluppi più importanti della tecnologia tessile inglese si possono così sintetizzare: la prima misura è una misura di carico e consente di osservare l'aumento dei fusi per testata *mule* (da 400 nel 1835 a 1000 nel 1876), la seconda e la terza sono misure di velocità e mostrano che mentre l'efficienza dei fusi cresce in modo scarsamente apprez-

zabile (+ 20% verso il 1850), la velocità di produzione dei telai automatici aumenta considerevolmente (gli scatti del lancianavetta raddoppiano dal 1835 al 1885, il consumo di carbone per H.P. diminuisce di 1/3). Da dati sull'*input-output* nel comparto cotoniero ricavati da Blaug e Mitchell secondo mie stime non risultano incrementi considerevoli della efficienza produttiva della sezione di filatura, si hanno piuttosto avanzamenti periodici (1850-56 e 1878-85-90) legati al periodo di maggiore diffusione delle versioni semiautomatiche e alla prima comparsa in Inghilterra dei filatoi *ring*.

Mentre il numero di telai per addetto varia considerevolmente durante questo periodo<sup>(87)</sup>, il numero di addetti per *mule*, secondo le testimonianze di Ure e Baines e per motivi di ordine tecnico è relativamente costante (un operaio maschio adulto specializzato più un gruppo di supporto composto di circa tre unità di lavoro tra donne e bambini). Questo aspetto caratterizza la macchina in senso contraddittorio. Inizialmente la *mule* risparmia lavoro (sostituendosi ai filatori manuali e lucrando economie relative all'applicazione del sistema di fabbrica), ma successivamente lo intensifica nuovamente e lo condensa per effetto della crescente complicazione<sup>(88)</sup>. Al contrario il *ring* risparmia lavoro specializzato e perciò si conforma meglio al modello americano. È evidente a questo punto che il *ring* è una innovazione favorevole anche nell'ottica di Salter e Saul: esso consentiva risparmi nei costi totali mentre si adattava alle restrizioni presenti nell'offerta di lavoro<sup>(89)</sup>.

6.3. Un nuovo aspetto della introduzione del *ring* che aiuta a definire il tipo di sequenza uscente dallo sfruttamento del moto continuo circolare viene posto dallo studio di Feller. Questi mostra che *ring* e telaio Northrop o Draper a selezione automatica delle navette erano un caso di "interrelazione tecnologica". Poiché il telaio Northrop richiedeva un filato resistente la diffusione delle due innovazioni veniva ad essere un processo complementare. Già nell'impiego del *power loom* le due economie si differenziavano: in media in USA vi sono 6 telai per maschio adulto mentre in Inghilterra si raggiunge a stento i 4 telai.

A proposito del telaio automatico Feller osserva:

Il numero dei telai che un tessitore poteva accudire era limitato, dal momento che c'era bisogno frequentemente - almeno una volta ogni 8 minuti, o circa 100 volte al giorno - di arrestare il telaio per rimpiazzare la bobina sulla navetta. Assumendo un numero di 6 telai per tessitore e considerando alcuni miglioramenti nella cardatura e nella filatura, i costi di tessitura costituiscono almeno la metà del costo complessivo del lavoro dell'intero ciclo di produzione tessile<sup>(90)</sup>.

La stima di Copeland per il 1912 è che un tessitore accudisce da 14 a 30 telai Northrop.

6.4. Descritti così i vantaggi e i parametri che identificano in senso tecnico le due macchine è possibile fare un passo indietro e considerare i fattori che favorirono l'adozione della *mule* semiautomatica. L'alternativa tra sistema intermittente e sistema continuo aveva radici lontane: si pensi che grosso modo queste caratteristiche distinguevano il sistema del fuso a disco e quello della ruota (*Jersey wheel*)<sup>(91)</sup>. E' possibile sostenere che i fattori che condussero alla adozione della ruota su ampia scala finirono poi per orientare in questa direzione le ricerche seguenti. Furono i primi sviluppi del "sistema domestico" a definire il predominio della ruota e furono i suoi sviluppi manifatturieri - quando la manifattura tessile non aveva ancora rotto la forma di attività accessoria del lavoro nei campi, ma d'altro canto era già condotta con i criteri capitalistici del *merchant-manufacturer* - a riprodurre il dominio del sistema più complicato, ma più diffuso e conosciuto. Hills mostra che le due tendenze percorsero l'intero arco delle innovazioni tessili. La macchina di Paul e Wyatt (1737-58) riprendeva il sistema continuo del fuso a mano e del filatoio ad alette di Leonardo e lo meccanizzava, ma non riuscendo a risolvere le difficoltà pratiche contenute nella esecuzione simultanea della stiratura e della torcitura ebbe scarsa diffusione<sup>(92)</sup>. Anche il filatoio di Arkwright (1769) si riallacciava a questa tradizione, mentre il sistema della ruota veniva ripreso da Hargreaves

(1770) l'inventore del sistema intermittente, e poi da Crompton. Hills osserva che mentre il sistema continuo veniva preferito dai primi nuclei di fabbrica per la maggiore predisposizione alla meccanizzazione con l'energia idraulica, il sistema intermittente incontrava i favori della manifattura domestica per la facilità dell'azionamento *manuale*<sup>(93)</sup>.

Dunque, dallo studio di Hills risulta che la diffusione della tecnica della ruota durante la fase pre-industriale, continuò ad orientare sia le innovazioni che i nuovi investimenti sulla tecnica di origine manuale. Va aggiunto inoltre che le ricerche sullo sfruttamento dei moti prodotti da rulli differenziali per mantenere la tensione e quelle per ridurre la frizione dei fusi vennero effettuate sulla *mule* (ed anche qui si sente il bisogno di intervenire sul versante manuale del processo lavorativo) e ciò consentiva di diminuire la potenza installata per fuso rispetto agli altri tipi di macchine<sup>(94)</sup>.

7.1. In quest'ultima sezione desidero fornire alcune indicazioni per la lettura degli studi econometrici che con frequenza sempre maggiore appaiono sulle riviste americane e inglesi. Per molti autori infatti la sola via d'uscita dai punti oscuri in cui si era venuta a concentrare la discussione che ho cercato di ricostruire risiede nell'affiancare agli studi e alle ricerche qualitative test dei modelli condotti con procedure econometriche.

A mio avviso tuttavia vi sono anche ragioni più forti di quella esposta per incoraggiare una linea di ricerca in tale direzione che da un lato rimandano alle epistemologie del confronto critico tra fatti e teorie, dall'altro vertono sulle ipotesi della scuola cliometrica sullo studio della storia come economia applicata (fino ai modelli controfattuali), da un altro ancora sono relative allo studio dell'economia che, pure come disciplina sociale, ha delle componenti epistemologiche che pongono il problema della verifica sperimentale.

I contributi che discuterò si articolano per ragioni ovvie (ma non per questo condivise da chi scrive) nel quadro del modello neoclassico puro (concorrenza perfetta) che potendo operare con l'identità tra indicatori di produttività e

di distribuzione possiede il vantaggio di aver sviluppato tecniche di stima sulla base delle informazioni statistiche disponibili.

7.2. Durante i primi anni 1960 vi fu una preoccupazione crescente per la dinamica (o stabilità) delle quote di incremento della produttività imputabili a progresso tecnico neutrale, sostituzione tra i fattori e eventuali orientamenti nella direzione del progresso tecnico. Si può sostenere che il *trend* ascendente dei salari del lavoro industriale che si manifestava allora (non la quota della distribuzione che era approssimativamente costante) incoraggiava l'effettuazione di ricerche sugli effetti dei movimenti dei prezzi relativi sugli investimenti e sulle traiettorie di sviluppo<sup>(95)</sup>. In questo contesto i caratteri degli *stocks* esistenti di capitale e il loro grado di rigidità ai nuovi investimenti (quelli influenzanti il rapporto capitale/lavoro) divennero un argomento cruciale.

7.3. La restrizione  $\sigma = 1$  ipotizzata negli studi econometrici basati sulla Cobb-Douglas<sup>(96)</sup> riduce pesantemente il livello di informazione derivabile dalla stima statistica. Non si possiedono stime della elasticità della tecnologia e quindi la stessa descrizione del progresso tecnico risulta inficiata.

Inoltre tale assunzione esclude la possibilità che possano sorgere delle restrizioni originate dallo stock esistente di capitale; infatti ciò implica che la tecnologia risponde a cambiamenti dei prezzi relativi dei fattori con elasticità sufficiente a mantenere la costanza delle quote relative della distribuzione. Questa ipotesi si trovava in accordo con i dati reali sulle quote e suggeriva che le reazioni della tecnologia ai cambiamenti dei prezzi relativi avrebbero equilibrato internamente le quote.

David usando la Cobb-Douglas con progresso tecnico non incorporato e dopo aver introdotto esplicitamente una variabile di apprendimento (*learning by doing*) trovò ricavi di scala costanti, alti saggi di progresso tecnico non incorporato e miglioramenti della efficienza del lavoro (1% annuale) sufficienti a controbilanciare la tendenza del prodotto marginale del lavoro a cadere per

effetto della diminuzione del suo grado di utilizzazione (orario di lavoro). I dati utilizzati da David erano relativi alla industria tessile cotoniera americana per il periodo precedente la guerra civile<sup>(98)</sup>.

L'ipotesi di progresso tecnico non incorporato venne seguentemente criticata da Williamson il quale osservava "Se la tesi di non incorporamento viene confermata, allora le teorie più complesse sul rimpiazzo dei beni capitali in condizioni di obsolescenza tecnologica possono essere ignorate almeno per il settore tessile del diciannovesimo secolo". Williamson stimò nuovamente la funzione della produzione con un metodo iterativo basato sul criterio di massima verosimiglianza e giunse alla conclusione che prima del decennio 1850 vi era progresso tecnico incorporato a livelli significativi. Oltre a ciò Williamson osservava che le stime degli orientamenti verso il risparmio di lavoro (incrementi della efficienza del capitale) cadevano drasticamente dopo il 1850<sup>(99)</sup>. Pertanto dalla verifica di Williamson risulta che il periodo 1840-50 costituisce una fase di mutamenti radicali per l'industria tessile americana. Circa 2/3 della crescita dell'*output* per ora-uomo può essere attribuito agli effetti dell'apprendimento dal 1830 al 1850, ma nei quindici anni che precedono la Guerra Civile l'apprendimento non spiega gli incrementi della produttività. Dopo il 1850 le stime evidenziano che all'incorporamento si sostituisce una netta accelerazione del ritmo di crescita dello stock fisico di capitale per lavoratore.

In sintesi il contributo di Williamson evidenzia che fino al 1850 vi furono profondi mutamenti qualitativi del settore tessile che rimandano alle effettive capacità dell'industria americana di fornire attrezzature incorporanti un elevato grado di meccanizzazione, mentre dopo il 1850 la dotazione di attrezzature capitali per lavoratore è l'indicatore che scatta in avanti indicando a mio avviso quei cambiamenti che caratterizzano il sistema americano che ho discusso nel quadro dei riferimenti al "tessuto industriale": il bisogno da un lato di disporre di manodopera comune e la tendenza dall'altro a ridurre le differenze tra lavoro comune e specializzato.

7.4. E' evidente l'importanza di ottenere stime dell'orientamento nel ritmo

e nella direzione del cambiamento tecnologico senza la restrizione  $\sigma = 1$ , consentendo così di avere stime congiunte del valore della elasticità di sostituzione e del progresso tecnico non-neutrale. In questo modo sarebbe possibile prospettare ipotesi sulle differenze internazionali del capitale investito e sulle variabili che lo influenzano. In particolare, secondo il valore di  $\sigma$ , si potrebbe accertare l'importanza relativa dell'investimenti netto e lordo in accordo con le ipotesi di incorporamento prospettate da Jorgenson e Salter (putty-clay).

Mi pare infatti che una interpretazione possibile degli effetti della elasticità di sostituzione è in termini di tempo: se  $\sigma$  è ad un livello elevato i cambiamenti dello stock di capitale consistono in riorganizzazioni delle attrezzature esistenti, in modifiche alle macchine e, generalmente, avranno come vettore l'investimento netto, mentre se è ad un livello basso i cambiamenti saranno più radicali e avranno come vettore l'investimento lordo richiedendo il rimpiazzo delle attrezzature e perciò un tempo maggiore.

7.5. Con la pubblicazione dell'articolo di Arrow, Chenery, Minhas e Solow nel 1961 si apre la stagione della funzione della produzione ad elasticità di sostituzione costante (CES)<sup>(101)</sup>. In questa funzione  $\sigma$  è costante, ma può assumere qualsiasi valore; perciò si può stimare su intervalli di tempo.

Abramovitz e David nel 1973 facevano il punto degli studi storici ed econometrici nel quadro di un abbandono progressivo della visione classica della crescita *steady state* equilibrata con la motivazione che "... gli aspetti centrali del processo storico di crescita ... si possono mettere a fuoco nel modo migliore come parte di una sequenza di *traverse tecnologiche indotte*, transizioni tra traiettorie di crescita che avvengono in condizioni di equilibrio...". In questa visione "... il cambiamento strutturale (è) l'aspetto principale dello sviluppo economico"<sup>(102)</sup>. Il capitale e la sua accumulazione vengono così a perdere il ruolo centrale che possedevano e rappresentano ora le condizioni per un incremento della efficienza totale dei fattori-*inputs*.

David e Van de Klundert nel 1965<sup>(103)</sup> fornivano la versione *factor-aug-*

*menting* della CES che applicarono all'economia americana (*private domestic economy*) per il periodo 1899-1960 e che poi Abramovitz e David applicarono al periodo 1800-1907 con risultati non molto diversi.

Tuttavia, poiché alcune variabili vengono ritardate le stime sono meno attendibili<sup>(105)</sup>.

Gli stimatori più importanti hanno i seguenti valori:

Abramovitz-David	1800-1907	$\hat{\sigma} = 0.20$	$\hat{\beta} = 0.017$	annui
D-K	1899-1960	$\hat{\sigma} = 0.316$	$\hat{\beta} = 0.007$	annui

Per il primo periodo abbiamo una elasticità di sostituzione tra capitale e lavoro molto bassa e per quello seguente questa cresce.  $\beta$  rappresenta la differenza ( $\lambda_L - \lambda_K$ ) ovvero il fattore esponenziale del ritardo geometrico costante (*constant geometric lag*) con cui è stato specificato l'andamento nel tempo dei processi di incremento dell'efficienza relativa dei fattori. Essendo positivo indica che la efficienza del lavoro è cresciuta ad un ritmo più elevato di quella del capitale (tendenza *labour-saving*) e il saggio di crescita è dell'ordine del 1.7% annuale.

7.6. Asher ha applicato una versione molto simile a dati del comparto manifatturiero tessile americano e inglese per il diciannovesimo secolo. Asher ottiene dieci diverse stime della elasticità di sostituzione e dell'orientamento *factor-augmenting* in ragione dei diversi pesi che ha adottato per l'indice composito del capitale. Tuttavia il fatto rilevante è che in tutte le regressioni la stima americana è considerevolmente inferiore rispetto a quella per il Regno Unito (settore cotoniero). Inoltre l'orientamento verso il risparmio di lavoro è anch'esso più elevato nel Regno Unito<sup>(106)</sup>.

I periodi esaminati da Asher sono quello 1850-1900 per il cotone e la lana negli Stati Uniti e quelli 1820-1880 e 1850-1900 rispettivamente per il cotone e la lana nel Regno Unito. Nonostante perplessità di ordine statistico e nonostan-

te la specifica periodizzazione dei dati il quadro emergente è opposto alle ipotesi di Rothbarth e Habakkuk.

7.7. Uselding impiegando una diversa metodologia ispirata a Salter e Jorgenson e basata sugli andamenti delle quote distributive ha calcolato valori attesi delle quote della produttività attribuibili alla sostituzione per il settore manifatturiero americano dal 1839 al 1899. Egli ha calcolato che incrementi medi decennali della produttività del lavoro dell'11% circa sono attribuibili alla sola sostituzione e rappresentano da soli dal 38 al 50% dell'intero aumento della produttività media-decennale (22-29%)<sup>(107)</sup>.

## NOTE

(1) Cfr. R. Hilferdings, *Das Finanzkapital*, 1909 (Milano 1961, parte 3). La considerazione dei mutamenti che investivano le strutture capitalistiche stava al centro di A. Hobson, *The Evolution of Modern Capitalism (A Study on Machine Production)*, London (1894) 1949. Hobson correlava a tale analisi una accurata ricostruzione (forse la prima dopo *Il capitale* di Marx) dei mutamenti che investivano la natura tecnica del sistema di produzione al termine dell'Ottocento e durante i primi decenni del Novecento (nelle numerose edizioni che seguirono Hobson continuò ad ampliare e aggiornare il testo primitivo). Hobson è più conosciuto come sostenitore della tesi sottocomunista e come anticipatore di alcune innovazioni keynesiane (fu lo stesso Keynes ad indicarlo come tale nel XXIII cap. della *Teoria generale...*) e paradossalmente è accaduto che la sua fama come teorico delle crisi da sottoconsumo e dell'imperialismo come loro sbocco ha finito per oscurare quella di studioso della produzione meccanica.

Un'altra anticipazione di questa linea di ricerca, anche essa caduta al di fuori dell'attenzione degli studiosi specializzati, la troviamo in un altro autore critico del mutamento istituzionale del capitalismo: T. Veblen. Quest'ultimo, con una similitudine singolare con Hobson - il quale pure scriveva negli anni a cavallo di due Grandi Depressioni - in *Absentee Ownership and Business Enterprises in Recent Times*, New York 1938, ritornava ai processi di riorganizzazione e ai mutamenti di scala che intervenivano per effetto delle applicazioni industriali delle nuove tecnologie chimiche per spiegare le trasformazioni che intervenivano nella organizzazione finanziaria e manageriale, ponendole alle origini della crisi del 1929.

(2) Sul carattere sequenziale delle innovazioni si può vedere, di D. Cardwell, *Tecnologia, scienza e storia* (1972), Bologna 1976, e N. Rosenberg, *Technological Change in the Machine Tool Industry 1840-1910*, "Journal of Economic History", 4, 1963 (ristampato in *Perspectives on Technology*, Cambridge 1976). Rosenberg fonde la nozione di sequenza tecnologica con quella del "grappolo" schumpeteriano delle innovazioni, indicando i punti deboli di quest'ultima e le ragioni che inducono a visualizzare le interazioni tra sviluppo e crescita in termini di "sequenze" alternative alle quali si collegano le decisioni dei soggetti economici.

(3) Cfr. p. 50.

(4) E' bene notare che a questo stadio il concetto di lavoro non viene determinato da Habakkuk. Vedremo che ha molta importanza invece la distinzione tra lavoro comune e qualificato. Colgo l'occasione per precisare che lavoro qualificato non viene usato nel significato che gli si attribuisce oggi, ma con quello di lavoro contenente delle abilità acquisite a mezzo dell'istruzione o dell'esperienza.

(5) Nel libro di Hobsbawm, *L'industria e l'impero* (1968), Torino 1972, il lettore può trovare in appendice un'ampia raccolta di materiale statistico di pronta lettura. Per l'Inghilterra cfr. anche la raccolta curata da D. Aldcroft, *The Development of British Industry and Foreign Competition 1875-1914*, London 1968. Per gli Stati Uniti si possono consultare *Statistical Abstract of the United States*, Bureau of the Census, 1978 e Davis-Easterlin-Parker, *American Economic Growth (An Economist's History of the U.S.)*, New York 1972.

(6) Non è questa la sede per porre problemi riguardanti la teoria neoclassica del cambiamento tecnologico; tuttavia possiamo notare che Habakkuk si discosta dal rapporto di equivalenza imposto da tale teoria tra le tendenze economizzatrici e quelle intensificatrici. Nel modello neoclassico di equilibrio i valori delle variabili (comprese quelle che esprimono aggiustamenti di natura tecnica) sono determinati simultaneamente e ciò comporta delle semplificazioni quando si interpreta la dinamica storica (in un contesto diversi vedi L. Pasinetti, *La teoria economica della domanda effettiva*, in *Sviluppo economico e distribuzione del reddito*, Bologna 1977, p. 61 ss.). In questo senso l'equivalenza che viene posta in una relazione che per sua natura è dinamica è direttamente riconducibile agli schemi marginalistici e ci pare che mentre altri aspetti della teoria dell'equilibrio sono stati criticati, a partire dai contributi di J. Robinson, Kaldor e Sraffa, questo punto è rimasto relativamente immune. Questo fatto si spiega con le difficoltà che incontra l'introduzione di un criterio sequenziale all'interno dei processi di sostituzione dal momento che questo è vincolato ad una interpretazione della natura delle applicazioni tecnologiche della scienza e del loro cambiamento nel tempo (nel nostro caso della meccanica) la quale è destinata a restare un punto irrisolto col permanere della rottura realizzata dalla rivoluzione marginale rispetto al pensiero classico e di Marx. Allo scopo di definire meglio il carattere di storia della tecnologia di questo campo di ricerca vogliamo porre all'attenzione il fatto che una certa ambiguità - che non deriva altro che dal fatto che la meccanica si costituisce come scienza che mantiene la posizione di veicolo delle applicazioni industriali - la si può trovare anche in Marx. Mentre nel *Capitale* nel lungo periodo il cambiamento tecnologico veniva risolto in risparmio di lavoro, nei *Grundrisse* al contrario si faceva strada una visione più complessa che indicava nell'impiego crescente di capitale fisso e nella diversificazione strutturale delle industrie momenti di rottura di tale scala di correlazione.

Quanto diciamo nel testo si collega direttamente alla teoria dei fattori. A questo proposito mi sembra assai pertinente la seguente citazione tratta da *The Entropy Law and the Economic Process* di Georgescu-Roegen (pp. 243-244) il quale indica che i processi di sostituzione non vengono attuati diminuendo un input e accrescendo un altro, ma piuttosto che si sostituiscono blocchi di aggregati fattoriali: "Therefore if we consider a given process, there may be no process corresponding to the substitution of more  $K_i$  for a decrease in  $H_j$ . Substitution means rather that  $K_c$  and  $L_d$  are used instead of  $K_a$  and  $L_c$ . And if this is the case, substitution cannot be represented in terms of two coordinates - one representing

"capital", the other "labor" - as is done in the familiar map of isoquants. Neoclassical economists, after censuring Marx for his idea that every concrete labor is a congealed form of general abstract labor, returned to their own shop to out do him in this very respect by assuming that concrete capital, too, is congealed abstract capital".

(7) D.S. Landes, *Factor Costs and Demand: Determinants of Economic Growth*, "Business History", 1, 1965.

(8) Vedi parte 5.

(9) E. Rothbart, *Causes of Superior Efficiency of U.S.A. Industry as Compared with British Industry*, "Economic Journal", 3, 1946.

(10) N. Rosenberg, *The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices*, in *Perspectives... cit.*; P. David, *Labor Scarcity and the Problem of Technological Practice and Progress in Nineteenth Century America*, in *Technological Choice Innovation and Economic Growth*, Cambridge 1975.

(11) H.B. Chenery, *Process and Production Functions from Engineering Data*, in W.W. Leontief et al., *Studies in the Structure of the American Economy*, New York 1953. Un concetto simile è espresso da S. Ahmad, *On the Theory of Induced Invention*, "Economic Journal", 76, 1966. Ahmad introduce una *innovation possibility curve* definita come l'involuppo nel tempo storico degli isoquanti di breve periodo. Gli isoquanti corrispondono ai processi fondamentali di produzione il cui sviluppo è determinato esogenamente dalla spesa in ricerca e sviluppo. In questo modo gli spostamenti della I.P.C. possono riflettere orientamenti autonomi delle scienze fondamentali, mentre spostamenti lungo gli isoquanti riflettono la presenza di orientamenti *price-induced*.

(12) P. David, *Labor Scarcity... cit.*, p. 68 ss.; Nelson-Winter, *Towards an Evolutionary Theory of Economic Capabilities*, "Am. Ec. Rev.", 63, 1973; Nelson-Winter-Schuette, *Technical Change in an Evolutionary Model*, "Quart. Journal. Ec.", 40, 1976.

(13) D.C. North, *The Economic Growth of the United States, 1790-1860*, Englewood Cliffs 1961 e *Growth and Welfare in the American Past*, Englewood Cliffs 1966. B. Thomas, *The Atlantic Economy*, New York 1977.

(14) In D.S. Landes, *Factor Costs... cit.*; *The Unbound Prometheus*, Cambridge 1969.

(15) Vedi per la manifestazione di squilibri interni nella storia dell'industria:

R. Hills, *Power in the Industrial Revolution*, Manchester 1970, p. 77; E. Bogart, *Storia Economica dell'Europa 1760-1939* (1943), Torino 1968, pp. 54 e 60; D. Landes, *Cambiamenti tecnologici e sviluppo industriale nell'Europa occidentale, 1750-1914*, in *Storia Economica Cambridge*, VI, 1 (1965), Torino 1974, pp. 310 ss., 336 e 339 ss.; P. Manteux, *The Industrial Revolution in the 18th Century*, London 1948, pp. 211 ss., 244 ss.; P. Mathias, *The First Industrial Nation*, London 1969, p. 142; Davis-Easterlin-Parker, *American... cit.*, cap. 7; S. Kuznets, *Secular Movements in Production and Prices, Their Nature and Their Bearing upon Cyclical Fluctuations* (1930), New York 1967, p. 31 ss.

Per gli effetti dell'interrelazione tecnologica dovuta a fasi complementari (e perciò a sequenze complementari di innovazione) vedi M. Frankel, *Obsolescence and Technological Change in a Maturing Economy*, "Am. Ec. Rev.", 2, 1955; J. Feller, *The Draper Loom in New England Textiles, 1894-1914: A Story of Diffusion of an Innovation*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1966; P. Strassmann, *Interrelated Industries and the Rate of Technological Change*, "Rev. of Ec. Stud.", Oct. 1959; J. Hughes, *Foreign Trade and Balanced Growth: The Historical Framework*, "Am. Ec. Rev.", Pap. and Proc., May 1959.

(16) Cfr. p. 159.

(17) Negli Stati Uniti si realizzano confluente verso settori diversificati i quali richiedono manodopera comune. In questo quadro appare assente negli Stati Uniti la concorrenza diretta sul mercato del lavoro, ovvero non si crea quella pressione della manodopera espulsa dalla agricoltura, anzi verso l'industria ed i lavori della rete di sviluppo urbano e verso l'agricoltura si verificano i fenomeni di mobilità che caratterizzano il tessuto industriale americano.

Pertanto l'effetto dell'istruzione si dispiega su di un tessuto che presenta già al suo interno le elasticità proprie di un processo di sviluppo e diversificazione della capacità lavorativa. Cfr. la parte curata da Easterlin in Davis, Easterlin, Parker, *American Economic Growth*, New York 1972, in particolare le statistiche a p. 148 e 126, inoltre quelle, a p. 144, di W.W. Rostow, *The World Economy, History and Prospect*, Austin 1978. Vedi anche W.A. Lewis, *Growth and Fluctuations 1870-1913*, London 1978, p. 137 ss.

(18) I cicli americani erano caratterizzati da boom vigorosi con fluttuazioni profonde che venivano accentuate dai cicli generati dalle costruzioni di strade, canali e ferrovie. Cfr. Hughes-Rosenberg, *The US Business Cycle before 1860: Some Problems of Interpretation*, "Ec. Hist. Rev.", 3, 1963; un fenomeno analogo si verificava in Inghilterra, cfr. Matthews, op. cit. e Gayer-Rostow-Schwartz, *The Growth and Fluctuation of the British Economy 1790-1850*, le parti iniziali del I vol.; tuttavia da questo studio risulta che le fluttuazioni indotte da questa fonte erano di minore ampiezza di quelle causate dall'andamento del commercio estero.

(19) Schumpeter ha una visione meno accomodante delle influenze del sistema

tariffario; cfr. *Business Cycles cit.*, p. 259.

(20) F. Crouzet, op. cit.; R. Cameron, *Banking in the Early Stages of Industrialization*, Oxford 1967; L.H. Pressnell, *Country Banking in the Industrial Revolution*, Oxford 1956. Certi aspetti che vedremo relativi alla struttura del capitale fisso e alla sua "vita economica" venivano accentuati da questa caratteristica forma di finanziamento. E' un fattore sul quale insiste Landes al fine di differenziare la tecnica bancaria tedesca ed i suoi effetti sul finanziamento a lungo termine. Vedi anche la sintesi molto chiara di Lesourd-Gérard in *Storia economica dell'ottocento e del novecento* (1963), Milano 1973, p. 44 ss.; vedi inoltre W. Ashworth, *Breve storia dell'economia mondiale dal 1850 ad oggi* (1975), Bari 1976, p. 102 ss. E' bene osservare, comunque, che nell'epoca che ci interessa non vi sono elementi del tutto sufficienti per concludere che il sistema di finanziamento adottato negli Stati Uniti fosse proprio meglio attrezzato di quello inglese. Anche se nel corso dell'Ottocento le banche di deposito iniziarono ad assorbire una quota sempre più elevata del credito a lungo termine, studi che riguardano il periodo esaminato da Habakkuk indicano un mercato del capitale scarsamente sviluppato e il ricorso a forme piuttosto arretrate di finanziamento. Cfr. L. Davis, *The Capital Markets and industrial Concentration: The US and UK, a Comparative Study*, "Ec. Hist. Rev.", 2, 1966, e *Source of Industrial Finance: The American Textile Industry, a Case Study*, in *Purdue Faculty Papers in Economic History 1956-66*, Homewood (Ill.) 1967. Nel caso del settore tessile Davis nota che il passaggio alla emissione di azioni e al credito delle banche di deposito fu tuttavia più rapido. Vedi anche Davis, Easterlin, Parker, op. cit. a questo proposito. Questi autori prospettano l'ipotesi che il mercato del capitale appaia più mobile negli Stati Uniti, ma sembra derivare questa qualità da una maggiore "rozzezza" delle tecniche di transazione impiegate.

(21) D. Cardwell, *From Watt to Clausius, the Rise of Thermodynamics in the Early Industrial Age*, London 1971. P. Temin, *Steam and Waterpower in the Early 19th Century*, "J. of Ec. Hist.", 2, 1966.

(22) J. Clapham, *Economic History of Modern Britain*, III, 1938, p. 168; D. Landes, op. cit. (tr. it.), p. 514 ss.; P. Temin, *Iron and Steel in 19th Century America*, Cambridge (Mass.) 1964; dello stesso autore *The Composition of Iron and Steel Products, 1869-1909*, "J. of Ec. Hist.", 4, 1963; R.C. Allen, *The Peculiar Productivity History of American blast Furnaces, 1840-1913*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1977; N. Rosenberg, *Selection and Adaptation in the Transfer of Technology: Steam and Iron in America 1800-1870*, in *Perspectives... cit.*; H. Shubert, *Ferro e acciaio*, in Singer et al., *Storia della tecnologia*, IV (1958), Torino 1968 e *L'industria dell'acciaio* nel vol. V.

(23) Per l'importanza che aveva la disponibilità di alcune risorse naturali, come il legno, nel favorire una struttura flessibile del capitale, cfr. N. Rosenberg,

America's Rise to Woodworking Leadership e, più generali: *Technological Innovation and Natural Resources: The Niggardliness of Nature Reconsidered e Innovative Responses to Materials Shortages* ("Am. Ec. Rev.", 2, 1973), tutti e tre ristampati in *Perspectives...* cit.

(24) S. Pollard, *Il capitale fisso nella rivoluzione industriale inglese*, in Hartwell, *La rivoluzione industriale inglese*, Torino 1971; F. Crouzet, *La formation du capital en Grand Bretagne pendant la révolution industrielle*, II Conf. Int. d'Hist. Ec., Aix en Provence 1962. Per il settore tessile si possono vedere le stime riportate da M. Blaug in *The Productivity of Capital in the Lancashire Cotton Industry*, "Ec. Hist. Rev.", 3, 1961.

Vi sono varie indicazioni che il peso degli stocks di materiali di lavoro causava perturbazioni considerevoli inibendo la possibilità di limitare l'utilizzazione della capacità produttiva, cfr. R. Matthews, *A Study in Trade Cycle History (Economic Fluctuations in Great Britain 1833-42)*, Cambridge 1954, cap. 9. Per gli USA vedi Davis-Easterlin-Parker, op. cit., p. 274.

(25) Cfr. p. 160.

(26) *Theory of Wages*, London 1932. Il lettore può consultare inoltre l'antologia curata da B. Jossa, *Progresso tecnico e sviluppo economico*, Milano 1974 (in particolare i saggi di O. Lange, J. Robinson, M. Blaug e W. Fellner) per una discussione critica di questa teoria. Altri riferimenti saranno dati nel corso della discussione.

(27) Cfr. p. 135.

(28) In Singer et al., op. cit., vedi Beaumont-Higgs, *Gli attrezzi agricoli* e G. Fussell, *Tecniche di coltivazione*; nel II vol. *Storia economica di Cambridge* cit. vedi F. Dovring, *La trasformazione della agricoltura europea*, parti 3, 4 e 5.

(29) J. Chambers, *Enclosure and Labour Supply in the Industrial Revolution*, "Ec. Hist. Rev.", 2, 1952.

(30) *La rivoluzione industriale* (1967), Bologna 1971, cap. 3.

(31) *Factory Discipline during the Industrial Revolution*, "Economic History Review".

(32) Davis-Easterlin-Parker, op. cit., p. 148. Vedi inoltre, di R. Easterlin, *A Note on the Evidence of History*, in Anderson-Bowman (a cura di), *Education and Economic Development*, Chicago 1965; M. Kaser, *Education and Economic Progress, Experience in Industrialized Market Economies*, in Robinson-Vaizey

(a cura di), *The Economics of Education*, London 1966; specificamente per l'Inghilterra cfr. Hartwell, *La rivoluzione industriale inglese* (1971), Bari 1973, cap. 8, che ci pare però sottovalutare la diffusione dell'istruzione tecnica in Inghilterra rispetto alle informazioni fornite da Easterlin e contemporaneamente non distinguere a sufficienza tra istruzione elementare e quei livelli che appartengono alle condizioni della ricerca scientifica. Per il rapporto con il ciclo delle costruzioni vedi B. Thomas, *Migration and Economic Growth*, Cambridge 1954, p. 173 ss., e W.W. Rostow, *The World...* cit., p. 159 ss.

(33) P. Gaskell, *Artisans and Machinery, the Moral and Physical Condition of the Manufacturing Population Considered with Reference to Mechanical Substitutes for Human Labour*, London 1838; J. Wade, *History of the Middle and Working Classes*, London 1835; A. Ure, *The Philosophy of Manufactures*, London (1835) 1847; C. Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, London 1832; E. Baines, *History of the Cotton Manufacture*, London 1835. (Per una ricostruzione ampia e precisa di alcuni di questi testi vedi A. De Palma, *Le macchine e l'industria da Smith a Marx*, Torino 1971; mentre per un raro chiarimento del senso e dell'importanza della categoria "capacità di lavoro" nella concezione di Marx vedi di G. Giorgetti l'introduzione al I vol. delle *Teorie sul plusvalore*, Roma 1971, p. 87 ss.).

(34) Vedi G.G. De Coriolis, *Calcul de l'effet des machines*, Paris 1829. Faccio riferimento all'edizione del 1844 in cui è compreso anche *Mécanique générale des corps solides et considerations sur les frottements*; in un quadro diverso osservazioni in questo senso vengono fatte anche da M. Jammer, *Storia del concetto di forza*, Milano 1971. Fonti statistiche: W.W. Rostow, *The World...* cit., pp. 112, 380; David-Easterlin, op. cit., p. 131.

(35) Fonte statistica: Mitchell-Deane, *Abstract of British Historical Statistics*, Cambridge 1962, pp. 187-188 (la stima è mia).

(36) Gli aspetti principali di questo passaggio che investe le trasformazioni del processo lavorativo indotte dalla autonomizzazione della fonte di energia e dalla formazione della rete di rapporti che comporranno il tessuto industriale si possono cogliere nelle opere seguenti: F. Quesnay, *Fermiers e Grains* (tr. in *Il tableau e altri scritti di economia*, a cura di M. Ridolfi, Milano 1973); i due scritti di Smeaton, rispettivamente del 1759 e del 1776, pubblicati nel volume *Smeaton Enquiries*, edito a Londra nel 1874; vedi anche Baracca-Rigatti, *Aspetti dell'interazione fra scienza e tecnica durante la rivoluzione industriale del XVIII secolo*, "Giornale di fisica", 2 e 3, 1974; J. Banks, *On the Power of Machines*, Kendall 1833, e i due testi citati da Coriolis. Si vedano inoltre Musson-Robinson, *Scienza e tecnologia nella rivoluzione industriale*, Bologna 1974 e in Singer et al., *Storia della tecnologia*, IV, Torino 1964 i saggi di Forbes, di Dickinson e di Ubbelohde.

(37) *Economic Fluctuations in England 1700-1800*, Oxford 1959; W.W. Rostow, op. cit., p. 139 ss.

(38) Cfr. in Mitchell-Deane, op. cit., la serie relativa ai prezzi del pane a Londra, p. 497. Oltre alle opere citate sui cicli inglesi, vedi anche lo scritto anonimo *An Inquiry into those Principles Respecting the Nature of Demand and the Necessity of Consumption, Lately Advocated by Mr. Malthus...*, London 1821, pp. 20, 71-72, 84 (tradotto in *I socialisti ricardiani*, a cura di A. Ginzburg, Milano 1976) e T. Hopkins, *Great Britain for the Last Forty Years, Being an Historical and Analytical Account of Its Finances Economy, and General Condition during the Period*, London 1834.

Vedi anche la ricostruzione compiuta da E. Hobsbawm in *La rivoluzione industriale e l'impero* (1968), Torino 1972.

(39) Vedi C. Babbage, *The Exposition of 1851, or Views of the Industry, the Science, and the Government of England*, London (1851, 2a) 1969; D.S.L. Cardwell, *The Organisation of Science in England. A Retrospect*, London 1957; Landes in *Storia economica...* cit., pp. 319 e 598 ss. Il quadro risulta tuttavia più complicato rispetto alle osservazioni di Landes, dal momento che la situazione inglese al termine dell'Ottocento risulta paradossale: se si pensa a Maxwell, a Faraday e alle nuove scienze dell'elettricità si resta piuttosto incerti sulla efficacia di una spiegazione del declino relativo dello sviluppo inglese basata sulla diversa evoluzione scientifica rispetto alla Germania. I fattori divengono piuttosto multilaterali e bisogna considerare differenze nella ricerca di base (nei settori in cui questa si sviluppa), nella accertata difficoltà inglese a organizzare efficientemente una struttura di ricerca applicata e considerare quali sono i fattori che hanno condotto alla scorporazione del dinamismo scientifico da quello tecnico e industriale. Proprio il caso inglese induce a riconsiderare la possibilità di assumere come indicatori dello sviluppo i parametri indicati in alternativa dai sociologi dell'invenzione e a prendere in considerazione fenomeni di autonomizzazione e di scollamento delle forze che compongono il quadro dei rapporti dello sviluppo. Secondo le ipotesi che seguono, il dinamismo tecnico industriale non è soltanto un risultato della capacità di approfondire singolarmente le forze che concorrono all'ampliamento del quadro delle risorse ed al suo sfruttamento più intenso, ma anche, e forse soprattutto, della capacità del sistema di 'autocombinarsi', di ricondurre gli elementi a rapporti di economia, di sviluppare la natura relazionale del modo di produzione. Sul piano scientifico, la massima espressione critica di questa natura del capitalismo (in cui lo sfruttamento brutale del tempo di lavoro comincia a manifestarsi come una "base miserabile" per la accumulazione) fu Marx, un Marx che, secondo noi, non era per niente alieno dalla tematica della valorizzazione della capacità correlativa del lavoro mentale, come veniva sostenuta nell'ottica della diversificazione dei domini scientifici e della loro convergenza da Babbage, da Liebig e da W.R. Grove (*On the Correlation of Physical Forces*, London 1846).

(40) W. Hoffmann *British Industry 1700-1950* (1935), Oxford 1940, tavola 49, p. 184 e argomenti connessi.

(41) Op. cit., tavola 2, pp. 16-23.

(42) G. White, *Memoire of Samuel Slater, the Father of American Manufactures, Connected with the History of the Rise and Progress of the Cotton Manufacture in England and America with Remarks on the Moral Influence of Manufactories in the United States*, Philadelphia 1836, p. 113 ss. e il breve scritto di Allen contenuto nello stesso libro. Cfr. inoltre J. Sismonde de Sismondi, *Nuovi principi di economia politica* (1819), Milano 1975, 4, VII, 7.VII e p. 228.

(43) *Anglo-American wage Differences in the 1820's*, "Journal of Economic History", 2, 1967.

(44) Vedi nella raccolta Musson-Robinson, *Scienza e tecnologia nella rivoluzione industriale* (1969), Bologna 1974, il saggio *Lo sviluppo della produzione meccanica in serie*; in Singer et al., op. cit., K. Gilbert, *Macchine utensili*, p. 436 ss.; l'introduzione di Rosenberg a *The American System of Manufactures*, Chicago 1969, p. 5 (dal momento che molto materiale citato da Habakkuk è di difficile reperimento, il lettore può procurarsi questo testo che raccoglie i "rapporti" principali sul sistema di lavorazione americano); D.L. Burn, *The Genesis of American Engineering Competition, 1850-70*, "Economic History", II, Jan. 1931 (rist. in S. Saul, *Technological change ... cit.*).

(45) P. David, *Labor Scarcity ... cit.*, p. 25 ss..

(46) P. Temin, *Labor Scarcity and the problem of American Industrial Efficiency in the 1850's*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1966; *Labor Scarcity in America*, "Journal of Interdisciplinary History", 2, 1971. Vedi anche *The Relative Decline of the British Iron and Steel Industry*, in *Industrialization in Two Systems, Essays in Honor of A. Gerschenkron*, a cura di H. Rosovsky, New York 1966.

(47) R. Fogel, *The Specification Problem in Economic History*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1967; Ames-Rosenberg, *The Enfield Arsenal in Theory and History*, "Economic Journal", 312, 1968; I. Drummond, *Labor Scarcity and the Problem of American Industrial Efficiency in the 1850's. A Comment*, "Journal of Ec. Hist.", 3, 1967; David, op. cit. *Labor Scarcity...*, p. 27 ss.; vedi anche P.H. Lindert, *Land Scarcity and American Growth*, "J. of Ec. Hist.", 4, 1974.

(48) *Labor Scarcity...* cit., p. 27.

(49) Vedi G. Harcourt, *La teoria del capitale* (1972), Milano 1973; i saggi di Pasinetti (*Variazioni nel saggio di profitto e mutamenti di tecnica*), Spaventa

(Realismo senza parabole nella teoria del capitale) e Garegnani (*Beni capitali eterogenei, la funzione della produzione e la teoria della distribuzione*) in *Prezzi relativi e distribuzione del reddito*, a cura di P. Sylos-Labini, Torino 1973; W.J. Baumol, *Economic Theory and Operations Analysis*, Englewood 1977, cap. 24.

(50) R. Jones, *A Three-factor Model in Theory, History and Trade*, in Bhagwati-Jones-Mundell-Vanek (a cura di), *Trade, Balance of Payments and Growth: Papers in International Economics in Honor of C.P. Kindleberger*, Amsterdam 1971. W. Parker, *Review of "American and British Technology"*, "Business History Review", I, 1963.

(51) N. Rosenberg, *Technological Change...cit.*, 1963; si veda anche Ames-Rosenberg, *The Progressive Division and Specialization of Industries*, "Journal of Dev. Stud.", 4, 1965, dove il tema della diversificazione e della specializzazione vengono trattati in modo analitico. H. Leibenstein in *Economic Backwardness and Economic Growth*, New York 1957, discute i connettivi che consentono di giungere alla specificazione di processi trasversali intercorrenti tra le industrie e pertanto a ridefinire il concetto stesso di impresa (p. 80). Da queste acquisizioni gli autori citati pervengono a ridiscutere il ruolo delle industrie dei mezzi di produzione inteso come centro di propulsione del sistema industriale nel suo complesso. Questa visione, che era alla base della critica della economia politica di Marx, fu poi abbandonata con l'adesione al modello della produzione come un flusso, nel quale la specializzazione denota fenomeni relativi alla omogeneità del prodotto propria di un gruppo di imprese. Tale accezione dell'impresa la troviamo in Marshall, mentre in A. Young il progresso viene visto come un processo di moltiplicazione e diversificazione dei prodotti. Cfr. *Increasing Returns and Economic Progress*, "Economic Journal", Dec. 1928. Mentre l'ipotesi marshalliana e youngiana conduce poi a privilegiare il grado di concentrazione e di integrazione, discende dalla interpretazione di Rosenberg il bisogno di riprendere una analisi della disintegrazione verticale, o del grado in cui i processi di produzione si separano relativamente e acquistano autonomia secondo la maturità del sistema industriale nel suo complesso. Vedi a questo proposito G. Stigler, *The Division of Labour is limited by the Extent of the Market*, "Journal of Pol. Economy", 3, 1951.

(52) Vedi anche N. Rosenberg, *Capital Goods, Technology and Economic Growth*, "Oxford Ec. Pap.", 15, 1963 (rist. in *Perspectives... cit.*).

(53) Il senso in cui Landes intende il termine è diverso; op. cit., p. 628.

(54) Tra gli economisti questo modello è stato ripreso da J. Robinson in *The Accumulation of Capital*, Homewood (Ill) 1956, e ancora con più semplicità in *Saggi sulla teoria dello sviluppo economico* (1962), Milano 1969 (in particolare "Un modello del progresso tecnico").

(55) Questo ritardo persistente a maturare un grado più elevato di diversificazione o disintegrazione verticale marcò il passo del settore tessile in due stadi: in un primo momento vi furono difficoltà a separare la costruzione del macchinario dal settore di utilizzazione (Hills, op. cit.), in un secondo periodo - che è quello che ci interessa di più - la produzione di macchine incontrò i limiti propri del settore della meccanica leggera inglese e scontò nuovamente la difficoltà a porsi su basi industriali. S. Saul mostra infatti che per lungo tempo, a causa del carattere della produzione tessile inglese e ancor più della tecnologia che si era diffusa nel settore (basata sul sistema intermittente *mule* complementare al mantenimento dei telai meccanici) veniva mantenuta la tendenza a produrre manualmente, con lavoratori altamente specializzati, i componenti più delicati delle macchine. Vedi *The Market and the Development of the Mechanical Engineering Industries in Britain 1860-1914*, "Ec. Hist. Rev.", 1, 1967; vedi però anche la prefazione a *Technological Change: the US and Britain in the 19th Century*, London 1970, p. 15.

(56) Hartwell, *La rivoluzione industriale cit.*; Landes, *Factor costs. ... cit.*. Ambedue gli autori citati hanno privilegiato il versante degli imprenditori, dei loro comportamenti e adattamenti in un quadro che si viene differenziando con la comparsa di nuove nazioni industriali. Scarsa attenzione è stata data al problema di come il processo di adattamento o di attestamento a difesa delle posizioni conseguite con la prima rivoluzione industriale interagì con le 'risorse umane' o con il capitale umano. La gestione imprenditoriale di queste risorse, per come ci viene descritta da una vasta letteratura il cui epicentro è costituito dagli anni dal 1820 al 1850, va posta in rapporto all'inasprirsi delle lotte sindacali nei decenni 1880 e 1890. Nella storia delle classi lavoratrici inglesi si riconoscono tre periodi cruciali: la prima industrializzazione, i cui connotati sociali sono riconducibili alla perdita dell'uso delle terre comuni e alla concentrazione urbana; il periodo che segue le guerre napoleoniche, che vede il formarsi di una sovrappopolazione relativa e di un esercito di lavoro di riserva; il decennio 1835-45, il periodo delle innovazioni industriali e di maggiore caduta dei salari comuni. Mi preme sottolineare che la tendenza risparmiatrice del lavoro, che accomuna i tre periodi con forme e direttrici non omogenee, raggiunge la sua forza maggiore nell'ultimo periodo e si mantiene anche nelle epoche successive. Mentre dunque si qualifica in senso operaio la capacità lavorativa generata nelle manifatture e si realizza il passaggio da sovrappopolazione a esercito di riserva, l'orientamento del cambiamento tecnologico si mantiene sulla direttrice *labor-saving* nonostante la disponibilità in eccesso di forze di lavoro. Questo fenomeno veniva collegato da Ure e Babbage a fattori di specializzazione in alcuni comparti operai provenienti dal periodo precedente la diffusione massiccia del sistema di fabbrica (cimatori e tessitori) che stimolarono l'impiego di "science at the call of capital". Nella tassonomia della crescita derivante da cambiamento economico questo fenomeno è stato identificato col termine "isteresi", cioè il prevalere di movimenti inerziali su direzioni risparmiatrici anche quando gli stimoli

derivanti dai prezzi relativi o dalle scarsità sono attenuati o esauriti. L'elemento importante da cogliere a questo riguardo è che la diffusione di macchine e sistemi che risparmiano lavoro, in Gran Bretagna, avviene con un ritardo rispetto agli impulsi originari, che colloca la tendenza in un quadro alterato dalla disponibilità di forze di lavoro industriali in eccesso, con conseguenze che nella letteratura contemporanea sono descritte come devastanti sul piano sociale e umano. Si evidenzia dunque, prima ancora della polemica sul riassorbimento della disoccupazione tecnologica, che i modi e i tempi con cui la tecnologia dell'Ottocento converte le acquisizioni scientifiche in processi industriali sono all'origine delle rotture che si verificano nel tessuto della capacità lavorativa globale, ponendo in primo piano non più il carattere relazionale delle componenti manuali e mentali, ma la loro natura contraddittoria.

Nel contesto di ricerca pertinente alle applicazioni econometriche di modelli probabilistici diviene perciò essenziale poter misurare il ritardo con cui un grappolo (*cluster*) di innovazioni si addensa attorno ad un sentiero di espansione della I.P.F. e l'arco di tempo a partire dal quale la densità delle innovazioni si riduce e si sposta.

(57) Vedi le opere citate di Hobson e Veblen e inoltre R. Chandler, *Strategy and Structure*, New York 1966. M. De Cecco, *Economia e finanza internazionale dal 1890 al 1914*, Bari 1971; Tom Kemp, *L'industrializzazione in Europa nell'Ottocento* (1973), Bologna 1975; Francesco Sirugo, *La seconda rivoluzione industriale* cit..

(58) Vedi R.W. Fogel-S.L. Engermann, *Time on the Cross*, Boston 1974; E.D. Genovese, *Roll, Jordan, Roll: The World the Slaves Made*, New York 1974, I. Wallenstein, *The Capitalist World Economy*, Cambridge 1979, dove si trova una critica dei due lavori precedenti, p. 215 ss..

Le direttrici di trasferimento si possono cogliere in D. Eltis, *The Export of Slaves from Africa, 1821-1843*, "J. of Ec. Hist.", 2, 1977.

(59) *The Growth and Fluctuation of the British Economy, 1790-1850*, Oxford 1953.

(60) S. Saul, *Introduzione a Technological Change ... cit.*, L. Sandberg, *Movements in the Quality of British Cotton Textile Exports, 1815-1913*, "J. of Ec. Hist.", 1, 1968.

(61) E. Hobsbawm, op. cit.

(62) Nel rinnovato interesse attorno al modello Kondratieff vedi la raccolta curata da R. Giannetti per il testo originale ed inoltre W.A. Lewis, op. cit., p. 69 ss.; W.W. Rostow, *Getting there from here*, 1978, cap. 2, W.W. Rostow, *Kondratieff, Schumpeter, Kuznets, Trend Periods Revisited*, "J.E.H.", 1, 1975.

(63) Una linea interpretativa che traggio dalle sezioni su "macchine e grande industria" e "la giornata lavorativa" nel *Capitale*. J. Barton, *Observations on the Circumstances which Influence the Labouring Classes of Society*, London 1817.

(64) W. Lewis, *Sviluppo economico con disponibilità illimitata di manodopera*, in Agarwala-Singh, *L'economia dei paesi sottosviluppati*, Milano 1966.

(65) S. Saul, introduzione a *Technological... cit.*, p. 5, S. Lebergott, *Manpower in Economic Growth*, New York 1965, pp. 230-231; M. Postan, *Storia economica d'Europa, 1945-64* (1967), Bari 1975, p. 172 ss. (vedi anche il cap. precedente e pp. 57 e 399-400). Vedi anche N. Rosenberg, *The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices*, in *Perspectives... cit.*

(66) W. Salter, *Produttività e cambiamenti della tecnica* (1966), Torino 1975. D. Jorgenson, *The Theory of Investment Behavior*, in R. Ferber (a cura di), *Determinants of Investment Behavior*, New York 1967 e *the Embodiment Hypothesis*, "Journal of Political Economy", 1, 1966.

(67) Schumpeter, *Business Cycles ... cit.*; W. Hoffmann, *British Industry ... cit.* e *Stadien und Typen der Industrialisierung* del 1931; I. Svernilson, *Growth and Stagnation in the European Economy*, Genève 1954, cap. 1; S. Kuznets, *Secular Movements in Production and Prices, Their Nature and Their Bearing upon Cyclical Fluctuations* (1930), New York 1967.

(68) Fonte statistica: W. Hoffmann, *British Industry... cit.*, pp. 18-19.

(69) Wrigley, *The Supply of Raw Materials in the Industrial Revolution*, "Ec. Hist. Rev.", 1, 1962.

(70) Della successiva evoluzione delle macchine per la produzione di macchine fu inizialmente protagonista la *meccanica di precisione*; i gasometri, i dilatometri e gli altri strumenti di laboratorio inventati da Lavoisier, Smeaton, Berthoud ecc., insieme alle macchine a dividere perfezionate da Ramsden e al tornio di precisione (Thiout, Vaucanson, Gambey, Ramsden) costituiscono la base indispensabile per la successiva realizzazione - con livelli adeguati di precisione - delle macchine vere e proprie. I primi esempi di macchine utensili sono le alesatrici e poi i torni che consentirono nei loro sviluppi (dalla lunetta mobile, al carrello automatico, al tornio a torretta verticale a operazioni predeterminate) di standardizzare e migliorare la precisione di costruzione. Un inventore da ricordare accanto a Roberts, Vaucanson, Nasmyth, Maudsley è Withworth che fu uno dei primi a passare dalla costruzione di macchine utensili come lavorazione intermedia alla specializzazione in questo settore. L'altro versante dello sviluppo della meccanica è costituito dalle fresatrici, piallatrici, mortasatrici, limatrici

e quel complesso di macchine che per azione di taglio o di fresa consentivano la produzione di piani, ingranaggi, leve fino ai bulloni e ai dadi. Infine vengono i magli, che vennero meccanizzati da Nasmyth con la sua macchina a vapore verticale.

Vedi per questa evoluzione che ho ricordato sommariamente, Singer et al., op. cit.; Gilbert, *Macchine utensili*; A.P. Usher, *History of Mechanical Inventions*, Harvard, U.P., 1954; Joseph Roe, *English and American Tool Builders*, New Haven 1916 e le due ricerche fondamentali di R.S. Woodbury, *History of the Gear-cutting Machine*, Cambridge, M.I.T., 1958, *History of the Grinding Machine*, Cambridge, M.I.T., 1959.

(71) N. Rosenberg, *America's Rise to Woodworking Leadership*, in *Perspectives ... cit.*; W.P. Strassmann, *Risk and Technological Innovation*, Ithaca 1959, p. 87; V.S. Clark, *History of Manufactures in the United States*, Washington 1929, vol. I, p. 370; D.L. Burn, *The Genesis of American Engineering Competition 1850-70, 1931* (rist. in Saul, op. cit., 1970, pp. 81-83).

(72) M. Amendola, *Macchine, produttività e progresso tecnico*, Milano 1976 e *La vita economica del capitale, un'analisi di dinamica comparata*, Milano 1971.

(73) R. Frish, *Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics*, in Gordon-Klein (a cura di), *Readings in Business Cycles*, London 1966.

(74) D. Ricardo, *Works and Correspondence*, a cura di P. Sraffa e M. Dobb, Cambridge 1973; Ricardo a McCulloch, 29 marzo 1820 (VIII); Ricardo a McCulloch 2 maggio 1820 (VIII); dove vengono analizzate le condizioni prevalenti al termine della guerra; McCulloch a Ricardo, 21 giugno 1821 e Ricardo a McCulloch, 30 giugno 1821 (VIII). Sulla iniziale opposizione di Ricardo alle tesi di John Barton, vedi Ricardo a Barton, 20 maggio 1817 (VII).

Sull' "effetto delle macchine" ricardiano cfr. K. Wicksell, *Lezioni di economia politica* (1926), Torino 1966, pp. 150-160; F. Sylos-Labini, *Oligopolio e progresso tecnico*, Torino 1964 (dove le tesi di Ricardo e Wicksell sono discusse criticamente e confrontate con un modello elaborato sulle ipotesi di Marx); J.R. Hicks, *Una teoria della storia economica* (Oxford 1969), Torino 1971, parte conclusiva e appendice; Mario Amendola, op. cit., 1976, ultimo cap.; P.A. David, *The Landscape and the Machine: Technical Interrelatedness, Land Tenure and the Mechanization of the Corn Harvest in Victorian Britain*, in D.M. McCloskey (a cura di), *Essays on a Mature Economy, Britain after 1840*, London 1971, p. 173 ss. Nei successori di Ricardo la tematica della durevolezza e della riproduzione del capitale assunse la forma della teoria della immobilizzazione, o di quelle quote del capitale che risultavano imprigionate (*locked-up*) in una fase della circolazione o del ciclo di produzione, o, più in generale, nel crescente impiego di capitale fisso. La prima fu sviluppata da J.S. Mill (*Essays on Some unsettled Questions of Political Economy* (1844, 1874), New York 1974, pp. 55-59) mentre

sull'altra linea si collocava il contributo anonimo *An Inquiry into Those Principles Respecting the Nature of Demand and the Necessity of Consumption, Lately Advocated by Mr. Malthus...*, London 1821 (pp. 20, 71-72, 84) dove per la prima volta si faceva riferimento alla rigidità indotta dall'impiego del capitale fisso e agli effetti negativi che questa produceva sui profitti e sulla capacità di adattamento del sistema quando questo veniva posto in tensione da una crisi commerciale. La tendenza alla caduta dei prezzi dei prodotti manufatturati che caratterizzò i primi decenni dell'Ottocento congiungendosi con i forti immobilizzi in capitale fisso costringeva forzatamente al pieno sfruttamento della capacità produttiva anche in momenti in cui sarebbe stato più conveniente ridurre la produzione (vedi R. Matthews, op. cit.). A questo insieme di fenomeni strutturali si riallacciava l'anonimo quando identificava fasi di "distruzione del capitale" in cui l'impossibilità di trasferire il capitale investito dai rami in cui questo si era sovraccumulato a quelli in cui aveva nuove occasioni di investimento si manifestava - come osservava Ure - nella bancarotta e nella messa all'asta del macchinario divenuto inutile non tanto in ragione delle sue deficienze tecniche, ma della corsa sfrenata alla riduzione dei margini tra prezzi e costi come risultato della "reckless competition". Al lato opposto, un altro gruppo di autori vedeva maturare fenomeni di degenerazione nella capacità selettiva del sistema, che di fronte alla formazione di capitali in eccesso pareva come impazzire in ondate speculative perdendo il senso del potenziale di sviluppo insito nel contenuto materiale dell'investimento. T. Corbet (*An Inquiry into the Causes and Modes of the Wealth of individuals or the Principles of Trade and Speculation Explained*, London 1841, p. 43 ss.) osservava i primi fenomeni di formazione di strutture oligopolistiche capaci di fissare i prezzi in condizioni di concorrenza, mentre F.W. Newman aggiungeva a tali fattori i primi fenomeni di distorsione della capacità di accumulazione in ragione della classe di grandezza a cui appartenevano le varie imprese (*Lectures on Political Economy*, London 1851; vedi anche J. Fullarton, *On the regulation of Currencies, Being an Examination of the Principles on Which it is Proposed to Restrict, within Certain Limits the Future Issues on Credit of the Bank of England and of the Other Banking Establishments throughout the Country* (1844, 1845), New York 1969, cap. VIII). Nel 1834, T. Hopkins, op. cit., p. 47, osservava come la determinazione ricardiana del salario come variabile indipendente, riletta nella realtà storica del processo di accumulazione si era convertita nel suo contrario, facendo dei salari un residuo della remunerazione dei profitti e delle rendite.

(75) W. Hoffmann, *British Industry...* cit., pp. 130 ss., 169-170, 222 ss.

(76) S. Kuznets, *Secular Movements...* cit., primi capitoli, e p. 200 ss.

(77) E' un classico di questa teoria del ciclo J. Einarsen, *Reinvestment Cycles... in the Norwegian Shipping Industry*, Oslo 1938, mentre le implicazioni della coincidenza relativa dei due insiemi di impulsi ciclici viene discussa da J. Tinbergen,

*Annual Survey: Suggestions on Quantitative Business Cycle Theory*, "Econometrica", III, 1935 e in E.D. Domar, *The Problem of Capital Accumulation*, "Am. Ec. Rev.", 4, 1948. Vedere inoltre la raccolta curata da Renato Giannetti e il quadro che questi articola in *Sviluppo e ristagno. Il dibattito sul ciclo economico nel periodo tra le due guerre*, Firenze, 1977.

(78) Per le stime di Hoffmann vedi op. cit., p. 162 ss. Il loro limite è che si riferiscono ad economie relativamente diverse da quella inglese per ciò che concerne la rapidità di sostituzione e la composizione tecnica del settore produttore di beni capitali; inoltre si riferiscono ad un periodo in cui le differenze piuttosto rilevanti che vengono riscontrate dai contemporanei inglesi e americani si sono ridotte e perciò non si manifestano forti scostamenti del periodo medio di riproduzione. A. Ure, op. cit., p. 441; C. Babbage, op. cit., p. 231; J.C. Symons, *Arts and Artisans at Home and Abroad*, Edinburgh 1839, p. 233; M. Blaug, op. cit., p. 361.

(79) D.N. McCloskey, *International Differences in Productivity? Coal and Steel in America and Britain before World War I*, in McCloskey (a cura di), op. cit., p. 290 ss. P. David, *The Mechanization of Reaping in the Ante-bellum Midwest e The Landscape and the Machine: Technical Interrelatedness, Land Tenure and the Mechanization of the Corn Harvest in Victorian England*, ambedue ristampati in *Technical Choice... cit.*

Vedi anche A.L. Olmstead, *The Mechanization of Reaping in American Agriculture 1833-1970*, "J. of Ec. Hist.", 2, 1975 e R. Pomfret, *The Mechanization of Reaping in 19th. Century Ontario, A case Study of the Force and Diffusion of Embodied Technological Change*, "J. of Ec. Hist.", 2, 1976.

(80) Von Tunzelmann, op. cit.; R. Floud, *The British Machine Tool Industry, 1850-1914*, Cambridge U.P., 1976.

(81) Habakkuk, op. cit., pp. 55, 142; L.G. Sandberg, *American Rings and English Mules: The Role of Economic Rationality*, "Quarterly Journal of Ec.", 1, 1969 (rist. in S.B. Saul (a cura di), *Technological Change... cit.*, pp. 120-121); R. Robson, op. cit., p. 355; M.T. Copeland, *The Cotton Manufacturing Industry of the United States*, Harvard 1912, p. 71, in D. Aldcroft (a cura di), *The Development of British Industry and Foreign Competition 1875-1914*, London 1968, vedi R.E. Tyson, *The Cotton Industry*, pp. 120-123; P. Mathias, op. cit., p. 404 ss.

(82) E' il focus del lavoro di Sandberg; vedi anche Copeland, op. cit., pp. 71-72.

(83) Copeland, op. cit., pp. 67-68; da ciò deriva la più alta produttività del sistema ring.

(84) Sandberg, op. cit., pp. 126-127; Copeland, op. cit., p. 70; che il ring risparmi

energia è invece controverso.

(85) Hills, op. cit., p. 124; Copeland, op. cit., p. 66.

(86) Cfr. N. Rosenberg, *Technological Change in the Machine Tool Industry 1840-1910*, "Journal of Ec. Hist.", 4, 1963.

(87) 1800: 1; 1835: 2; 1860: 2.5-3; 1887: 4; M. Blaug, op. cit., pp. 365-367.

(88) Copeland, op. cit., p. 67.

(89) Copeland, op. cit., pp. 69-70 e 72-73 (cap. XVII); Sandberg, op. cit., p. 125.

(90) Feller, op. cit., p. 320; Copeland, op. cit., p. 85.

(91) Hills, op. cit., pp. 16-18.

(92) Hills, op. cit., p. 61-62.

(93) Vedi anche S.D. Chapman, op. cit., 1972, p. 17; Habakkuk, op. cit., pp. 144-151.

(94) Hills, op. cit., p. 204.

(95) E. Budd, *Factor Shares 1850-1910*, in *Trends in the American Economy in the 19th Century*, Princeton 1960; J. Gould, *Storia e sviluppo economico (1972)*, Bari 1975 e Postan, op. cit.

(96) M. Brown, *On the Theory and Measurement of Technological Change*, Cambridge 1966, cap. 3.

(97) Wonnacott-Wonnacott, *Econometrica*, Milano 1973, cap. 4.3; M. Brown, op. cit., cap. 3.

(98) P. David, *Learning by Doing and Tariff Protection; A Reconsideration of the Ante-Bellum United States Cotton Textile Industry*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1970, rist. in *Technical Choice... cit.*

(99) J. Williamson, *Embodiment, Disembodiment, Learning by Doing and Returns to Scale in Nineteenth-century Cotton Textiles*, "J. of Ec. Hist.", 3, 1972. Vedi anche la risposta di David, *The Use and Abuse of Prior Information in Econometric History*, nello stesso numero.

(100) A.C.M.S., *Capital-labor Substitution and Economic Efficiency*, "Review of Economics and Statistics", agosto 1961.

(101) Abramovitz-David, *Interpretations of Economic Growth*, "American Economic Review", LXIII, 1973.

(102) David-Van de Klundert, *Biased Efficiency Growth and Capital-labor Substitution in the U.S., 1899-1960*, "Am. Ec. Rev.", 3, 1965.

(103) Brown ricorre infatti ad una doppia trasformazione logaritmica, una per la *Ces* e l'altra per l'*expansion path*. Per il lag di Nerlove vedi M. Nerlove, *Estimates of the Elasticity of Supply of Selected Agricultural Commodities*, "Journal of Farm Economics", 38, 1956, e H. Theil, *Principles of Econometrics*, New York 1971, p. 261 ss.

(104) Sono presenti distorsione da equazioni simultanee (*simultaneous equations bias*) e autocorrelazione dei residui. Poiché la distorsione è negativa si ha un restringimento delle regioni di accettazione della ipotesi nulla che viene quindi respinta più facilmente. Vedi J. Kmenta, *Elements of Econometrics*, New York 1971, p. 282.

(105) E. Asher, *Industrial Efficiency and Biased Technical Change in American and British Manufacturing: The Case of Textiles in the Nineteenth Century*, "J. of Ec. Hist.", 2, 1972.

(106) Uselding, *Factor Substitution and Labor Productivity Growth in American Manufacturing, 1839-1899*, "J. of Ec. Hist.". Gli sviluppi più recenti si hanno con le applicazioni della funzione della produzione trascendentale logaritmica e la sua *cost-dual*. Questa funzione nelle applicazioni a serie temporali consente di ottenere stime di superfici differenziabili ad elasticità di sostituzione variabile secondo la posizione, inoltre si adatta meglio all'impiego con più di due fattori consentendo di ottenere stime incrociate tra macchine, lavoro, risorse naturali ecc. ...

*Elenco dei Quaderni pubblicati*

- n. 1 (febbraio 1979)  
**MASSIMO DI MATTEO**  
Alcune considerazioni sui concetti di lavoro produttivo e improduttivo in Marx.
- n. 2 (marzo 1979)  
**MARIA L. RUIZ**  
Mercati oligopolistici e scambi internazionali di manufatti. Alcune ipotesi e un'applicazione all'Italia
- n. 3 (maggio 1979)  
**DOMENICO MARIO NUTI**  
Le contraddizioni delle economie socialiste: una interpretazione marxista
- n. 4 (giugno 1979)  
**ALESSANDRO VERCELLI**  
Equilibrio e dinamica del sistema economico-semantica dei linguaggi formalizzati e modello keynesiano
- n. 5 (settembre 1979)  
**A. RONCAGLIA - M. TONVERONACHI**  
Monetaristi e neokeynesiani: due scuole o una?
- n. 6 (dicembre 1979)  
**NERI SALVADORI**  
Mutamento dei metodi di produzione e produzione congiunta
- n. 7 (gennaio 1980)  
**GIUSEPPE DELLA TORRE**  
La struttura del sistema finanziario italiano: considerazioni in margine ad un'indagine sull'evoluzione quantitativa nel dopoguerra (1948-1978)
- n. 8 (gennaio 1980)  
**AGOSTINO D'ERCOLE**  
Ruolo della moneta ed impostazione antiquantitativa in Marx: una nota
- n. 9 (novembre 1980)  
**GIULIO CIFARELLI**  
The natural rate of unemployment with rational expectations hypothesis. Some problems of estimation

- n. 10 (dicembre 1980)  
**SILVANO VICARELLI**  
Note su ammortamenti, rimpiazzi e tasso di crescita
- n. 10 bis (aprile 1981)  
**LIONELLO F. PUNZO**  
Does the standard system exist?
- n. 11 (marzo 1982)  
**SANDRO GRONCHI**  
A meaningful sufficient condition for the uniqueness of the internal rate of return
- n. 12 (giugno 1982)  
**FABIO PETRI**  
Some implications of money creation in a growing economy
- n. 13 (settembre 1982)  
**RUGGERO PALADINI**  
Da Cournot all'oligopolio: aspetti dei processi concorrenziali
- n. 14 (ottobre 1982)  
**SANDRO GRONCHI**  
A Generalized internal rate of return depending on the cost of capital
- n. 15 (novembre 1982)  
**FABIO PETRI**  
The Patinkin controversy revisited
- n. 16 (dicembre 1982)  
**MARINELLA TERRASI BALESTRIERI**  
La dinamica della localizzazione industriale: aspetti teorici e analisi empirica
- n. 17 (gennaio 1983)  
**FABIO PETRI**  
The connection between Say's law and the theory of the rate of interest in Ricardo
- n. 18 (gennaio 1983)  
**GIULIO CIFARELLI**  
Inflation and output in Italy: a rational expectations interpretation
- n. 19 (gennaio 1983)  
**MASSIMO DI MATTEO**  
Monetary conditions in a classical growth cycle

n. 20 (marzo 1983)

**MASSIMO DI MATTEO - MARIA L. RUIZ**

Effetti dell'interdipendenza tra paesi produttori di petrolio e paesi industrializzati: un'analisi macrodinamica

n. 21 (marzo 1983)

**ANTONIO CRISTOFARO**

La base imponibile dell'IRPEF: un'analisi empirica (marzo 1983)

n. 22 (gennaio 1984)

**FLAVIO CASPRINI**

L'efficienza del mercato dei cambi. Analisi teorica e verifica empirica

n. 23 (febbraio 1984)

**PIETRO PUCCINELLI**

Imprese e mercato nelle economie socialiste: due approcci alternativi

n. 24 (febbraio 1984)

**BRUNO MICONI**

Potere prezzi e distribuzione in economie mercantili caratterizzate da diverse relazioni sociali

n. 25 (aprile 1984)

**SANDRO GRONCHI**

On investment criteria based on the internal rate of return

n. 26 (maggio 1984)

**SANDRO GRONCHI**

On Karmel's criterion for optimal truncation

n. 27 (giugno 1984)

**SANDRO GRONCHI**

On truncation "theorems"

n. 28 (ottobre 1984)

**LIONELLO F. PUNZO**

La matematica di Sraffa

n. 29 (dicembre 1984)

**ANTONELLA STIRATI**

Women's work in economic development process

n. 30 (gennaio 1985)

**GIULIO CIFARELLI**

The natural rate of unemployment and rational expectation hypotheses: some empirical tests.

n. 31 (gennaio 1985)

**SIMONETTA BOTARELLI**

Alcuni aspetti della concentrazione dei redditi nel Comune di Siena

n.32 (febbraio 1985)

**FOSCO GIOVANNONI**

Alcune considerazioni metodologiche sulla riforma di un sistema tributario

n. 33 (febbraio 1985)

**SIMONETTA BOTARELLI**

Ineguaglianza dei redditi personali a livello comunale

n. 34 (marzo 1985)

**IAN STEEDMAN**

Produced inputs and tax incidence theory

n. 35 (aprile 1985)

**RICHARD GOODWIN**

Prelude to a reconstruction of economic theory. A critique of Sraffa

n. 36 (aprile 1985)

**MICHIO MORISHIMA**

Classical, neoclassical and keynesian in the Leontief world

n. 37 (aprile 1985)

**SECONDO TARDITI**

Analisi delle politiche settoriali: prezzi e redditi nel settore agroalimentare

n. 38 (maggio 1985)

**PIETRO BOD**

Sui punti fissi di applicazioni isotoniche.

n. 39 (giugno 1985)

**STEFANO VANNUCCI**

Schemi di gioco simmetrici e stabili e teoremi di possibilità per scelte collettive.

n. 40 (luglio 1985)

**RICHARD GOODWIN**

The use of gradient dynamics in linear general disequilibrium theory.

n. 41 (agosto 1985)

**M. MORISHIMA and T. SAWA**

Expectations and the Life Span of the regime.

n. 42 (settembre 1985)

**ALESSANDRO VERCELLI**

Keynes, Schumpeter, Marx and the structural instability of capitalism.

n. 43 (ottobre 1985)

**ALESSANDRO VERCELLI**

Money and production in Schumpeter and Keynes: two dichotomies

n. 44 (novembre 1985)

**MARCO LONZI**

Aspetti matematici nella ricerca di condizioni di unicità per il Tasso Interno di Rendimento.

n. 45 (dicembre 1985)

**NIKOLAUS K.A. LAUFER**

Theoretical foundations of a new money supply hypothesis for the FRG.

n. 46 (gennaio 1986)

**ENRICO ZAGHINI**

Una dimostrazione alternativa dell'esistenza di equilibri in un modello di accumulazione pura

n. 47 (febbraio 1986)

**ALESSANDRO VERCELLI**

Structural stability and the epistemology of change: a critical appraisal

n. 48 (marzo 1986)

**JOHN HICKS**

Rational behaviour: observation or assumption?

n. 49 (aprile 1986)

**DOMENICO MARIO NUTI**

Merger conditions and the measurement of disequilibrium in labour-managed economies

n. 50 (maggio 1986)

**SUSAN SENIOR NELLO**

Un'applicazione della Public Choice Theory alla questione della riforma della Politica Agricola Comune della CEE.

n. 51 (maggio 1986)

**SERENA SORDI**

Some notes on the second version of Kalecki's Business Cycle Theory

n. 52 (giugno 1986)

**PIERANGELO GAREGNANI**

The Classical Theory of Wage and the role of Demand Schedules in the determination of relative prices