

La misurazione della produttività: evidenza empirica e problemi metodologici.

Luca Colombo, Maria Gabriella Coltro[§]

Maggio 2001

Sommario

Per valutare e confrontare la competitività di diversi sistemi economici o di diversi settori dell'economia, è necessario sviluppare indicatori che consentano di catturare e comparare le performance nel tempo di diversi Paesi e diversi settori. Lo studio dei tassi di crescita e dei livelli di produttività è lo strumento principale di questo tipo di analisi. Tuttavia, fornire una definizione generale e soddisfacente del concetto di produttività è tutt'altro che banale. In letteratura sono state proposte ed utilizzate nelle stime econometriche diverse definizioni di produttività, ciascuna delle quali in grado di cogliere aspetti cruciali del problema, ma con esiti spesso assai eterogenei. L'analisi condotta in questo lavoro si propone di presentare ed interpretare l'evidenza empirica disponibile, nonché di indagare gli aspetti metodologici legati alla definizione del concetto di produttività, alla sua misurazione ed alle implicazioni che da essa derivano.

Particolare attenzione è posta all'analisi dell'impatto e delle difficoltà concettuali associate alla diffusione delle *Information and Communication Technologies* (ICT) e all'avvento della cosiddetta *New Economy*. Esse rendono spesso complessa una precisa definizione dell'output e, dato il rapido tasso di obsolescenza della tecnologia, richiedono l'introduzione di prezzi edonici che consentano aggiustamenti per la qualità, ma che causano spesso una significativa eterogeneità nelle stime. A ciò si aggiungono problemi più tradizionali legati alla definizione di diverse misure di produttività, nonché quelli connessi alla scelta, qualità e comparabilità dei dati utilizzati nella misurazione della produttività, che possono influire sulla significatività delle misure, che pur godono di molte proprietà desiderabili dal punto di vista teorico.

Parole chiave: misure di produttività, produttività del lavoro, *total factor productivity*, *Information and Communication Technology*, indici edonici

JEL Classification: C82, D24, O3, O47

[§] Università Cattolica del Sacro Cuore, Istituto di Economia e Finanza, Via Necchi 5, I-20123 Milano. Tel. +39-02-7234.2637, fax. +39-02-7234.2781, e-mail: lcolumbo@mi.unicatt.it.

Il saggio è frutto del lavoro congiunto dei due autori. Tuttavia, il paragrafo 5 e l'Appendice 1 sono da imputarsi a Maria Gabriella Coltro. I rimanenti paragrafi sono di Luca Colombo.

1. Introduzione

Lo studio della competitività di diverse economie e la crescita della produttività per un particolare sistema economico sono temi centrali e classici dell'agenda di ricerca. Temi resi ancora più interessanti dalla significativa accelerazione conosciuta dall'economia statunitense nella seconda metà degli anni novanta, in contrapposizione all'andamento delle economie europee che non hanno sperimentato (almeno sembra) nulla di simile.

Il tentativo di interpretare questi fenomeni ha fatto emergere alcune questioni importanti, molte delle quali non hanno ancora ricevuto risposte completamente soddisfacenti, e ha rinnovato l'interesse in altre.

Il gap di produttività tra Europa e Stati Uniti ha natura strutturale? L'accelerazione della produttività statunitense nella seconda metà degli anni novanta è legata essenzialmente alla *New Economy*? Quanto la diffusione delle *Information and Communication Technology* riesce a spiegare della crescita della produttività osservata? Quanto contano i problemi di natura metodologica? E' possibile che una parte del *gap* di produttività sia spiegata dall'eterogeneità nelle misure adottate e soprattutto dal fatto che siano introdotti o meno (e in caso affermativo come sono calcolati) aggiustamenti per tenere conto della diversa qualità di beni e servizi?

La prima parte del saggio organizza e presenta l'evidenza empirica disponibile, discute la comparabilità delle misure di produttività ottenute, chiarendo quali dati e quali metodologie sono utilizzate di volta in volta e sintetizza le conclusioni derivanti dall'utilizzo di concetti, database e indici diversi. La terza sezione del lavoro organizza e discute i risultati dell'analisi empirica, evidenziando l'esistenza di un significativo gap di produttività tra gli Stati Uniti e le altre economie avanzate, dai primi anni novanta. In particolare, sono evidenziati sia il ruolo della diffusione delle *Information and Communication Technology* (l'ingrediente principale della cosiddetta *New Economy*), sia la rilevanza di problemi di natura metodologica nella definizione e, conseguentemente, nei valori degli indici di produttività.

La quarta sezione approfondisce il ruolo delle ICT, sottolineandone sia il ruolo di possibile spiegazione del *productivity paradox* statunitense, sia l'importanza da esse rivestite per l'accelerazione della produttività statunitense nella seconda metà degli anni novanta. Nonostante la scarsità dei dati disponibili, la seconda parte della sezione propone alcune stime sul ruolo delle ICT in relazione all'andamento dei tassi di crescita della produttività nei Paesi europei.

Sebbene le ICT possano avere un peso rilevante nella spiegazione del *gap* osservato, altri fattori possono giocare un ruolo significativo ed è importante analizzarli, anche al fine di valutare, più in generale, la comparabilità delle stime di produttività per diversi Paesi. Coerentemente con questo obiettivo, la quinta sezione si concentra sui problemi di natura metodologica associati alla misurazione della produttività ed evidenzia i *trade-off* tra misurabilità e adeguatezza teorica degli indici (misure di produttività parziale, e in particolare la produttività del lavoro, *versus* misure di produttività totale, quali la *total factor productivity* o la *multi-factor productivity*), sottolineando i problemi legati alla definizione e misurazione di output e input ed alla costruzione di misure che consentano di realizzare confronti internazionali. Infine, in considerazione dell'influenza che essi hanno sui valori assunti dalle misure di produttività, l'ultima sezione del saggio discute nel dettaglio i problemi legati alla costruzione di indici edonici e all'introduzione di aggiustamenti per la qualità. Chiude il lavoro un'appendice metodologica relativa alla definizione dei numeri indici che consentono di aggregare, nello spazio e nel tempo, output ed input e che stanno alla base della costruzione degli indici di produttività comunemente utilizzati.

2. L'evidenza empirica disponibile

Le questioni sollevate nell'introduzione fanno immediatamente comprendere l'importanza associata all'elaborazione di indici coerenti e ad una misurazione accurata dell'andamento della produttività.

In questa parte del lavoro, presentiamo l'evidenza empirica disponibile. Nei paragrafi successivi cercheremo di derivarne linee interpretative che ci aiutino a trovare una risposta ai quesiti posti nell'introduzione. Come diverrà immediatamente chiaro, a parte alcune eccezioni (principalmente gli studi di OECD, Fondo Monetario Internazionale e Commissione Europea), la maggior parte dei dati immediatamente disponibili sono relativi all'economia statunitense, dove la letteratura sulla produttività è da molto tempo un punto rilevante dell'agenda di ricerca. Abbastanza sorprendentemente, vista l'importanza dell'argomento, non sono agevolmente reperibili database o studi accurati di fonte europea.

E' bene sottolineare fin da ora che la maggior parte dei lavori si concentra su misure di produttività parziale e, in particolare, sulla produttività del lavoro.¹ Il *Bureau of Labor Statistics* (BLS) statunitense, utilizzando informazioni fornite da diverse agenzie statistiche nazionali², pubblica annualmente dati relativi all'andamento della produttività del lavoro nel comparto manifatturiero (output per ora lavorata³), al compenso orario ed al costo del lavoro unitario, opportunamente rielaborati per confronti internazionali.

La Tabella 1 evidenzia la crescita percentuale di queste grandezze tra il 1998 e il 1999 per Francia, Germania (unificata), Italia, Giappone, Regno Unito e Stati Uniti.

Paese	Output orario	Output	Ore lavorate
<i>Francia</i>	4,0	2,5	-1,4
<i>Germania (unificata)</i>	1,4	1,2	-0,2
<i>Italia</i>	1,7	1,0	-0,7
<i>Giappone</i>	3,1	0,3	-2,7
<i>Regno Unito</i>	4,3	-0,2	-4,3
<i>Stati Uniti</i>	6,2	4,3	-1,7

Tabella 1.

Crescita percentuale della produttività del lavoro, dell'output e del numero di ore lavorate tra il 1998 e il 1999.

Fonte: BLS [2000]

Dalla Tabella 1, emerge immediatamente che tutti i Paesi considerati hanno sperimentato una crescita positiva della produttività, anche se si osserva una significativa eterogeneità nei tassi di crescita (la differenza tra la crescita dell'output orario tra gli Stati Uniti e la Germania è pari a ben 4.8 punti percentuali). Tutti i Paesi, poi, hanno osservato un aumento nell'output e una diminuzione nel numero di ore lavorate, a testimonianza del fatto che la crescita della produttività assume caratteristiche *labor saving*. Fa eccezione il Regno Unito, in cui anche l'output è diminuito e la crescita della produttività è stata indotta da una diminuzione delle ore lavorate più che proporzionale rispetto alla diminuzione dell'output.

Indicazioni ancora più interessanti possono essere derivate confrontando il tasso di crescita medio dell'output orario su un orizzonte temporale lungo, dal 1979 al 1999, per gli stessi Paesi.⁴

¹ Gli aspetti metodologici relativi alla costruzione ed ai vantaggi e limiti di diverse misure di produttività sono discussi alla sezione 5. Quelli relativi alla costruzione dei numeri indice alla base delle misure di produttività sono discussi nell'Appendice 1.

² Per ciò che riguarda le stime relative ai Paesi europei, i dati sono basati sul sistema Esa95 (*European System of Integrated National Account*), mentre per gli altri Paesi sono basati sullo SNA93 (*United National System of National Account*).

³ La misura di output utilizzata dal BLS è il valore aggiunto dell'economia – una misura aggregata dell'output netto definita dalla somma dei valori aggiunti settoriali – a loro volta definiti dal prodotto interno lordo, valutato ai costi dei fattori, meno gli input intermedi, valutati al prezzo complessivo, meno le importazioni dirette imputate, a prezzi correnti, meno i consumi delle imprese, a prezzi correnti. Le ore lavorate si riferiscono a tutte le persone impiegate – impiegati, lavoratori autonomi e lavoratori familiari non pagati -, eccetto per l'Italia, in cui si riferiscono solo ai percettori di salari (e cioè agli impiegati).

⁴ I dati relativi all'output nel settore manifatturiero per gli Stati Uniti sono le misure di prodotto lordo fornite dal *Bureau of Economic Analysis* (BEA) e consistono serie ponderate annuali concatenate (moltiplicando tra loro gli indici

Paese	1979-1999	1979-1985	1985-1990	1990-1999	1996	1997	1998	1999
Francia	3,4	3	3,4	3,6	0,5	6,6	1,1	4
Germania	NA	NA	NA	NA	3,2	4,8	3,5	1,4
Giappone	3,5	3,5	4,3	3	5,9	4,9	-0,8	3,1
Italia	3,0	4,6	2,3	2,2	0,2	1,9	-0,4	1,7
Regno Unito	3,3	4,1	4,1	2,4	-1,5	0,8	0,6	4,3
Stati Uniti	3,3	3,5	2,4	3,7	2,8	3,5	4,9	6,2

Tabella 2.

Crescita percentuale della produttività del lavoro nel comparto manifatturiero per alcune economie avanzate per il periodo 1979-1999.

Fonte: BLS [2000]

Dalla Tabella 2 emerge chiaramente che negli Stati Uniti la produttività del lavoro è cresciuta sistematicamente nella seconda metà degli anni novanta (con tassi impressionanti negli ultimi due anni: nel 1999, il tasso di crescita è stato quasi il doppio di quello medio nell'intero periodo considerato). Più in generale, nel decennio 1990-1999 gli Stati Uniti hanno conosciuto tassi di crescita annuali della produttività ben superiori alla crescita media annuale registrata tra il 1979 e il 1999. Anche in Francia la produttività è sistematicamente cresciuta nella seconda metà degli anni novanta, anche se a livelli ben inferiori rispetto a quelli registrati negli Stati Uniti. Gli altri Paesi non hanno condiviso lo stesso andamento: ad esempio, in Germania, la produttività è sistematicamente diminuita nella seconda metà degli anni novanta, mentre in Italia ha avuto un andamento oscillatorio, segnando comunque un significativo balzo in avanti nel 1999 rispetto al livello del 1998.

I tassi di crescita della produttività ottenuti (pur facendo riferimento da un punto di vista concettuale ad una stessa misura: la produttività del lavoro) dipendono significativamente dalle definizioni adottate per le variabili rilevanti (in particolar modo da quella dell'output), dai dati utilizzati, dal modo in cui sono aggregati e, punto centrale, dalla costruzione di un indice per il concetto di produttività preso in esame.

Non è, quindi, sorprendente che istituti diversi ottengano misure di produttività significativamente diverse, pur facendo riferimento allo stesso concetto di produttività e, precisamente, la produttività del lavoro. Per ribadire questo punto, consideriamo ora stime prodotte dall'OECD, che compareremo successivamente con quelle già presentate del BLS.

La Divisione di Analisi Economica e Statistica dell'OECD fornisce misure e analisi comparate di produttività a livello internazionale utilizzando due data set di statistiche settoriali ed industriali. Il primo, denominato *International Sectoral Database* (ISDB), fornisce informazioni relative a occupazione, prodotto interno lordo, investimento, stock di capitale, salari di lavoratori dipendenti, nonché importazioni e esportazioni per trenta industrie di quattordici Paesi. Il secondo, denominato *Structural Analysis Database* (STAN), fornisce informazioni simili al precedente, ma per le sole industrie del comparto manifatturiero e ad un livello più disaggregato per ventuno Paesi.

Utilizzando questi dati e ricorrendo ad una misura di produttività del lavoro basata su tassi di crescita composti del valore aggiunto per ora lavorata, Van Ark [1996] ha calcolato trend di produttività del lavoro per il periodo 1950-1994 per alcuni Paesi appartenenti all'OECD.

Compariamo, ora, i risultati di Van Ark relativi alla produttività del lavoro con quelli del BLS per lo stesso campione di Paesi presi in considerazione dalle analisi del BLS e per il periodo 1987-1994⁵, in cui i due studi sono sovrapponibili. E' importante sottolineare che, affinché i due studi siano comparabili, dobbiamo limitare l'attenzione al settore manifatturiero, dato che le comparazioni

ottenuti da confronti bi-periodali). Le serie storiche per l'output degli altri Paesi sono stimate a prezzi fissi (con pesi aggiornati ogni cinque o dieci anni).

⁵ Lo studio di Van Ark fa riferimento a dati prodotti da uno studio OECD (OECD [1996]), che fornisce misure della produttività fino al 1994.

internazionali del BLS considerano unicamente l'output di tale settore. Ciò spiega l'esclusione dell'Italia nell'analisi comparata dei due studi, poiché Van Ark non fornisce dati disaggregati relativi alla crescita della produttività nel settore manifatturiero italiano.

Paese	Tasso di crescita composto annuale del valore aggiunto per ora lavorata nel comparto manifatturiero (OECD)	Tasso annuale di crescita dell'output per ora lavorata (BLS)
<i>Francia</i>	3,4	4,14
<i>Germania</i>	2,8	NA
<i>Giappone</i>	4,1	3,3
<i>Regno Unito</i>	5,1	4,34
<i>Stati Uniti</i>	2,3	2,06

Tabella 3.

Confronti internazionali tra diverse misure della produttività del lavoro per il periodo 1987-1994.

Fonte: nostre elaborazioni su dati BLS [2000] e OECD [2000]

Dalla tabella 3, emerge in modo evidente come un unico concetto di produttività (nel caso specifico una misura di produttività parziale relativa al contributo del fattore lavoro) possa dar luogo a stime significativamente diverse a seconda delle metodologie adottate nella costruzione della misura, nella definizione delle variabili rilevanti e nella raccolta e organizzazione dei dati.

La comparabilità internazionale dei tassi di crescita della produttività è ulteriormente complicata dalle differenze nella composizione dell'output, dalle dinamiche di consumo e, soprattutto, dai diversi approcci adottati nella stima del prezzo delle *Information and Communication Technology* (ICT) (che, come vedremo più avanti, giocano un ruolo cruciale nello studio dei tassi di crescita della produttività) e, più in generale, di tutti quei prodotti la cui qualità cambia rapidamente nel tempo. E' noto, infatti, che molte delle misure di produttività tipicamente adottate non sono in grado di catturare i rapidi cambiamenti nella qualità dei prodotti (specialmente nei settori ICT).

Wycloff [1995] ha mostrato che differenze nelle metodologie adottate per misurare i prezzi dei computer rendono inconsistenti i confronti internazionali di produttività. In particolare, i tassi di crescita della produttività nel comparto manifatturiero sono molto sensibili all'eterogeneità tra Paesi nei livelli dei prezzi e nella misura dell'output (specialmente per il settore dei computer). I Paesi che utilizzano indici edonici di prezzo - dei quali discuteremo nel dettaglio più avanti - osservano sistematicamente tassi di crescita dell'output superiori rispetto a quelli dei Paesi che non li usano. Come osservato in un recente studio del Fondo Monetario Internazionale (IMF [2000]), i Paesi (Stati Uniti, Canada e Giappone) che costruiscono indici edonici, con cui aggiustare gli indici di prezzo per i settori IT e tenere conto dei miglioramenti nella qualità dei prodotti, sperimentano una diminuzione del livello dei prezzi ed un aumento dell'output reale (anche quando i miglioramenti qualitativi incorporati nei nuovi prodotti non sono totalmente sfruttati dai consumatori). Al contrario, con ogni probabilità, i Paesi che non utilizzano indici edonici (quali la Germania e l'Italia) sottostimano il tasso di crescita dell'output reale. Pertanto, l'output nei settori ICT può essere misurato in modo inconsistente tra Paesi diversi. Peraltro, quello appena discusso non è che il problema più evidente di una lunga serie legata alla misurazione dell'output nei settori ICT. Ad esempio, in molti Paesi (al contrario di ciò che accade negli Stati Uniti), non sono pubblicati con regolarità dati relativi agli investimenti e alla disponibilità di output, il che rende molto complesso stimare il contributo delle ICT alla crescita della produttività. Infine, le aree per le quali tale contributo è maggiore - ad esempio, i servizi di capitale associati alle attrezzature informatiche - sono anche quelle in cui la produttività è misurata e catturata dalle statistiche nel modo più insoddisfacente.

Il fatto che gli elementi di natura metodologica e definatoria giochino un ruolo fondamentale nelle stime dei livelli e dei tassi di crescita della produttività non è certo un problema più rilevante per i

confronti internazionali di quanto lo sia per le misure riferite ad un singolo Paese. Ancora una volta, ciò è particolarmente evidente per gli Stati Uniti, per i quali la mole di studi e dati disponibili è superiore a quella relativa a qualsiasi altro Paese avanzato.

Nordhaus [2001c] sottolinea come diverse definizioni di output possano condurre a stime diverse dei tassi di crescita della produttività.

Egli definisce “*BLS output*” l’output calcolato dal BLS per il *business sector* e stima il tasso di crescita della produttività del lavoro utilizzando tale concetto. La misura risultante è derivata dall’output *product side* e definita come un indice annuale pesato, costruito dopo aver sottratto dal prodotto interno l’output e gli input della pubblica amministrazione, delle istituzioni non-profit, degli occupati dalle famiglie, nonché il valore d’affitto delle abitazioni occupate dai proprietari. Tuttavia, nonostante il BLS utilizzi dati *product side* per definire l’output, usa dati *income side* per definire gli input. Ciò crea inevitabilmente un *bias* nei valori calcolati degli indici di produttività. Per eliminare questa distorsione, Nordhaus [2001c] ha preso in considerazione un sotto-insieme *income side* del BLS output per il *business sector* (il cosiddetto *BEA output*), costruita sottraendo dal GDP *income side* il prodotto delle famiglie (*private household*), del governo (*general government*) e quello imputabile al settore non-profit (che include, tra l’altro, il 90% dei servizi in educazione, il 43% dei servizi in sanità)⁶. Le stime dei tassi di crescita della produttività del lavoro si modificano significativamente a seconda del concetto di output utilizzato, come illustrato nella Tabella 4.

<i>Business sector</i>	[1]	[2]	[3]	Variazione rispetto ai periodi precedenti	
	1978-89	1990-95	1996-98	[2]-[1]	[3]-[1]
Output					
<i>BEA output</i>	1,27%	1,26%	3,16%	-0,01%	1,89%
<i>BLS output</i>	1,37%	1,49%	2,50%	0,12%	1,13%

Tabella 4.

Tassi di crescita della produttività del lavoro nel *business sector*: confronto tra i valori ottenuti adottando diverse misure di output.

Fonte: Nordhaus [2001c]

Utilizzando il concetto di *BLS output* si ottengono stime dei tassi di crescita della produttività elevate per il periodo compreso tra la fine degli anni settanta ed i primi anni novanta, mentre nella seconda metà degli anni novanta il *BEA output* fornisce una stima superiore dello 0,66% del tasso di crescita della produttività. La differenza osservata deriva principalmente dal fatto che, negli ultimi tre anni, il prodotto calcolato utilizzando dati *income side* è cresciuto di un punto percentuale in più rispetto a quello basato su dati *product side*, anche se le variazioni nel numero di ore lavorate possono avere giocato un ruolo significativo nella variazione dei tassi di crescita della produttività. Peraltro, sia il “*BLS output*”, sia il “*BEA output*” soffrono di un limite a monte: essi non sono in grado di fornire una misura totalmente soddisfacente dell’output, poiché l’output reale, nonché i prezzi, di molti settori sono misurati in modo palesemente insoddisfacente dalla contabilità nazionale, come puntualizzato da Griliches [1994]: emblematico a questo proposito il caso dei servizi. Come è ragionevole attendersi, le misure dei tassi di crescita della produttività si modificano sostanzialmente se non si considerano tali settori nella definizione dell’output, ovvero limitando l’attenzione al solo output ben misurato (catturato dal concetto di “*well measured output*” introdotto da Nordhaus [2001c]).⁷

⁶ Il *BLS output* è ottenuto sottraendo dal *BEA output* (basato su dati disaggregati relativi all’*income* calcolati dal *Bureau of Economic Analysis* del *U.S. Department of Commerce*) il *gross housing product* ed il valore di locazione degli edifici e delle attrezzature possedute ed operate da organizzazioni non-profit a servizio degli individui.

⁷ Vi sono quattro settori non considerati dal concetto di “output ben misurato”: il settore delle costruzioni, il settore assicurativo, finanziario e immobiliare, i servizi ed infine il governo. I problemi connessi ad una definizione precisa ed

Considerando questo concetto di output, le stime dei trend della produttività del lavoro si modificano ulteriormente, come mostrato nella Tabella 5.

	1978-89	1990-95	1996-98	Variazioni rispetto al periodo precedente	
Settori	[1]	[2]	[3]	[2]-[1]	[3]-[1]
<i>PIL (income side)</i>	1,15%	0,95%	2,32%	-0,21%	1,17%
<i>Business Output</i>	1,27%	1,26%	3,16%	-0,01%	1,89%
<i>Output "ben misurato"</i>	2,39%	2,24%	4,65%	-0,16%	2,26%

Tabella 5.

Tassi di crescita annui della produttività del lavoro in corrispondenza di diversi livelli di aggregazione dell'output per il periodo 1978 – 1998.

Fonte: Nordhaus [2001c]

Utilizzando diversi livelli di aggregazione dei dati, si osserva che nel periodo compreso tra la fine degli anni settanta ed i primi anni novanta i tassi di crescita della produttività ottenuti in corrispondenza di diversi livelli di aggregazione dell'output sono relativamente simili per il Pil e il *business output* (anche se il *business output* è in ogni periodo associato ad un maggiore tasso di crescita della produttività del lavoro), mentre sono significativamente superiori per l'output "ben misurato", che ha segnato una crescita annua del 2,3%, indicando chiaramente (come era, peraltro, ragionevole attendersi) che esso associato ad una revisione al rialzo dei tassi di crescita della produttività. La forbice tra i tassi di crescita ottenuti facendo riferimento ai diversi concetti di output si allarga dai primi anni novanta e diventa molto rilevante nella seconda metà degli anni novanta (1996 – 1998), periodo caratterizzato da una straordinaria accelerazione della produttività del lavoro. L'indice calcolato in base al PIL incrementa dell'1,17% per anno, e quello calcolato considerando il *Business Output* dell'1,89% per anno, rispetto ai rispettivi tassi di crescita annui della produttività registrati tra il 1978 e il 1989. L'uso dell'output *well defined* fa segnare l'aumento più consistente, con un tasso di crescita della produttività praticamente raddoppiato rispetto al decennio 1978 – 1989, con una variazione del 2,26% annuo tra i due periodi.

3. L'accelerazione della produttività statunitense nella seconda metà degli anni novanta e l'esistenza di un gap di produttività tra Europa e Stati Uniti.

Dalla tabella 2 emerge chiaramente che, nel decennio 1990-1999, la produttività del lavoro statunitense è cresciuta ad un tasso superiore a quello delle altre economie avanzate e che, nella seconda metà degli anni novanta (ed in particolare nel 1998 e nel 1999), si è aperto un significativo gap di produttività tra gli Stati Uniti ed i principali Paesi europei (Tabella 1 e Tabella 2). Stando ai dati del BLS, la produttività statunitense, nel 1999, è stata di oltre 3,6 volte superiore a quella italiana e di quasi 4,5 volte superiore a quella tedesca.

A conclusioni simili giunge il rapporto 2000 sulla competitività della Commissione Europea (CE [2000]), che ha confrontato la performance economica dell'Unione Europea con quella di Stati Uniti e Giappone e, nel corso degli anni novanta, ha rilevato una più elevata e sostenuta crescita del PIL pro-capite negli Stati Uniti rispetto a quella delle altre economie avanzate.

Lo studio della Commissione argomenta come i maggiori tassi di crescita della produttività possano essere attribuiti essenzialmente a due fattori. Il primo è associato alla performance occupazionale degli Stati Uniti, dove l'occupazione totale ed il tasso di occupazione sono cresciuti rapidamente nel corso degli anni ottanta e nei primi anni novanta, al contrario di quanto è avvenuto in Europa, dove

alla misurabilità dell'output e del prezzo in questi settori suggeriscono di eliminarne il contributo nel calcolo dell'output aggregato. Pertanto, i settori inclusi nell'output "ben misurato" sono: agricoltura, silvicoltura e pesca; attività di estrazione mineraria; il settore manifatturiero; trasporti e servizi pubblici; commercio all'ingrosso; commercio al dettaglio.

non si è assistito ad una significativa creazione di nuovi posti di lavoro in relazione alla popolazione in età lavorativa. Peraltro, nella seconda metà degli anni novanta, la situazione europea è migliorata, grazie ad un aumento del tasso di occupazione, anche se la migliore performance occupazionale non è riuscita a colmare il *gap* di crescita del PIL pro-capite tra i Paesi dell'Unione e gli Stati Uniti. Il secondo fattore, indispensabile per spiegare il *gap* residuale tra Unione Europea e Stati Uniti, è legato ad un più elevato livello della produttività del lavoro negli USA. La Tabella 6 illustra l'evoluzione dei tassi di crescita della produttività del lavoro tra il 1960 e il 1999 calcolati dalla Commissione Europea, includendo nell'analisi anche il Giappone.

	1960-75	1975-85	1985-90	1990-95	1995-99
<i>UE</i>	3,9	2,2	1,7	1,9	1,3
<i>USA</i>	1,9	1,2	1,0	1,3	2,2
<i>Giappone</i>	7,0	3,0	3,6	0,7	1,0

Tabella 6.

Tasso di crescita della produttività del lavoro per lavoratore in Europa, Stati Uniti e Giappone tra il 1960 e il 1999.
Fonte: Commissione Europea [2000]

Dalla tabella emerge chiaramente che Unione Europea e Giappone hanno goduto, fino alla metà degli anni novanta, di una migliore performance in termini di crescita della produttività, mentre il quadro si è modificato radicalmente nella seconda metà degli anni novanta, quando l'economia statunitense ha cominciato a crescere molto più velocemente degli altri Paesi considerati. Stando allo studio della Commissione Europea, ma è opinione largamente condivisa in letteratura, questa accelerazione della produttività è spiegata da due ordini di motivi. Il primo fa riferimento al tasso di sostituzione tra capitale e lavoro: tra il 1960 ed i primi anni novanta, il Giappone ed i Paesi che costituiscono oggi l'Unione Europea hanno sostenuto elevate spese in capitale; il che, attraverso un adeguamento dei processi produttivi, ha fatto crescere rapidamente la produttività del lavoro. Al contrario, nello stesso periodo, gli Stati Uniti sono stati caratterizzati da un modesto tasso di sostituzione tra capitale e lavoro, il che ha contribuito a limitare la crescita della produttività. La situazione si è in qualche misura capovolta nella seconda metà degli anni novanta e ciò può contribuire a spiegare parte dell'inversione osservata nell'andamento dei tassi di crescita della produttività. E', però, opinione ampiamente condivisa che le modificazioni osservate nel saggio di sostituzione tra capitale e lavoro non siano sufficienti per sé a spiegare l'intero *gap* di produttività osservato e l'accelerazione della produttività statunitense. Si rende, quindi, necessario qualificare ulteriormente l'analisi. Dall'osservazione degli indici di *Total Factor Productivity* (TFP), di cui parleremo più estesamente nel seguito, emerge che essa ha subito una significativa accelerazione negli Stati Uniti nella seconda metà degli anni 90, mentre, corrispondentemente, ha subito un deciso rallentamento, dai primi anni novanta, per i Paesi membri dell'Unione Europea.

Cosa può spiegare simili differenziali nei tassi di crescita della produttività? Cosa ha indotto una simile accelerazione nella produttività statunitense?

Nel tentativo di rispondere a domande di questo tipo, la letteratura ha avanzato essenzialmente due classi di spiegazioni: la prima, fa riferimento a questioni di natura metodologica e si concentra sui meccanismi di misura dei tassi di crescita della produttività, mentre la seconda, si concentra sul contributo della *New Economy*, o meglio delle *Information and Communications Technology* (ICT), alla crescita della produttività. Ci soffermeremo su entrambe queste questioni nei prossimi paragrafi, ma è utile cominciare ad inquadrare i problemi fin da ora.

Cominciamo con i problemi di misura. Abbiamo già osservato come *data base* diversi e la costruzione di indici diversi per la misurazione di output e input possano influenzare significativamente le misure di produttività. E', quindi, evidente l'importanza dello studio delle metodologie alla base della costruzione degli indici di produttività, tanto più che i recenti sviluppi nella teoria dei numeri – indice hanno evidenziato come sia possibile utilizzare molti metodi alternativi (tutti coerenti dal punto di vista teorico) per misurare input e output.

Il BLS ha recentemente modificato gli indici relativi agli input ed agli output utilizzati nelle misure di produttività, il che influenza la comparabilità internazionale dei dati relativi ai tassi di crescita della produttività. In particolare, il BLS calcola l'output statunitense utilizzando un indice pesato concatenato del prodotto lordo reale (definito valore aggiunto deflazionato) introdotto dal BEA nel 1996. La particolarità di questo indice è che esso è costruito utilizzando un sistema di pesi sui prezzi che sono modificati annualmente. Il problema è che l'output reale per la maggior parte degli altri Paesi considerati nei confronti internazionali riportati alle pagine precedenti è, invece, stimato utilizzando pesi fissi sui prezzi. Le due procedure forniscono, quindi, stime non immediatamente comparabili.

Come sottolineato da Dean, Harper e Sherwood [1996], gli indici a pesi fissi forniscono una misura attendibile dell'output (input) se i prezzi dei beni (input) sono sufficientemente stabili tra loro. Tali indici, infatti, non prendono in considerazione gli effetti di cambiamenti nei prezzi relativi e, in particolare, ignorano gli eventuali cambiamenti negli input e nei processi produttivi utilizzati al variare dei prezzi relativi. Quindi, i tassi di crescita della produttività dipendono in modo cruciale dallo specifico anno base considerato. Inoltre, gli indici a prezzi fissi mal si prestano alla misurazione dell'output per settori in rapida evoluzione come quello dei computer. Nell'ultimo decennio, il contributo della (pur rapida) crescita nella produzione di computer alla crescita dell'output aggregato è stato probabilmente pesato troppo, per misure aggregate a prezzi costanti, visto che i prezzi aggiustati per la qualità sono diminuiti (e non rimasti costanti). Se i prezzi cambiano rapidamente, il sistema di pesi diventa obsoleto velocemente e le misure di prezzi e quantità derivate da indici a prezzi fissi sono inevitabilmente *biased*.

Veniamo, ora, all'impatto delle ICT. Il già citato studio della Commissione Europea (CE [2000]) sostiene che la decisa accelerazione della TFP statunitense è, con ogni probabilità, correlata all'aumento degli investimenti in nuove tecnologie e in particolare nelle ICT: nel corso degli anni 90 le imprese statunitensi hanno, infatti, speso in misura significativamente maggiore (sia in termini assoluti che relativi) per la diffusione delle ICT, rispetto a quelle europee e giapponesi. Solo nel 1999, la spesa in ICT ha rappresentato il 5,8% del PIL in Europa, il 7,3% negli Stati Uniti e solo il 5% in Giappone.⁸ Naturalmente, vi possono essere altri fattori che contribuiscono a giustificare le differenze internazionali nella TFP, specialmente per ciò che riguarda il rallentamento della crescita della produttività totale in Europa. E' innegabile che, a questo riguardo, l'unificazione tedesca, gli sforzi di stabilizzazione dei bilanci pubblici associati alla nascita della moneta unica, unitamente alla maggiore rigidità del mercato del lavoro europeo rispetto a quello statunitense, possono aver giocato un ruolo significativo.

Per cercare di quantificare in modo più preciso il contributo delle ICT all'accelerazione dei tassi di crescita della produttività del lavoro seguiamo Nordhaus [2001b]. Egli, con riferimento ai dati statunitensi (gli unici che consentano analisi di questo tipo), ha isolato, per ciascun settore, il valore dell'output e le ore lavorate direttamente imputabili alle ICT (come *proxy* dell'impatto della *New Economy*) e ha calcolato la produttività del lavoro escludendo le ICT. Quindi, confrontando questa misura con quella derivante dalla considerazione della produttività totale del lavoro (inclusendo *Old e New Economy*) e prendendone la differenza ha misurato il contributo delle ICT alla crescita della produttività. Peraltro, la misura che è possibile ottenere adottando questa metodologia è piuttosto rozza. Essa cattura solo l'impatto diretto delle ICT, non tenendo conto in alcun modo di problemi di *capital deepening* o degli effetti di *spillover* associati all'economia dell'informazione.

Da un punto di vista metodologico, Nordhaus [2001b] scompone il tasso di crescita della produttività in tre componenti: un *puro effetto di produttività*, che misura la produttività prendendo come data la composizione dell'output tra industrie (ovvero, calcolando un tasso medio di crescita a pesi fissi della produttività tra diversi settori), il cosiddetto *Baumol effect*, che cattura l'interazione tra i diversi tassi di crescita della produttività e le variazioni delle quote di produzione di diverse industrie nel tempo (riflettendo così le differenze tra misure a pesi correnti e misure con pesi riferiti ad uno specifico anno base) e, infine, il *Denison Effect* che misura l'effetto di variazioni

⁸ Si veda il Box 1 per un'analisi dell'importanza relativa delle ICT in alcune economie avanzate.

occupazionali sulla produttività aggregata (ovvero il fatto che lo spostamento della forza lavoro da settori a bassa produttività a settori ad alta produttività aumenta la produttività anche se il tasso di crescita nei due settori rimane invariato). Peraltro, in un altro contributo della stessa serie, Nordhaus (Nordhaus [2001a]) argomenta che un indice di produttività *ideale* in termini di *welfare* dovrebbe trascurare il *Denison Effect*, poiché esso cattura solo differenze nei *livelli* di produttività delle industrie e non un suo miglioramento ed è quindi necessario isolare il *Denison effect* per valutare correttamente i tassi di crescita della produttività.

Coerentemente con quanto appena detto, è possibile costruire e scomporre i tassi di crescita della produttività in modo da isolare il contributo delle ICT.

Output “ben misurato”	[1]	[2]	[3]	Variazione rispetto al periodo precedente	
	1978-89	1990-95	1996-99	[2]-[1]	[3]-[1]
1. Produttività totale	2,39%	2,24%	4,65%	-0,16%	2,26%
2. Produttività totale senza ICT	1,92%	1,60%	3,09%	-0,32%	1,17%
2.1. Puro effetto di produttività	2,04%	1,82%	3,29%	-0,22%	1,25%
3. Impatto delle ICT (1-2)	0,48%	0,64%	1,57%	0,16%	1,09%

Tabella 7.

Impatto delle ICT sui tassi di crescita della produttività totale del lavoro utilizzando il concetto di *well measured output*.

Fonte: Nordhaus [2001b]

La Tabella 7, nella quale è stato utilizzato il concetto di output ben misurato nella definizione del prodotto, illustra i risultati di tale scomposizione. Nel periodo 1996-1999, ben l'1.57% della crescita complessiva della produttività del lavoro pari al 4,65%, calcolata sulla base del concetto di output ben misurato, è direttamente imputabile alle ICT, ovvero circa un terzo della crescita complessiva; ben al di sopra del contributo delle ICT nei periodi precedenti (basti osservare che nel periodo compreso tra il 1978 e il 1989 le ICT spiegavano grosso modo un quinto della crescita complessiva della produttività).

A risultati simili si giunge considerando l'output relativo al *business sector*, ancorché in questo caso i tassi di crescita della produttività risultano inferiori, come illustrato nella Tabella 8.

Business Sector	[1]	[2]	[3]	Variazione rispetto al periodo precedente	
	1978-89	1990-95	1996-99	[2]-[1]	[3]-[1]
1. Produttività totale	1,27%	1,26%	3,16%	-0,01%	1,89%
2. Produttività totale senza ICT	0,97%	0,83%	2,19%	-0,14%	1,21%
2.1. Puro effetto di produttività	0,81%	1,10%	2,43%	0,29%	1,61%
3. Impatto delle ICT (1-2)	0,30%	0,43%	0,97%	0,13%	0,67%

Tabella 8.

Impatto delle ICT sul tasso di crescita della produttività totale del lavoro utilizzando l'output riferito al *Business Sector*.

Fonte: Nordhaus [2001b]

Anche con il diverso concetto di output utilizzato nella Tabella 8, le ICT continuano ad essere responsabili di una parte consistente della crescita della produttività del lavoro. Rispetto al periodo 1978 - 1989, circa un terzo della accelerazione annua totale della produttività del lavoro (e più precisamente lo 0,67% rispetto ad un incremento complessivo dell'1,89%) è imputabile a settori appartenenti, in senso più o meno ampio, alla *New Economy*. Disaggregando ulteriormente questo dato, sulla base dell'evidenza presentata da Nordhaus [2001b], emerge, come era naturale attendersi, che il settore della *New Economy* (sempre definita in senso lato) che ha contribuito maggiormente all'accelerazione della produttività è stato quello delle attrezzature elettriche ed

elettroniche (che ricomprende la produzione di semiconduttori), seguito dal settore dei macchinari industriali (che comprende la produzione di computer).

Peraltro, è importante sottolineare che lo sviluppo e la diffusione delle ICT, per quanto importante, sembra catturare solo una parte della crescita della produttività. Se si escludono i settori ICT (o, più in generale, la *New Economy*), la Tabella 8 mostra che gli altri comparti che rientrano nella definizione del *Business Sector* hanno fatto segnare un importante balzo in avanti, spiegando ben l'1,21% su un incremento complessivo dell'1.89%.

Ciò può portare a ritenere che una spiegazione dell'accelerazione della produttività basata esclusivamente sulle ICT, sia riduttiva. Scomponendo il tasso di crescita totale della produttività del lavoro nei contributi offerti dai diversi settori, Nordhaus[2001b] conferma che il maggior contributo è quello fornito dal comparto manifatturiero dei beni durevoli (ed in particolare dalla produzione di computer e dei semiconduttori), ma sottolinea anche che altri settori (in particolare il settore del commercio all'ingrosso e al dettaglio) contribuiscono in modo rilevante all'incremento osservato. D'altro lato, come argomberemo con un maggiore grado di dettaglio nella prossima sezione, non è affatto possibile escludere che siano proprio la diffusione delle ICT (ed in particolare dei computer) ed il modo in cui è misurato il loro contributo ad aver contribuito ad aumentare non solo la produttività dei settori che le producono, ma anche quella dei settori che le utilizzano.⁹

BOX 1.

Il peso delle ICT per alcune economie avanzate

Ogni tentativo di misurazione dell'importanza della *New Economy* richiede necessariamente l'introduzione di una definizione che cerchi di catturarne le componenti essenziali. Premesso che si tratta di un esercizio tutt'altro che agevole, seguiamo la definizione fornita da Nordhaus [2001c], secondo la quale la *New Economy*, nella sua accezione più generale, è relativa all'acquisizione, all'elaborazione ed alla distribuzione dell'informazione. Stando a questa definizione, è ragionevole ipotizzare che i suoi ingredienti principali siano l'*hardware*, che consente di processare l'informazione, i sistemi di comunicazione, che consentono di acquisirla e distribuirla, e il software, che permette di elaborarla.

Sulla base di questi ingredienti è possibile identificare quei settori in cui il "contenuto" di ICT sembra essere maggiore. La Tabella 9 illustra l'evoluzione del contributo al PIL reale statunitense di alcuni settori in cui le ICT giocano un ruolo particolarmente significativo, sia che essi appartengano in senso stretto alla *New Economy* o siano, invece, parte di settori tradizionali.

Settori ICT	1978	1987	1998
<i>Macchinari industriali (eccetto materiali elettrici)</i>	45 (30,2%)	73 (27,2%)	194 (24,8%)
<i>Attrezzature elettriche ed elettroniche</i>	25 (16,7%)	54 (20%)	222 (28,4%)
<i>Telefonia e telegrafo</i>	66 (44,3%)	103 (38,3%)	209 (26,8%)
<i>Software</i>	13 (8,8%)	39 (14,5%)	157 (20%)
Totale settori ICT	149 (100%)	269 (100%)	782 (100%)
Totale come percentuale del PIL reale	3,1%	4,4%	9,1%

Tabella 9.

Valore aggiunto (anno base 1996) in miliardi di dollari per i settori nei quali le ICT sono particolarmente significative e quota percentuale di ciascun settore sul totale dei settori ICT.

Fonte: Nordhaus [2001c]

Dalla tabella emerge chiaramente che, per l'economia statunitense, le ICT (e parallelamente della *New Economy*) hanno assunto un'importanza considerevole negli ultimi anni (come testimoniato

⁹ In proposito, si veda anche Colombo [2000].

dal dato relativo al 1998). Un andamento simile è, peraltro, tipico anche delle altre economie avanzate, che accusano però un notevole ritardo rispetto agli Stati Uniti. Stando a dati OECD (OECD [2000]), relativi ai Paesi membri per i quali sono disponibili dati sulle ICT¹⁰, l'occupazione totale nelle ICT, nel 1997, è stata pari complessivamente a 12,8 milioni di addetti, di cui il 35% concentrati negli Stati Uniti ed il 16% in Giappone. In Europa, il Regno Unito ha assorbito una quota pari al 9% del totale, mentre l'Italia si è fermata al 5,2%. Suddividendo il saldo occupazione per i tre settori maggiormente interessati – manifatturiero, telecomunicazioni e altri servizi (informatica e attività commerciali) – emerge che la quota assorbita dal comparto delle telecomunicazioni è stata del 27% negli Stati Uniti, del 17% nel Regno Unito e del 26,8 % in Italia. Ancora più esplicativo il dato relativo al contributo delle ICT al valore aggiunto. Sempre con riferimento a dati del 1997, le ICT hanno rappresentato l'8,7% del valore aggiunto totale negli Stati Uniti, l'8,4% nel Regno Unito e il 5,8% in Italia e Giappone. Inoltre, la proporzione di spese in R&D nel settore ICT sul totale delle spese in Ricerca e Sviluppo è stata particolarmente elevata in Finlandia (51% del totale), in Giappone e negli Stati Uniti (circa il 40% del totale) e solo del 26% nel nostro Paese.

Infine, è interessante osservare che, tra i Paesi studiati dall'OECD, nel 1998, solo Giappone e Finlandia hanno presentato un avanzo nella bilancia commerciale ICT, mentre altri Paesi, specialmente Stati Uniti, Canada, Germania e Italia, hanno osservato significativi disavanzi.

Vale, infine, la pena notare che i problemi posti dall'affermarsi della *New Economy* mettono ulteriormente in discussione l'efficacia dell'uso di misure di produttività parziale e in particolare della produttività del lavoro, cui abbiamo fatto riferimento quasi sempre nella nostra analisi dell'evidenza empirica, che si limita a correlare l'output nel comparto manifatturiero ad un singolo input, il numero di ore lavorate in quel comparto, senza curarsi dell'impatto di molti altri fattori (la nuova tecnologia adottata, gli investimenti di capitale, l'uso ed il costo dell'energia utilizzata e, soprattutto, le abilità e i livelli di sforzo impiegato della forza lavoro). Esiste un consenso diffuso che le misure di produttività parziale debbano essere sostituite da più soddisfacenti e precise misure di produttività che tengano conto di tutti i fattori rilevanti: le cosiddette TFP, *Total Factor Productivity*, e MFP, *Multi Factor Productivity*, ma è facile rendersi conto che simili misure sono molto più difficili da stimare (ad esempio, il BLS fornisce data set per confronti internazionali di misure MFP solo per Stati Uniti, Francia e Germania) e pongono problemi ancora più seri per ciò che riguarda i confronti internazionali dei tassi di crescita della produttività. Si pone quindi un rilevante *trade off* tra costi e benefici sul quale torneremo più avanti nel lavoro.

Prima di investigare problemi di questo tipo, nella prossima sezione, analizziamo più nel dettaglio il contributo delle ICT alla crescita della produttività (sia essa definita come TFP o come semplice produttività del lavoro), per poi tornare, nel paragrafo 5, alle questioni di natura metodologica associate alla misurazione della produttività.

4 L'impatto della *New Economy* sulla produttività. Una discussione del ruolo delle ICT per la crescita

Robert Solow nel 1987 affermava “*you can see the computer age everywhere but in the productivity statistics*”. Questa osservazione ha stimolato un intenso dibattito sulle ragioni del rallentamento della crescita della produttività negli Stati Uniti e sull'effettivo contributo delle

¹⁰ I Paesi membri dell'OECD hanno adottato una definizione comune del settore ICT (OECD [2000]) che si basa sull'aggregazione delle attività economiche che direttamente producono le specifiche tecnologie, trasversalmente al settore manifatturiero (prodotti per il trattamento e l'elaborazione dell'informazione o per funzioni di comunicazione, incluse la trasmissione e visualizzazione dei dati, oppure prodotti che utilizzano processi elettronici per rilevare, misurare o registrare fenomeni fisici, oppure controllare processi fisici) e dei servizi (servizi di trattamento ed elaborazione delle informazioni e servizi di comunicazione, mediante l'uso di strumenti elettronici).

Information and Communications Technology (ICT) alla crescita della produttività. L'incapacità dei massicci investimenti in ICT di stimolare la crescita della produttività è divenuto noto come *productivity paradox*. Come emerge dalle tabelle 2 e 6, a partire dal 1975 e fino ai primi anni novanta (o fino alla seconda metà degli anni ottanta stando a recenti revisioni) gli Stati Uniti hanno sperimentato oltre due decenni di *productivity slowdown*.¹¹ Almeno tre spiegazioni sono state avanzate nel tentativo di risolvere questo paradosso: la rilevanza di errori e difficoltà di misurazione del contributo delle ICT, il fatto che le ICT hanno costituito (e in buona misura continuano a costituire) una piccola proporzione dello stock complessivo di capitale e l'idea che la diffusione di una nuova tecnologia e l'assorbimento dei benefici ad essa correlati richiedono tempo.

4.1 Le possibili spiegazioni del paradosso

Baily e Gordon [1988], Griliches [1994] e soprattutto Brynjolfsson [1992] hanno sottolineato la rilevanza di errori di misurazione nello spiegare il rallentamento della crescita della produttività statunitense. Baily e Gordon [1988] evidenziano come dalle statistiche ufficiali emerga un significativo aumento della produttività nella produzione di computer, ma non nel loro uso¹². Essi evidenziano come alla base dell'individuazione dell'aumento della produttività associato alla produzione di computer stia l'introduzione del cosiddetto *hedonic price index* nel 1986, che consente di misurare anche i miglioramenti nella qualità (in termini di capacità di calcolo) e non solo il numero di computer prodotti. Analogamente, la mancanza di evidenza circa l'impatto sulla produttività derivante dall'uso dei computer può essere legata all'inadeguatezza degli indicatori statistici, che non consentono di catturare nelle statistiche ufficiali esternalità importanti nella valutazione della produttività, quali i cambiamenti nei processi organizzativi, i miglioramenti nella qualità e nelle condizioni di lavoro, le possibilità di scelta dei consumatori e via dicendo. Tuttavia, essi concludono che le difficoltà di misurazione della rilevanza del settore dei computer possono spiegare solo mezzo punto percentuale di uno *slowdown* complessivo di 1.5% e quindi devono esservi altre spiegazioni.

La seconda spiegazione per il *productivity paradox* si concentra sul fatto che le ICT costituiscono una frazione limitata dello stock complessivo di capitale. Oliner e Sichel [1994] sottolineano che, proprio perché fino alla metà degli anni Novanta costituiscono una parte limitata dello stock totale di capitale, il contributo degli investimenti in computer (hardware e software) sulla crescita della produttività è necessariamente limitato. Calcolare i rendimenti di investimenti in IT come derivanti da investimenti specifici ignora, però, le esternalità associate all'uso di IT cui abbiamo accennato sopra. L'impatto delle ICT è probabilmente sottostimato se questi fattori non sono considerati (ancora un problema di misurazione) ed è tanto più probabile che fattori rilevanti siano sottostimati quanto maggiore è il tasso di innovazione.

Infine, la terza spiegazione è basata sul fatto che il processo di diffusione di una nuova tecnologia richiede tempo perché si possano osservare effetti sulla produttività. David [1990], adottando una prospettiva storica fondata sull'analisi di precedenti innovazioni (ad esempio, l'elettricità), ha sottolineato che sono il tasso di penetrazione e la velocità a cui un'innovazione si diffonde in un'industria ad influenzare il tasso di crescita della produttività in quell'industria ed è l'importanza di quell'industria sulla produzione totale ad influire sul contributo al tasso di crescita della produttività aggregata. In particolare, egli ha argomentato che una tecnologia comincia ad avere un impatto significativo sulla produttività quando il suo tasso di penetrazione raggiunge il

¹¹ Per quanto questa posizione sia ampiamente condivisa in letteratura, non mancano eccezioni. Ad esempio, Nordhaus [2001c], come desumibile dalle tabelle 4 e 5, sostiene che il *productivity slowdown* è limitato al periodo che va dal 1990 al 1995.

¹² Essi concentrano l'attenzione sulle difficoltà che possono avere avuto un impatto sullo *slowdown* della produttività a partire dal 1973, ma non su quelli pre-1973. Molti fattori, ad esempio errori nel deflazionare, hanno avuto sostanzialmente lo stesso impatto sul calcolo della produttività pre e post 1973.

50%. Un tasso che le ICT hanno da poco raggiunto negli Stati Uniti e molti altri paesi avanzati sono ancora lontani da tale soglia.

4.2 *L'accelerazione della produttività negli anni 90*

Come abbiamo già osservato, Brynjolfsson [1992] riconduce il *productivity paradox* in larga misura all'esistenza di problemi di misurazione e, più precisamente, al fatto che una parte importante del valore creato dalle imprese applicando le ICT e i nuovi processi organizzativi ad esse complementari (in termini di miglioramenti nella qualità e nella varietà, maggiore velocità nel raggiungere il mercato, personalizzazione dei beni e servizi) non è catturato dalle statistiche a livello aggregato. In risposta all'imprecisione delle misure statistiche ufficiali a livello aggregato, Brynjolfsson e Hitt [1999, 2000] hanno raccolto dati ed evidenziato significativi guadagni di produttività a livello delle singole imprese a partire dal 1991¹³. Tali risultati sembrano trovare conferma anche a livello settoriale per alcune industrie che hanno effettuato significativi investimenti in ICT (ad esempio, telecomunicazioni ed *electric utilities*). Tuttavia, la correlazione tra investimenti in ICT e crescita della produttività è incerta e non consente di formulare alcun giudizio conclusivo sulla relazione tra investimento in ICT e crescita della produttività. Vi sono, infatti, settori, specialmente tra i servizi, la cui performance in termini di crescita della produttività è stata inferiore alla media quando non negativa (come, ad esempio, nel caso di *banking* e educazione), ma che hanno investito in ICT in misura anche maggiore rispetto a settori che hanno evidenziato una performance superiore alla media. Ciò potrebbe, ancora una volta, essere dovuto alla difficoltà di misurare l'output del settore dei servizi (dove i benefici delle ICT si concretizzano più in un aumento della qualità dell'offerta che in una riduzione dei costi).

L'evidenza a livello di impresa conferma che le ICT contribuiscono sostanzialmente alla crescita della produttività. Brynjolfsson e Hitt [1998] evidenziano che la crescita della produttività è maggiore per quelle imprese che accompagnano gli investimenti in ICT alla decentralizzazione dell'organizzazione ed è molto bassa per quelle imprese che, invece, investono molto in ICT, ma non hanno una organizzazione decentrata. Anzi, la produttività per imprese che hanno investito molto nelle ICT, ma sono rimaste fortemente centralizzate, è diminuita rispetto a quelle che non hanno investito in ICT. Ciò conferma che il beneficio è maggiore quando l'investimento in ICT è accompagnato da investimenti complementari in strategie, processi di business e cambiamenti organizzativi.

Cosa è accaduto a livello aggregato? Come evidenziato dalle tabelle 2 e 6, a partire dai primi anni novanta, gli Stati Uniti hanno conosciuto un significativo aumento del tasso di crescita della produttività sia a livello aggregato, sia nel comparto manifatturiero.¹⁴ Contrariamente a ciò che era avvenuto per le altre fasi espansive del dopoguerra, la crescita della produttività è stata maggiore nella fase matura dell'espansione e non nelle fasi iniziali ed ha subito una significativa accelerazione dal 1995 raggiungendo, nel secondo trimestre 2000, un tasso di crescita del 5.2%.

Una possibile ragione è la crescita in termini reali dello stock di capitale ICT (specialmente computer) per lavoratore. A partire dal 1991, si è verificato un processo di *capital deepening* che ha conosciuto una rapida accelerazione dal 1995, con una crescita annuale media per il computer hardware del 16.3% tra il 1991 e il 1995 e del 33.7% tra il 1996 e il 1999, ma che ha interessato anche tutti gli altri settori ICT e specialmente software e telecomunicazioni. La crescita dell'output in queste industrie è stata accompagnata, specialmente per l'hardware, da sostanziali diminuzioni dei prezzi e aumenti della qualità. Un simile *capital deepening* può essere responsabile per una parte consistente dei guadagni di produttività nella seconda parte degli anni 90.

¹³ I due autori hanno, inoltre, mostrato che tali guadagni crescono nel tempo, a testimonianza del fatto che è necessario un certo periodo perché le imprese possano riorganizzarsi in modo da derivare i maggiori benefici dall'investimento in IT.

¹⁴ Tra l'inizio del 1997 e la fine del 1999, l'aumento annuo dell'output nel *Nonfarm Business Sector* è stato del 3.2%.

Si è osservata tanto una crescita della produttività del lavoro quanto una crescita della *multi-factor productivity* nei settori di produzione ICT (specialmente nell'industria dei computer e dei semiconduttori)¹⁵. Quasi tutti gli studi che si sono occupati dell'argomento (ad esempio, Oliner e Sichel [2000], Jorgenson e Stiroh [2000], Whelan [2000] e Macroeconomic Advisers [1999]) confermano che l'accelerazione nella crescita della produttività nella seconda metà degli anni 90 è legata al *capital deepening* e alle innovazioni realizzate dai produttori di ICT. Tutte le categorie di capitale ICT hanno contribuito significativamente alla crescita della produttività del lavoro, ma particolarmente rilevante è stato l'impatto del computer *hardware deepening*, che da solo sembra poter spiegare circa il 24% di tutta la crescita della produttività del lavoro tra il 1996 e il 1999.

Oliner e Sichel [2000], ma a risultati simili giunge anche Whelan [2000], suggeriscono che gli investimenti diretti in ICT (incluso *hardware, software* e telecomunicazioni), in combinazione con la riduzione dei prezzi di computer e semiconduttori, possono spiegare circa due terzi dell'accelerazione complessiva (pari a 1.06 punti percentuali) nella crescita della produttività tra la prima e la seconda metà degli anni novanta. Più precisamente, essi associano circa la metà dell'accelerazione nella crescita della produttività al *capital deepening* in corrispondenza degli investimenti delle imprese in ICT. L'altra metà è spiegata da un'accelerazione della *total factor productivity* (TFP), due quinti della quale è legata esclusivamente a guadagni di efficienza nella produzione di computer. Questi risultati sono consistenti con quelli di Jorgenson e Stiroh [2000], che sottolineano come l'accelerazione dei tassi di crescita della produttività sia associata agli investimenti in computer e alla rapida crescita della produttività nell'industria dei computer e prevedono che un tasso di crescita annuale della produttività del 2.3% possa essere sostenibile nel tempo. Essi osservano anche che il tasso di crescita della TFP è aumentato al di fuori del settore della produzione di computer, ma non trovano evidenza che tale accelerazione sia associata alle ICT¹⁶. I risultati principali degli studi relativi alle fonti di accelerazione della crescita della produttività del lavoro negli Stati Uniti sono sintetizzati nella tabella 10.

Se tutti sono d'accordo che le ICT abbiano sperimentato tassi di crescita molto elevati (circa il 24% all'anno dal 1990), molto meno accordo c'è sull'impatto dell'uso delle ICT sugli altri settori dell'economia. A livello settoriale l'impatto delle ICT continua, infatti, ad essere meno chiaro, ma un'indagine sistematica è necessaria per discutere la sostenibilità dell'accelerazione della produttività. Da un lato, i produttori di ICT hanno sperimentato elevati guadagni di produttività e hanno dato un contributo sostanziale alla crescita della produttività aggregata statunitense. Stando ai dati dello *U.S. Department of Commerce*, un'accelerazione dei tassi di crescita della produttività è stata osservata anche nel settore manifatturiero dalle industrie *ICT-intensive* rispetto a quelle non *ICT-intensive*. Al contrario, gli indicatori statistici ufficiali relativi alle industrie di servizi *ICT-intensive* non hanno evidenziato significativi tassi di crescita della produttività. Anzi, nonostante pesanti investimenti in ICT tra il 1990 e il 1997, complessivamente tali imprese hanno sperimentato un declino della produttività.

Stiroh [1998] evidenzia una significativa crescita della produttività del lavoro e una crescita della MFP per il settore di produzione dei computer. Per ciò che riguarda i settori utilizzatori di computer, per il periodo precedente al 1991, egli individua un aumento del capitale per lavoratore (associato alla diminuzione dei prezzi dei computer), cui è associato un aumento della produttività del lavoro, ma sottolinea l'assenza di evidenza dell'impatto dell'investimento in ICT sulla MFP. Questi risultati sono confermati da Jorgenson e Stiroh [2000] per il periodo 1999 e 2000. A conclusioni opposte giungono, invece, Triplett e Bosworth [2000] che evidenziano significativi tassi

¹⁵ La *multi factor productivity*, in aggiunta agli input di capitale e lavoro aggiustati per la qualità, considera anche fattori quali cambiamenti tecnologici non direttamente inclusi negli input, miglioramenti organizzativi, economie di scala e via dicendo.

¹⁶ Come notato da Brynjolfsson e Hitt [1998, 1999] vi sono settori che, pur avendo effettuato significativi investimenti in ICT, hanno sperimentato tassi di crescita della produttività molto bassi. Nonostante vi possano essere rilevanti problemi di misurazione, questo risultato lascia qualche dubbio sulla capacità delle ICT di accelerare la produttività, al di fuori delle industrie che le producono.

di crescita della MFP tra il 1987 e il 1997 per servizi *ICT-intensive*: 9% all'anno per *security e commodity broker*, 2.1% per *insurance carriers*, 2.2% *holding and investment offices*). Allo stesso modo, Stiroh [2001], considerando dati a livello industriale, mostra che le industrie produttrici e quelle a più elevata intensità di IT hanno sperimentato guadagni di produttività significativamente superiori rispetto a quelli delle altre industrie nella seconda metà degli anni novanta e che esiste un'elevata correlazione tra produttività del lavoro e accumulazione di capitale IT. Più precisamente, Stiroh evidenzia che l'intera accelerazione della produttività aggregata può essere ricondotta alle industrie che producono o utilizzano più intensamente le ICT, con un contributo pressoché nullo delle industrie meno interessate dalla *ICT – revolution*.

	Jorgenson e Stiroh [2000]	Oliner e Sichel [2000]	Whelan [2000]	Gordon [2000]
Periodo di riferimento	1990-95, 1995-98	1990-95, 1995-99	1974-95, 1996-99	1972-95, 1995-99
<i>Accelerazione complessiva nella produttività del lavoro</i>	0,9	1,0	1,0	0,7 ¹
Di cui				
<i>Capital Deepening</i>	0,3	0,5	-	0,3
Settore IT	0,2	0,5	0,5	-
Altri settori	0,1	0	-	-
<i>Qualità del lavoro</i>	-0,1	-0,1	.....	0,1
<i>TFP</i>	0,7	0,7	.....	0,3
Produzione di beni IT	0,2	0,2	0,3	0,3
Altri	0,5	0,5	....	0,0
<i>Altri fattori</i>	.....	.....	0,3	0,0
Percentuale della accelerazione nella produttività del lavoro correlata all'IT	44	64	73	

¹ Gordon considera l'accelerazione strutturale della produttività del lavoro che elimina l'incremento associato agli effetti ciclici.

Tabella 10.

Fonti di accelerazione della crescita della produttività del lavoro negli Stati Uniti per il periodo 1974-99 (espressi in termini percentuali).

Fonte:IMF [2000]

4.3 Quali sono le cause dell'accelerazione della produttività a partire dal 1995?

I migliori candidati per spiegare l'accelerazione della produttività sono i fattori discussi studiando il *productivity paradox*, primi fra tutti i problemi di misurazione dell'output delle ICT. Nell'autunno del 1999 i dati relativi al reddito nazionale statunitense ed alla crescita della produttività sono stati oggetto di una profonda revisione. Almeno tre importanti miglioramenti di misura sono stati introdotti. Il primo è l'aggiunta di nuove informazioni e l'aumento della qualità di quelle già utilizzate da parte del *Department of Commerce* che, da solo, potrebbe spiegare circa la metà della revisione in aumento dell'output e dell'accelerazione della produttività a partire dal 1995. Il secondo consiste, invece, nella riclassificazione del software, precedentemente considerato come *business expense*, e ora imputato come investimento e, pertanto, parte del PIL¹⁷. Infine, il terzo miglioramento, e forse quello di maggiore impatto (ancor più della considerazione del software come investimento) è relativo all'introduzione di nuove tecniche per la stima dell'inflazione e della produttività; ad esempio, l'introduzione di un nuovo indice per la misurazione dell'output dei servizi bancari.

Ricalcolando i tassi di crescita della produttività, dopo avere incorporato i miglioramenti appena discussi nella raccolta, classificazione e interpretazione dei dati, è emerso che lo *slowdown*

¹⁷ Questa modificazione diviene particolarmente rilevante nella revisione dei tassi di crescita negli anni 90, in corrispondenza dei massicci investimenti delle imprese in software.

degli anni Settanta è stato meno severo di quanto ritenuto in precedenza e che l'accelerazione dei tassi di crescita della produttività è cominciata in realtà già negli anni Ottanta in corrispondenza della diffusione dei personal computer ed è poi aumentata in misura significativa a partire dal 1995, come evidenziato da tutti gli studi citati nelle pagine precedenti.

Questa revisione può forse contribuire ad un dibattito molto intenso negli ultimi anni circa il carattere di strutturalità o ciclicità dell'accelerazione dei tassi di crescita della produttività. In uno studio molto citato, basato su dati che non tengono conto dei miglioramenti di misura appena discussi, Gordon [1999] sosteneva che circa un terzo dell'accelerazione della produttività potesse essere spiegato da errori di misura, un terzo da fenomeni ciclici ed un terzo da incrementi di produttività nella produzione di computer. Al di fuori della produzione di computer, e al netto degli errori di misura, egli sosteneva che l'intera crescita della produttività fosse legata a fattori ciclici. Dopo aver aggiustato per il ciclo ed avere eliminato la produzione dei beni durevoli, inclusi i computer, egli concludeva che non v'è stato alcun aumento di produttività nel restante 88% dell'economia. Anche con le statistiche riviste, pur avendo modificato i contributi relativi alla crescita della produttività, Gordon continua a sostenere che i fattori ciclici sono ancora responsabili per il 40% della crescita, mentre circa metà dell'accelerazione è spiegato dalla produzione di computer e software e la parte rimanente da errori di misura. In ogni caso, non ha trovato alcuna evidenza di un incremento strutturale nella produttività al di fuori di computer e software. In altri termini, anche con un apparato statistico significativamente migliorato, non esiste alcuna evidenza di una ampia *New Economy*. Il *productivity paradox* è tutt'altro che risolto; anzi, gode ancora di ottima salute!

La maggior parte degli altri studiosi dissente, però, da Gordon, criticando il modo in cui egli valuta gli effetti del ciclo economico, e attribuisce carattere di strutturalità alla crescita della produttività. Molti studi sottolineano che, una volta depurata dai fattori ciclici, permane una significativa accelerazione della produttività perlomeno a partire dal 1995. Utilizzando i vecchi dati, uno studio di Macroeconomic Advisers [1999] aveva calcolato un tasso di crescita aggregato annuale della produttività del 2.6%. Lo stesso risultato è confermato dall'OECD che sottolinea come, una volta depurate dagli effetti del ciclo, sia la TFP sia la produttività del lavoro siano aumentate negli Stati Uniti degli anni 90. In particolare, la misura della TFP è molto sensibile al metodo di calcolo utilizzato. Avvalendosi di una misura più ampia di TFP, l'OECD ha stimato che la crescita della TFP aggiustata per il ciclo è stata maggiore di quanto stimato da Gordon. Peraltro, anche essi enfatizzano il ruolo della crescita della produttività nella produzione di ICT ma, al contrario di Gordon, individuano anche una crescita della produttività derivante dal loro uso.

Naturalmente è ancora impossibile formulare una valutazione conclusiva circa questo dibattito ma, soprattutto alla luce delle indicazioni emerse a seguito della revisione degli indicatori statistici alla base della misurazione della produttività, l'idea di attribuirne la crescita essenzialmente alla produzione di computer e a fattori ciclici lascia più di un dubbio. A sostegno di questa conclusione, abbiamo già osservato come alcuni autori, in particolare Nordhaus [2001b], abbiano concluso che una parte significativa della crescita della produttività è attribuibile a settori non appartenenti alla *New Economy* (si vedano, in proposito, le tabelle 7 e 8).

4.4 *L'accelerazione dei tassi di crescita della produttività indotti dalle ICT al di fuori degli Stati Uniti*

Incredibilmente, come già osservato, al di fuori degli Stati Uniti e specialmente per molti paesi europei avanzati, i dati disponibili sono pochi e frammentari e dare una qualche indicazione sul contributo delle ICT alla crescita della produttività diviene complesso. Comparare la performance di paesi diversi è reso ancor più difficile dai diversi metodi utilizzati per misurare e definire i settori ICT e i miglioramenti in termini di qualità legati all'applicazione delle ICT, come già sottolineato in precedenza e come discuteremo nel dettaglio alla sezione 6.

Sebbene gli indicatori ufficiali probabilmente sottostimino l'impatto delle ICT sull'accelerazione della crescita della produttività in Europa (ma lo stesso vale per il Giappone), essi concordano nell'indicare che tale accelerazione è comunque minore di quella osservata negli Stati Uniti, essenzialmente per la minore incidenza delle IT sul totale dello stock di capitale (il 3% in Germania e Giappone rispetto al 7% negli Stati Uniti). Bassanini, Scarpetta e Visco [2000], dopo avere aggiustato per gli effetti del ciclo economico, trovano che la crescita della produttività negli anni Novanta imputabile alle ICT è stata di almeno mezzo punto percentuale in Australia, in Canada e nei Paesi Scandinavi, ma è diminuita in Giappone e nelle grandi economie europee. Tuttavia, Daveri [2000] sottolinea che le ICT contribuiscono significativamente alla crescita anche al di fuori degli Stati Uniti. Egli afferma che l'investimento e l'accumulazione di nuove tecnologie può spiegare dal 20 al 40% dei tassi di crescita osservati in 14 Paesi OECD. Peraltro, egli denuncia un ritardo importante di alcuni Paesi (Italia e Spagna in testa e, in misura minore, anche la Francia) non solo rispetto agli Stati Uniti, ma anche rispetto ad altri Paesi dell'Unione Europea (Regno Unito, Olanda e Svezia) e al di fuori dell'Unione Europea (Australia e Nuova Zelanda), contraddistinti da tassi di diffusione delle ICT ben superiori¹⁸.

5. I problemi metodologici nella costruzione delle misure di produttività

Fino ad ora, abbiamo concentrato l'attenzione sull'importanza, più o meno marcata, delle ICT nella spiegazione dell'accelerazione della produttività statunitense e del contestuale *gap* prodottosi con i Paesi europei. Come abbiamo osservato nella seconda sezione di questo lavoro, commentando i valori osservati degli indici di produttività e la loro significatività, abbiamo posto l'accento sull'esistenza di problemi metodologici che possono introdurre rilevanti distorsioni nelle misure. Nei prossimi paragrafi ci proponiamo di illustrare, con un maggiore grado di dettaglio, i problemi legati alla costruzione degli indici di produttività e, in particolare, alla loro comparabilità internazionale.

5.1 I trade off tra misurabilità e adeguatezza teorica degli indici

Tra le varie questioni relative alla misurabilità della produttività, un posto centrale è occupato dalla definizione del concetto di produttività cui fare riferimento. Più volte nelle pagine precedenti abbiamo utilizzato sia misure di produttività parziale (tipicamente la produttività del lavoro), sia misure di produttività totale (la *total factor productivity*, TFP).

Anche intuitivamente è chiaro che le misure di produttività parziale siano più facili da stimare, ma è altrettanto chiaro che le misure di produttività totale sono più precise e godono di proprietà più desiderabili da un punto di vista teorico. Esse consentono, infatti, di valutare l'impatto sull'output di variazioni in tutti gli input rilevanti per il processo produttivo (capitale, beni intermedi, lavoro, tecnologia e via dicendo), mentre le misure di produttività parziale catturano per definizione esclusivamente l'efficienza di uno specifico input nel processo produttivo.

La definizione di un indice di produttività parziale, e in particolare della produttività del lavoro, non presenta particolari difficoltà concettuali in linea di principio. Si tratta semplicemente di dividere un indice dell'output (ad esempio l'output realizzato in un dato settore dell'economia) per un indice del numero di ore lavorate in quel settore, e cioè:

$$(1) \quad PFP(L) = \frac{Q_t}{Q_0} \bigg/ \frac{L_t}{L_0},$$

¹⁸ Ciò potrebbe costituire una prova della rilevanza della teoria avanzata da David [1990] circa l'importanza della diffusione di una tecnologia nello spiegare il suo impatto sull'accelerazione della produttività.

dove Q_t/Q_0 è un indice dell'output per l'anno corrente (t), L_t/L_0 è un indice dell'input (lavoro) per l'anno corrente e $t=0$ denota l'anno base nella costruzione dell'indice.

Le cose si fanno più complesse per quanto riguarda la costruzione di indici relativi ai tassi di crescita della produttività totale (TFP) o multi-fattore (MFP), poiché in questo caso è necessario calcolare la crescita della produttività misurando coerentemente il contributo di più input alla variazione dell'output. Nel seguito, ci limitiamo ad introdurre una misura alla Törnqvist (si veda, ad esempio, Törnqvist [1936]), molto utilizzata perché gode di proprietà desiderabili dal punto di vista teorico, illustrata nell'equazione (2).

$$(2) \quad \ln\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{Q_t}{Q_{t-1}}\right) - \left[w_K \ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) + w_L \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) + w_{IP} \ln\left(\frac{IP_t}{IP_{t-1}}\right) \right],$$

dove A indica la TFP, Q è l'output, K , L , IP indicano rispettivamente gli input di capitale, lavoro e beni intermedi, mentre w_K , w_L e w_{IP} indicano i pesi associati ai costi sostenuti per tali input, dove $w_i = (s_{i,t} + s_{i,t-1})/2$, con $s_{i,t} = (p_{i,t}x_{i,t})/\Sigma(p_{i,t}x_{i,t})$ e $p_{i,t}$ rappresenta il prezzo dell'input $x_{i,t}$ al tempo t .

Al di là delle specificità degli indici riportati nelle equazioni (1) e (2), da essi emerge chiaramente che, confronti internazionali e intertemporali dei tassi di crescita della produttività (comunque essa sia definita e qualunque sia il livello di aggregazione dei dati) sono possibili solo se l'output e gli input sono misurati in modo omogeneo e comparabile e se i dati sono aggregati adottando numeri indici non distortivi. Ciò fa immediatamente comprendere come, da un punto di vista metodologico, e soprattutto per eventuali confronti internazionali, sia molto più agevole limitare l'attenzione a misure di produttività parziale (la produttività del lavoro) e ciò spiega perché la maggior parte degli studi internazionali si limitino a comparare tassi di crescita relativi a misure della produttività del lavoro. Un ulteriore aspetto da sottolineare dal punto di vista metodologico è che abbiamo studiato i tassi di variazione della produttività del lavoro, ma non abbiamo mai discusso e comparato i livelli di produttività in diversi Paesi. Ciò è essenzialmente dovuto al fatto che il riferimento ai livelli di produttività renderebbe impossibili, o comunque scarsamente significativi, i confronti internazionali. Riprenderemo il problema dal punto di vista metodologico al paragrafo 5.1.2. Per il momento, ci limitiamo ad osservare che, anche prescindendo da eventuali differenze metodologiche nella raccolta dei dati e nella definizione degli aggregati, è spesso complesso confrontare output e input per Paesi diversi, principalmente a causa del fatto che essi sono tipicamente espressi in valute diverse. Naturalmente, è possibile cercare di esprimere queste grandezze attraverso un'unità di misura comune, considerandoli *a parità di potere d'acquisto* (PPP) – ovvero, individuando il numero di unità di valuta straniera necessarie per acquistare beni e servizi in misura pari a quelli acquistabili utilizzando una unità di valuta nazionale. Tuttavia, i dati PPP sono limitati e spesso metodologicamente inadeguati per confronti internazionali. Ad esempio, come sarà precisato in seguito, l'OECD fornisce dati di questo tipo relativamente al prodotto nazionale lordo, costruendoli a partire dalla spesa di consumatori, imprese e governo e non dal valore aggiunto di ogni industria, il che li rende ancora meno soddisfacenti per confronti di produttività per alcuni settori, quali quello manifatturiero.

5.1.1 I problemi legati alla definizione e misurazione di output e input

Uno dei temi principali nella misurazione della produttività risiede nella corretta valutazione degli output e degli input utilizzati nel calcolo di un indice di produttività. Nell'analisi condotta nelle prime sezioni di questo lavoro, abbiamo più volte sottolineato che il valore assunto da un indice di produttività varia al variare del concetto di output utilizzato.

Da un punto di vista teorico è noto che la scelta di un'appropriata misura dell'output (output lordo, valore aggiunto e via dicendo) è funzione del particolare indice di produttività che si intende calcolare e del livello di aggregazione cui si riferisce (indici aggregati, settoriali, industriali, etc.).

Van Ark [1996] sostiene che il valore aggiunto è il concetto di output da preferirsi se l'obiettivo è di valutare la performance dell'intera economia (o per settori che rappresentano una fetta significativa del PIL). Questo perché, il valore aggiunto consente di eliminare i problemi legati alla doppia imputazione degli input intermedi (energia, materie prime, etc) ed è facilmente ottenibile sia dalle statistiche primarie (per esempio, i censimenti della produzione), sia da fonti secondarie (quali tavole input-output e contabilità nazionale). Sfortunatamente, tuttavia, l'adozione di questo concetto di output implica, di fatto, che gli input intermedi non contribuiscano in alcun modo alla crescita della produttività e siano quindi insignificanti nell'analisi dei tassi di crescita della produttività. Naturalmente, si tratta di un'implicazione difficile da accettare in generale.

Si pone quindi il problema, specialmente per le stime di produttività a livello industriale, di individuare un più soddisfacente concetto di output, che consenta un trattamento simmetrico di tutti gli input. Adatto a questo scopo è il prodotto lordo e, più specificamente, se ci si pone l'obiettivo di derivare misure per l'economia nel suo complesso aggregando tassi di crescita della produttività a livello industriale¹⁹, una sua variante nota come output settoriale. Quest'ultimo è definito come l'output lordo cui sono sottratte le transazioni intra-industria (o intra-settore).

Vale, inoltre, la pena aggiungere che l'uso del concetto di output lordo e di output settoriale è quello favorito dalla letteratura teorica per le stime della produttività multi-fattoriale a livello di industria, come osservato da Dean, Harper e Sherwood [1996].

Per quanto riguarda i confronti internazionali di tassi di crescita della produttività, la misura dell'output normalmente utilizzata è il valore aggiunto, essenzialmente perché è facile da calcolare. Come abbiamo già osservato, esso discende direttamente dall'integrazione di statistiche primarie e secondarie facilmente reperibili. I dati relativi al valore aggiunto sono, infatti, normalmente disponibili sia a livello aggregato, sia a livello di singola industria. Tuttavia, non è affatto chiaro al momento, da un punto di vista teorico, perché questo concetto di output debba essere preferito ad altri nelle comparazioni internazionali. Ad esempio, l'output settoriale potrebbe portare a stime migliori se l'obiettivo è di confrontare stime internazionali di TFP.

La misurazione degli input, e in particolare quella del lavoro, non è questione meno importante di quelle relative alla misurazione dell'output. Nei confronti internazionali, è ovviamente essenziale stimare le ore lavorate adottando metodologie comparabili. Il problema è che le caratteristiche del mercato del lavoro possono differire sostanzialmente in Paesi diversi (basti pensare all'incidenza del lavoro part-time o al trattamento delle ferie e dei periodi di malattia) e ciò influisce significativamente sui valori osservati della produttività del lavoro. In aggiunta, non è solo la quantità di ore lavorate, ma anche la qualità del lavoro, ciò che è comunemente indicato come *human capital*, ad essere diversa in Paesi diversi. La qualità può, però, essere misurata solo imperfettamente, ricorrendo a *proxy* quali l'età, il sesso, l'educazione e la scolarità della forza lavoro. Inoltre, per quanto aggiustamenti per la qualità della forza lavoro, così come per l'output, siano estremamente rilevanti, come osserveremo più avanti, essi introducono inevitabilmente gradi di libertà che possono influire in modo rilevante sulle misure di produttività.

Anche la misurazione degli input di beni capitali non è scevra da problemi metodologici. Come osservato da Van Ark [1996], si pongono essenzialmente tre problemi di comparabilità internazionale. Il primo è legato alla costruzione stessa di una stima dello stock di beni capitali. Essa è normalmente basata sul cosiddetto metodo delle scorte perenni (*perpetual inventory method*), che cumula gli investimenti nel tempo su base nazionale (tenendo conto della loro vita residua, del ritiro dal mercato e della eliminazione del vecchio capitale, nonché del loro deprezzamento). Ciò implica che sia normalmente difficile effettuare confronti internazionali, sia perché le ipotesi fatte da Paesi diversi non sono necessariamente le stesse, sia perché la composizione dello stock di capitale è diversa. Il secondo problema è, invece, legato alla scelta dei pesi da utilizzare nell'aggregazione dello stock di capitale (per tipo o per industria). Nei confronti internazionali,

¹⁹ Ciò è possibile attraverso una procedura di aggregazione basata semplicemente su una somma pesata dei tassi di crescita a livello di industria, dove i pesi (noti come pesi di Domar/Hulten) sono dati dal rapporto tra l'output complessivo e l'output ottenuto escludendo gli acquisti intra-industria.

essenzialmente per ragioni di semplicità computazionale, i pesi sono normalmente rappresentati dai prezzi dei beni capitali, anche se, in generale, i prezzi di locazione potrebbero catturare in modo più adeguato il reale contributo del capitale alla produzione. Infine, come si è sottolineato in precedenza, esiste un problema relativo all'aggiustamento degli indici di prezzo rispetto a variazioni nella qualità dei beni capitali. In effetti, le differenze tra Paesi nell'operare tali aggiustamenti sono la fonte maggiore di inconsistenze nei confronti internazionali. Peraltro, l'uso di indici di prezzo edonici (che catturano gli effetti di cambiamenti in alcune caratteristiche degli indici di prezzo) non è ancora molto diffuso. Solo un numero limitato di Paesi, e tra questi principalmente gli Stati Uniti, adottano indici di questo tipo al fine di introdurre aggiustamenti per la qualità e ciò ha certamente introdotto un *bias* nei confronti tra i tassi di crescita della produttività statunitense e quelli di altri Paesi.

5.1.2 I confronti internazionali tra livelli di produttività

Tutta l'analisi dei paragrafi precedenti è stata condotta studiando e comparando tassi di crescita della produttività. Non sono, invece, stati presi in considerazione i livelli di produttività, che possono fornire indicazioni preziose circa la dimensione del gap di produttività nei confronti internazionali. I confronti di produttività possono essere effettuati a diversi livelli di aggregazione. A livello dell'intera economia, sono normalmente seguiti due approcci per valutare i livelli di produttività: l'*expenditure approach* e l'*industry of origin approach*. Il primo si concentra sui confronti tra categorie di spese (consumi privati, consumi del settore pubblico e formazione del capitale), mentre il secondo, procede per livelli crescenti di disaggregazione, calcolando misure di produttività per settori (agricoltura, industria e servizi), rami e industrie. E' facile convincersi che l'*expenditure approach* concentrandosi esclusivamente sui prodotti finali consente un calcolo più agevole dei livelli di produttività. Naturalmente, il secondo approccio diviene essenziale qualora si vogliano comparare livelli di produttività per settori o industrie diverse, nel qual caso è indispensabile prendere in considerazione anche i prodotti intermedi e non solo quelli finali.

Un problema metodologico di fondamentale importanza se si vogliono confrontare i livelli di produttività a livello internazionale è legato alla definizione di appropriati fattori di conversione, che consentano di esprimere l'output (e conseguentemente i livelli di produttività) per Paesi diversi in una valuta comune, tenendo però conto delle differenze nel livello relativo dei prezzi tra Paesi.

Come argomenta Hooper [1996], considerando (senza perdita di generalità) il problema della conversione in US\$ dell'output espresso in una qualsiasi altra valuta, è possibile scrivere formalmente

$$(3) \quad O_j^s = O_j / (P_j / P_{US}),$$

dove O_j indica l'output di una data industria nel Paese j , O_j^s è lo stesso output espresso in US\$ e P_j / P_{US} è il rapporto tra il livello dei prezzi medio nella valuta del Paese d'origine per l'industria in esame ed il livello medio dei prezzi statunitensi per la stessa industria.

E' chiaro che il punto cruciale consiste nello stimare in modo adeguato il rapporto tra i livelli dei prezzi. A questo proposito esistono diversi approcci per stimare una *proxy* del rapporto P_j / P_{US} . Negli studi empirici è spesso utilizzato il tasso di cambio nominale come *proxy* del rapporto tra i prezzi dell'output tra diversi Paesi, ma ciò conduce ad una stima più volatile rispetto al rapporto tra i livelli di prezzo in termini reali. Per questa ragione, la letteratura ha proposto molte misure alternative: misure fisiche, il concetto di parità di potere d'acquisto in termini di spesa (il cosiddetto EPPP, acronimo di *Expenditure Purchasing Power Parity*), o lo *Unit Value Ratio* (UVR). Nel passato le misure fisiche sono state ampiamente utilizzate negli studi empirici. Oggi il numero e le varietà sempre crescente di prodotti rendono però assai più lunga e laboriosa l'adozione di tale

misura nei confronti internazionali e spiega perché tali misure non siano più al centro.²⁰ Da questo punto di vista l'approccio EPPP sembra essere più soddisfacente. Esso è, infatti, basato su informazioni *cross-country* relative ai prezzi di specifiche categorie di spese finali fornite dalle Nazioni Unite, da Eurostat e dall'OECD. Il problema, in questo caso, è che l'approccio EPPP considera solo i prezzi al consumo per beni finali e, quindi, se si volessero eseguire confronti a livello di industria, è necessario correggere i dati disponibili. Come abbiamo già osservato, questi dati non sono soddisfacenti per confronti di produttività nel settore manifatturiero e alcuni Istituti, BLS in testa, non forniscono confronti internazionali tra livelli di produttività.

Per quest'ultimo tipo di indagine, il concetto più adeguato è, peraltro, quello di *Unit Value Ratio*. Lo *Unit Value* è basato su informazioni fornite dagli Istituti di statistica di ciascun Paese ed è calcolato come il rapporto tra il valore della produzione a livello di *sub-industry* e una misura fisica dell'output. Questa misura è poi aggregata a livello di industria e dal confronto degli *Unit Value* a livello di industria per due Paesi diversi si ottiene lo *Unit Value Ratio*. Anche questa misura non è, peraltro, esente da problemi metodologici. Come osservato da Van Ark [1996], esso può essere basato su un campione limitato di osservazioni (lo UVR riferito al comparto manifatturiero copre tipicamente una quota variabile tra il 15 e il 45 per cento dell'output totale) e, quindi, i confronti tra UVR sono influenzati dalle differenze nel mix di prodotti presi in esami. Inoltre, i sistemi di codificazione dei prodotti non sono armonizzati tra Paesi, il che può ulteriormente distorcere le informazioni fornite dall'UVR. Infine, ma questo è un problema più generale, perché gli UVR possano essere veramente informativi, è necessario introdurre correzioni per la qualità dei beni che entrano nella definizione dello *Unit Value*.

6. I problemi legati alla costruzione di indici edonici e l'introduzione di aggiustamenti per la qualità

La costruzione di indici di prezzo per i beni e servizi la cui qualità cambia rapidamente nel tempo pone rilevanti problemi metodologici. E' immediato osservare che se l'indice utilizzato non è in grado di catturare i miglioramenti nella qualità, la misura che si ottiene tende a sovrastimare la dinamica dei prezzi e a sottostimare l'andamento della produzione. Come abbiamo già osservato nelle sezioni precedenti, uno dei settori per i quali questo problema è particolarmente importante è quello delle ICT, per il quale i cambiamenti tecnologici sono molto rapidi e alimentano attività economiche in parte nuove e, spesso, difficili da misurare (perché relative a beni intangibili). Il fatto che le ICT siano difficili da misurare ha fatto sì che siano state prodotte stime eterogenee, sia a causa delle diverse procedure di aggiustamento per la qualità adottate, sia perché le misure dell'output e dei relativi indici di prezzo trovano un serio limite nella scarsa disponibilità di dati attendibili ed aggiornati.

Una metodologia che consente in parte di risolvere il problema legato alla costruzione di indici di aggiustamento per la qualità è basata sulla cosiddetta *ipotesi edonica*, che cerca di risolvere l'eterogeneità tra beni (e servizi) di diversa qualità, tenendo conto delle *caratteristiche* qualitative che presentano. Triplett [1996], ad esempio, definisce una funzione di produzione per l'industria dei computer, in funzione sia di fattori di produzione classici - lavoro, capitale, beni intermedi (quali i semiconduttori) -, sia di un vettore di caratteristiche (qualitative) - velocità dei computer, dimensione della RAM e dei dischi fissi e via dicendo -, in modo che l'output non sia espresso unicamente dal numero di computer prodotti, ma anche dalle caratteristiche che essi presentano.

Il metodo edonico prevede che l'output sia aggiustato per tenere conto della qualità del prodotto sulla base di un'analisi di regressione che stima la cosiddetta funzione edonica, ovvero una funzione $p=h(X_1, X_2, \dots, X_N)$ che correla i prezzi p osservati per un certo modello di bene (o servizio) alle "quantità" di caratteristiche X che esso contiene. Questa regressione consente di valutare in quale misura i cambiamenti nei prezzi sono imputabili a cambiamenti di qualità (ovvero di caratteristiche)

²⁰ Vale la pena osservare, tuttavia, che tali misure rimangono molto utili per confronti a livello di impianto e per l'output dei servizi che pone rilevanti problemi di valutazione.

e in quale misura sono, invece, indipendenti dalle variazioni nelle caratteristiche. Il metodo edonico sembra essere potenzialmente in grado di risolvere i problemi legati alla costruzione di indici che tengano conto delle differenze in termini di qualità di beni e servizi altrimenti identici. Tuttavia, la sua applicazione è associata a rilevanti difficoltà empiriche. I primi problemi si pongono in relazione alla scelta delle caratteristiche da includere nella funzione edonica. Sebbene indicazioni utili possono essere ottenute considerando le caratteristiche tecniche del prodotto²¹, permangono elementi di arbitrarietà nella scelta delle caratteristiche rilevanti. Altre difficoltà possono poi sorgere nel reperimento dei dati necessari alla misurazione delle caratteristiche selezionate ed alla stima dei prezzi ad esse associati. E' immediato osservare che la costruzione di una funzione edonica è decisamente *resource intensive* e ciò spiega perché pochi Paesi la utilizzano nella stima degli indici di produttività e quei pochi che lo fanno si limitano ad applicarla ad un numero limitato di beni.²² Il miglior esempio dell'uso del metodo edonico per catturare gli effetti degli aggiustamenti di qualità sul prezzo è senza alcun dubbio il caso dei computer: l'introduzione di indici di prezzo basati sulla funzione edonica hanno cambiato radicalmente l'evidenza empirica circa l'andamento dei prezzi dei computer rispetto a quella ottenuta ricorrendo alle tecniche tradizionali. Ad esempio, Schreyer [1996] sottolinea che, negli Stati Uniti, l'indice di prezzo edonico relativo ai computer è diminuito ad un tasso annuale medio superiore al 12% nel corso degli anni ottanta e ad una velocità più elevata rispetto al rallentamento registrato dagli indici convenzionali. Tuttavia, l'introduzione di indici edonici introduce anche una significativa eterogeneità negli indici di prezzo. La tabella 11 illustra sia l'impatto di aggiustamenti edonici circa i prezzi di beni ICT come calcolati da alcuni studi empirici, sia l'eterogeneità degli aggiustamenti associati all'introduzione di indici edonici. E' interessante notare come gli aggiustamenti relativi all'hardware danno luogo a revisioni al ribasso dei prezzi di gran lunga superiori rispetto a quelli associati all'output.

Categoria e Autore	Soggetto	Periodo	Cambiamento percentuale annuo della variazione di prezzo
Computer			
Triplett (1989) USA	Computer system	1972-1984	-16,3
	<i>Aggiustamenti edonici</i>	1957-1972	-23,9
Gordon (1989) USA	Mainframe e Minicomputer	1972-1984	-20
	<i>Aggiustamenti edonici</i>		
Oliner (1993) USA	Mainframe computer	1977-1984	-26
	<i>Aggiustamenti edonici</i>		
Berndt-Griliches (1993) - USA	Microcomputer	1982-1988	-28
	<i>Aggiustamenti edonici</i>		
Semiconduttori			
Grimm (1995)	Semiconduttori	1974-1994	-39,9
	<i>Aggiustamenti edonici</i>	1985-1994	-24,7
Software			
Oliner e Sichel (1994) - USA	Word Processor	1985-1993	-2,6
		1987-1993	-1,1
	Spreadsheet	1985-1993	-4,5
	Database	1985-1993	-4,7
	<i>Matched model index</i>		

Tabella 11. L'impatto di aggiustamenti edonici per beni ICT.

Fonte: Schreyer (1998)

²¹ A questo proposito, Triplett [2000] sottolinea l'importanza della cosiddetta *engineering production function*.

²² Ciò, senza contare il fatto che, ad eccezione di Canada e Stati Uniti, anche qualora vengano calcolati, gli indici edonici (principalmente per i miglioramenti della qualità dei computer) non sono correntemente utilizzati per migliorare il livello di significatività delle stime di contabilità nazionale.

Cerchiamo, ora, di chiarire quale possa essere l'impatto dell'adozione di indici edonici sulle stime di produttività considerate in questo lavoro. Triplett [2000] indaga gli effetti sui tassi di crescita della produttività dell'introduzione di misure edoniche per tre industrie tra loro correlate: l'industria dei computer, quella dei semiconduttori e quella dei *semiconductor manufacturing equipment*. Egli sottolinea come un possibile modo per valutare i tassi di crescita della produttività consista nel misurare le variazioni nella produttività parziale come rapporto tra indici dei prezzi dell'output e indici dei prezzi dell'input²³, entrambi aggiustati per tener conto delle differenze nella qualità dei beni. Se l'indice dei prezzi degli input cresce più rapidamente dell'indice dei prezzi dell'output se ne potrebbe dedurre un miglioramento dell'efficienza nella produzione. Adottando questa metodologia, Triplett dimostra che le misure di produttività per l'industria dei computer sono molto sensibili all'introduzione di indici di prezzo aggiustati per la qualità dei semiconduttori utilizzati come input in questa industria. Più precisamente, la produttività è significativamente sovrastimata se non si tiene conto della sostanziale diminuzione dei prezzi dei semiconduttori.

La corretta valutazione della qualità deve riguardare, di conseguenza, il maggior numero possibile di relazioni industriali per poter valutare in modo soddisfacente il suo effetto sulla produttività. Schreyer [1996] evidenzia l'impatto di una errata misurazione della qualità sul prodotto lordo del settore delle ICT e, a cascata, sul valore aggiunto di altre industrie (in particolare, il settore bancario e finanziario e quello dei servizi di comunicazione) e sull'output a livello aggregato. Analogamente a quanto fatto da Triplett, anche Schreyer calcola la produttività adottando indici per gli input e per l'output basati sul metodo edonico, verificando se l'introduzione di aggiustamenti per la qualità nelle ICT ha un impatto anche sui settori utilizzatori e non solo su quelli produttori di ICT.

Problemi di errata valutazione in assenza di aggiustamenti per la qualità dei beni e servizi possono manifestarsi a vari livelli. In primo luogo, la misurazione dell'output degli ICT *producer* può risultare distorto, a meno che i prezzi degli output non vengano aggiustati per tener conto della diversa qualità dei prodotti. Questa distorsione, legata all'errata misurazione operata dall'indice dell'output scelto (tipicamente il valore aggiunto reale), è destinata a diffondersi dai settori produttori ai settori utilizzatori, nella misura in cui i beni ICT (principalmente computer e semiconduttori) entrano a far parte dello stock di capitale delle imprese utilizzatrici e influenzano i servizi del capitale attraverso il processo produttivo. Le rapide variazioni nella qualità dei beni ICT si traducono, quindi, in un altrettanto rapido cambio di qualità dell'output delle industrie utilizzatrici di ICT. Ne consegue che, se i prezzi dell'output di queste ultime industrie non sono aggiustati in modo da tener conto di variazioni nella qualità si può assistere ad una sottomisurazione dell'output lordo reale aggregato.

Naturalmente, tutto ciò si traduce sui valori degli indici di produttività. Limitando l'attenzione alla produttività del lavoro, essa risulta influenzata da errori di misurazione quali quelli appena descritti. Se da un lato gli indici del fattore lavoro (comunemente il numero di ore lavorate o il numero di occupati) sono indipendenti dagli aggiustamenti per la qualità dei prezzi dell'output, d'altro lato qualsiasi effetto sul valore aggiunto reale (l'indice dell'output utilizzato da Schreyer [1996]) si trasferisce direttamente sulla produttività.

Per meglio comprendere l'importanza e gli effetti di aggiustamenti per la qualità, può essere utile analizzare il problema con un grado maggiore di dettaglio. Il modo in cui l'aggiustamento di qualità dei prezzi influenza la misura del valore aggiunto reale settoriale e aggregato può essere ulteriormente precisato. Schreyer suddivide l'economia in tre macro-categorie di settori: i settori produttori di ICT, gli utilizzatori di ICT e una categoria residuale che raggruppa tutti i settori che non appartengono alle prime due categorie.

Le maggiori industrie produttrici di ICT - quella dei computer e delle attrezzature per uffici (*machinery office equipment*), quella delle attrezzature per radio, tv e la comunicazione - hanno conosciuto un rapido miglioramento qualitativo del prodotto, che può essere catturato solo introducendo aggiustamenti qualitativi dei prezzi. Il prodotto di queste industrie è venduto alle

²³ La proposta di calcolare la produttività come rapporto tra prezzi è un classico della letteratura sulla produttività e risale al contributo di Copeland e Martin [1938].

industrie utilizzatrici di ICT – e, in particolare l’industria dei servizi per le comunicazioni (servizi postali e di telecomunicazione) e quella dei servizi bancari ed assicurativi – e costituisce una parte significativa del loro stock di capitale, migliorandone la performance. Ciò, a sua volta, conduce ad un miglioramento della qualità dell’output di queste industrie (basti pensare ai miglioramenti nella qualità dei servizi bancari e telefonici associati al miglioramento delle strutture informatiche e di telecomunicazione), che, ancora una volta, richiede l’introduzione di aggiustamenti per la qualità per poter essere apprezzato a pieno.

Infine, l’introduzione di meccanismi di aggiustamento dei prezzi che tengano conto della qualità dei prodotti e dei servizi offerti anche per la categoria residuale. Il legame tra le industrie produttrici e quelle utilizzatrici di ICT è immediato ed è costituito, principalmente, dal fatto che i prodotti delle prime costituiscono una parte rilevante dell’investimento delle seconde. Il legame con le industrie appartenenti alla categoria residuale è, invece, meno immediato e passa attraverso il fatto che tali industrie sono comunque utilizzatrici di ICT come beni intermedi (ad esempio i semiconduttori, i dischetti o le CPU entrano come beni intermedi nella produzione di automobili). Ciò fa sì che le misure del valore aggiunto di tali industrie possano essere a loro volta distorte, a meno che non si introducano prezzi edonici, a causa del rapido cambiamento di qualità nei beni intermedi utilizzati. In generale, quindi, in assenza di aggiustamenti dei prezzi dei beni e servizi che tengano conto di variazioni nella loro qualità, la complessità delle relazioni input-output tra industrie e settori amplifica i potenziali effetti distorsivi di una errata misurazione del valore aggiunto.

L’impatto stimato sul valore aggiunto aggregato è significativo: l’analisi condotta sui tassi di crescita del PIL per cinque Paesi OECD per i quali sono disponibili dati (Stati Uniti, Giappone, Regno Unito, Germania e Canada) mostra che, a seguito dell’introduzione di indici edonici dei prezzi, i tassi di crescita del PIL dovrebbero essere rivisti verso l’alto di una percentuale compresa tra lo 0,2% e lo 0,6% per il periodo 1985-90 (e, parallelamente, il tasso di inflazione dovrebbe essere ridotto verso il basso nella stessa misura). E’ evidente che un aggiustamento del tasso di crescita di questa entità avrebbe un impatto sulla produttività aggregata e settoriale. L’entità di tale impatto dipende in modo cruciale dal peso che le industrie produttrici e utilizzatrici di ICT hanno come beni intermedi nei settori *downstream*: maggiore è il loro peso, maggiore la distorsione nella misura del valore aggiunto.

Nonostante sia ormai chiaro che ignorando i miglioramenti di qualità si ottengono misure di produttività distorte, come abbiamo già osservato, solo pochi Paesi costruiscono indici di prezzo edonici per le industrie produttrici di ICT e ancora meno per le altre industrie collegate alle ICT. Ciò è certamente legato ai rilevanti costi associati al calcolo degli indici di prezzo edonici a limitarne la diffusione. Gli stessi Stati Uniti, dove gli aggiustamenti edonici sono più radicati, producono sistematicamente indici di questo tipo solo per quattro industrie, appartenenti in senso lato alla *New Economy* - computer e attrezzature periferiche, semiconduttori, software e attrezzature di *digital switching*- che, nel loro complesso, hanno rappresentato solo il 2,2 % del PIL nel 1998 (Nordhaus [2001c]).

Appendice 1.

Problemi di aggregazione dei dati relativi a input e output nel tempo e nello spazio

In questo lavoro, abbiamo più volte accennato ai problemi legati all’aggregazione nel tempo e nello spazio dei dati che stanno alla base delle misure di produttività, ma non ci siamo soffermati sui problemi metodologici posti dalla definizione di numeri indici che consentano di aggregare (nello spazio e nel tempo) molti output (input). Naturalmente, non è in generale possibile definire un numero indice “vero” per l’aggregazione dei dati e, in effetti, sono stati proposti molti indici, con caratteristiche ed obiettivi diversi. Seguendo Fujikawa e Milana [1996], adottiamo un approccio economico, noto come *index approach*, in base al quale il numero indice adottato per l’aggregazione dei dati è rappresentato da una forma funzionale coerente con il problema

decisionale dell'impresa (ipotizzato essere la scelta delle quantità di input, dati i prezzi degli input, il livello dell'output e la tecnologia, in modo da minimizzare i costi di produzione).

Indicando con Q il numero indice implicito della quantità di input aggregate, un indice implicito della *total factor productivity* può essere definito come

$$(4) \quad \pi \equiv (y^t/y^0)/Q,$$

dove y^t e y^0 indicano rispettivamente il livello di output osservato al tempo t e ad un certo anno base $t=0$. Q indica il rapporto tra il valore assunto dalla funzione di costo minimo totale in due periodi diviso per l'indice di prezzo dell'input P . La (4) può, quindi, essere riscritta come

$$(5) \quad \pi \equiv P/(p^t/p^0),$$

dove p denota la minima funzione di costo unitario. Dalla (4) e dalla (5) emerge chiaramente l'importanza della definizione dei numeri indice per la misurazione della produttività.

Nel seguito, ci concentreremo esclusivamente su numeri indice "esatti". Un numero indice P si dice "esatto", ovvero consistente con una funzione aggregatrice, quando fornisce lo stesso valore che si otterrebbe prendendo il rapporto tra due diversi livelli della funzione stessa.

Normalmente, sono prese in considerazione due classi di numeri indice: a pesi fissi e a pesi flessibili.

Numeri indice a pesi fissi. Tra i numeri indice a pesi fissi che sono "esatti" rispetto ad una specifica forma funzionale della funzione di aggregazione dei prezzi, i principali sono l'indice di Laspeyres e l'indice di Paasche. Più precisamente, l'indice di Laspeyres può essere scritto come

$$(6) \quad P_L = (\mathbf{v}^t \mathbf{a}^0) / (\mathbf{v}^0 \mathbf{a}^0),$$

dove \mathbf{v} è un vettore di N prezzi di input e \mathbf{a} è un vettore di N^2 coefficienti di input – output (ottenuti dal rapporto tra la quantità di input utilizzata e l'output ottenuto).

Utilizzando la stessa notazione, l'indice di Paasche può essere scritto come

$$(7) \quad P_P = (\mathbf{v}^t \mathbf{a}^t) / (\mathbf{v}^0 \mathbf{a}^t).$$

Entrambi gli indici sono "esatti" per la funzione aggregatore $c(\mathbf{v}^t) \equiv \sum_{i=1}^N \bar{q}_i \mathbf{v}_i^t$, con $\bar{q}_i = a_i^0$ nel caso della formula di Laspeyres e $\bar{q}_i = a_i^t$ nel caso di quella di Paasche.

I due indici forniscono misure accurate dell'indice aggregato input – output nei casi in cui i coefficienti di input e output cambiano in modo proporzionale e i prezzi cambiano in proporzioni fisse.

Numeri indice a pesi flessibili. Anche in questo caso, vi sono essenzialmente due indici che vengono comunemente adottati: il numero indice ideale di Fisher e il numero indice di Tornqvist. Entrambi questi indici sono "esatti" ed entrambi appartengono ad una classe di indici detti "superlativi", ovvero esatti per forme funzionali polinomiali che possono essere interpretate come un'approssimazione di secondo ordine di una funzione aggregatore non nota due volte differenziabile.

Formalmente, il numero indice ideale di Fisher è dato da

$$(8) \quad P_F \equiv (P_L \cdot P_P)^{1/2}$$

ed è esatto per funzioni aggregatore del tipo $c_F(\mathbf{v}^\tau) \equiv \left(\sum_{i=1}^N b_{ij} v_i^\tau v_j^\tau \right)^{\frac{1}{2}}$, con $b_{ij} = b_{ji}$ nel senso che $c_F(\mathbf{v}^\tau)/c_F(\mathbf{v}^0) = P_F$. L'indice di Fisher non è influenzato da cambiamenti nei coefficienti di input – output indotti da variazioni dei prezzi relativi.

Il numero indice di Tornqvist è, invece, dato da

$$(9) \quad P_T = \prod_{i=1}^N \left(v_i^t / v_i^0 \right)^{\frac{1}{2}(s_i^0 + s_i^t)},$$

dove $s_i^0 \equiv \frac{v_i^0 a_i^0}{\sum_{i=1}^N v_i^0 a_i^0}$ e $s_i^t \equiv \frac{v_i^t a_i^t}{\sum_{i=1}^N v_i^t a_i^t}$. L'indice è esatto per funzioni di aggregazione trans-

logaritmiche del tipo $c_T^\tau(\mathbf{v}^\tau) \equiv \exp \left(\alpha_0^\tau + \sum_{i=1}^N \alpha_i^\tau \ln v_i^\tau + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \gamma_{jk} \ln v_j^\tau \ln v_k^\tau \right)$. Si tratta di un

indice particolarmente versatile, che può essere utilizzato per tenere conto anche di cambiamenti non omotetici nella tecnologia ed è “esatto” per una struttura translog della produzione, che impone un numero minore di restrizioni sulle relazioni tra input (ed output) rispetto ad altre funzioni. In particolare, l'utilizzo di funzioni translog permette alle elasticità di sostituzione tra input di modificarsi al variare delle proporzioni tra gli input.

Come sottolineato da Fujikawa e Milana [1996] non vi sono indici che debbano essere preferiti ad altri a priori, nel senso che sono in grado di fornire una più accurata stima del “vero” numero indice. La scelta tra i diversi indici è guidata, essenzialmente dalla presenza di effetti di sostituzione: se i cambiamenti nei prezzi relativi causano modificazioni dei coefficienti di input-output, allora i numeri indice a pesi flessibili devono essere preferiti.

Indipendentemente dal particolare numero indice scelto, tutti gli indici presentati sopra appartengono alla classe degli indici bilaterali che, consentendo confronti solo tra due Paesi, o tra due periodi per lo stesso Paese, pongono rilevanti problemi concettuali. In particolare, essi non possono essere facilmente estesi a confronti tra più di due Paesi, o più di due periodi. In primo luogo, infatti, si tratta di indici non transitivi, nel senso che l'indice tra due Paesi non è pari al rapporto degli indici di ciascuno dei due Paesi con un terzo Paese. Ciò significa che per poter realizzare confronti spaziali è necessario definire un ipotetico Paese di riferimento, in realtà una media geometrica di tutti gli indici bilaterali. I pesi associati a tale media possono, in linea di principio, essere scelti seguendo una molteplicità di criteri, ma normalmente (per ovvie ragioni di simmetria) è adottato il cosiddetto metodo di Eltetö, Köves e Szulc (EKS) (o “sistema di pesi democratico”) in base al quale i pesi sono pari ad uno diviso per il numero di Paesi considerati e sono, quindi, uguali per tutti i Paesi considerati. L'indice ottenuto adottando tali pesi è noto come indice di Caves, Christensen e Diewert (CCD).

In secondo luogo, gli indici bilaterali normalmente non sono additivi. L'additività richiede, infatti, che la somma delle quantità prodotte da ogni Paese (ottenute deflazionandone il valore a prezzi correnti attraverso il proprio indice dei prezzi) sia pari alla quantità complessiva del gruppo di Paesi considerati, cosa che non accade per gli indici appena discussi e ciò ne riduce l'applicabilità ai casi in cui sono coinvolti più di due Paesi (o periodi).

Per poter effettuare confronti tra un numero elevato di Paesi (od un numero elevato di periodi), è necessario abbandonare gli indici bilaterali a favore di numeri indice per il livello dei prezzi nel Paese i al tempo t che confrontino il livello dei prezzi in quel Paese a quello di un ipotetico paese di riferimento valutato all'anno base $t=0$, definito come una media geometrica ponderata dei confronti bilaterali tra l'indice di prezzo del Paese i al tempo t e l'indice di prezzo di tutti i Paesi considerati al periodo base 0 .

Riferimenti bibliografici

- Allen, D.S. (1997)**, “Where’s the Productivity Growth (from the Information Technology Revolution)?”, *Review of the Federal Reserve Bank of St. Louis*, March/April, pp. 15-25.
- Autor, D.H. (2000)**, “Wiring the Labor Market”, MIT Department of Economics, *Working Paper 00-25*, September.
- Baily, M. N. e R.J. Gordon (1988)**, “The Productivity Slowdown Measurement Issues, and the Explosion of Computer Power”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 347-431.
- Baily M.N., Zitzewitz E. (1998)**, *Service Sector Productivity Comparisons: Lessons for Measurement*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- Bassanini, A., S. Scarpetta e I. Visco (2000)**, “Knowledge, Technology and Economic Growth: Recent Evidence from OECD Countries, *Economics Department Working Paper n. 259*, OECD, Paris.
- Bernard A.B., Eaton J., Jenson J.B. e Kortum S. (2000)**, *Plants and Productivity in International Trade*, NBER Working Paper 7688, Cambridge, Ma.
- Berndt, W.J. e Z. Griliches (1993)**, “Price Indexes for Microcomputers: An Explanatory Study”, in M.F. Foss, M.E. Manser e A.H. Young (eds.), *Price Measurement and their Uses*, University of Chicago Press.
- Brynjolfsson, E. (1992)**, “The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assesment”, Center for Coordination Science, *mimeo*, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA. <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP130/ccswp130.html>.
- Brynjolfsson, E. e L. M. Hitt (1998)**, “Beyond the Productivity Paradox: Computers are the Catalyst for Bigger Changes”, *Communications of the ACM*.
- Brynjolfsson, E. e L. M. Hitt (1999)**, “Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending”, in Willcocks, L. P. e S. Lester (eds.), *Beyond the IT Productivity Paradox*, John Wiley & Sons, London, pp. 39-68.
- Brynjolfsson, E. e L. M. Hitt (2000)**, “Computing Productivity: Are Computers Pulling their Weight?”, *mimeo*, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.
- Bureau of Labor Statistics (2000)**, *International Comparisons of Manufacturing Productivity and Unit Labor Costs Trends, 1999*, U.S Department of Labor, Washington, D.C.
- Colombo, L. (2000)**, “Gli effetti macroeconomici di New Economy e E-commerce: l’impatto occupazionale”, Milano: *Collana Sintesi IreR*.
- Commission of the European Communities (2000)**, *European Competitiveness Report 2000*, SEC(2000) 1823, Brussels.
- Copeland, M.A. e E.M. Martin (1938)**, “The Correction of Wealth and Income Estimates for Price Changes”, *Conference on Research in Income and Wealth*, Studies in Income and Wealth, Vol. 2, pp. 85-119 e pp. 131-135, National Bureau of Economic Research, New York.
- Daveri, F (2000)**, “Is Growth in Europe an ICT-story too”, relazione presentata alla XLI Riunione Scientifica Annuale della Società Italiana degli Economisti.
- David, P.A. (1990)**, “The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox”, *The American Economic Review Papers and Proceedings*, May, pp. 355-61.
- David, P.A., (1999)**, “Digital Technology and the Productivity Paradox: After Ten Years, What Has Been Learned?”, Proceedings of the Conference on “*Understanding the Digital Economy: Data, Tools and Research*”, U.S. Dept. Of Commerce, Washington, DC, May 25-26. <http://mitpress.mit.edu/ude.html>.
- Dean E.R., Harper M.J. (1998)**, *The BLS Productivity Measurment Program*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.

- Dean E.R., Harper M.J. e M.K. Sherwood (1996)**, *Productivity Measurement with Changing-weight Indices of Outputs and Inputs*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Foster L., Haltiwanger J. E Krizan C.J. (1998)**, *Aggregate Production Growth: Lessons from Microeconomic Evidence*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- Fujikawa K., Milana C. (1996)**, *Bilateral and Multilateral Comparisons of Productivity in Input-output Analysis using Alternative Index Numbers*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Gersbach H. (1996)**, *International Productivity Comparisons at the Industry Level*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Gollop F.M., Swinand G.P. (1998)**, *Total Resource Productivity: Accounting for Changing Environmental Quality*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- Gordon, R.J. (1989)**, “The Post-war Evolution of Computer Prices”, in D.W. Jorgenson e R. Landau (eds.), *Technology and Capital Formation*, Boston: MIT Press.
- Gordon, R.J. (1999)**, “Has the “New Economy” Rendered the Productivity Slowdown Obsolete?”, *mimeo*, Northwestern University.
- Gordon, R.J. (2000)**, “Does the “New Economy” Measure up to the Great Inventions of the Past?”, *mimeo*, Northwestern University.
- Griliches Z. (1998)**, *The Current State of Productivity Analysis*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- Grimm, B. (1995)**, “Quality-adjusted price Indices for some metal oxide semiconductor integrated circuits”, *mimeo*, Bureau of Economic Analysis, quoted in Triplett (1996).
- Hooper P. (1996)**, *Comparing Manufacturing Output Levels among the Major Industrial Countries*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Hulten C. (1998)**, *Total Factor Productivity: A Historical Review and Assessment*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- International Monetary Fund (2000)**, *Current Issues in the World Economy*, Washington D.C.
- Islam N. (1998)**, *Different Approaches to International Comparison of Total Factor Productivity*, lavoro presentato alla Conferenza Internazionale “New Developments in Productivity Analysis, NBER, 20-21 Marzo 1998.
- Jorgenson, D.W. e K.J. Stiroh (2000)**, “Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age”, *Economics Department Working Paper n. 261*, OECD, Paris.
- Kuroda M., K. Motohashi e K.Shimpo (1996)**, *Issues on the International Comparison of Productivity: Theory and Measurement*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Macroeconomic Advisers, LLC (1999)**, “Productivity and Potential GDP in the “New U.S. Economy”.
- Nordhaus, W.D. (2001a)**, *Alternative Methods for Measuring Productivity Growth*, *NBER Working Paper 8095*.
- Nordhaus, W.D. (2001b)**, *Productivity Growth and the New Economy*, *NBER Working Paper 8096*.
- Nordhaus, W.D. (2001c)**, *New Data and Output Concepts for Understanding Productivity Trends*, *NBER Working Paper 8097*.
- OECD (1996)**, *Industry Productivity: International Comparisons and Measurement Issues*, OECD Proceedings, Paris.
- OECD (2000)**, *Measuring the ICT sector*, Paris: OECD.
- O’Mahony M. (1996)**, *Conversion Factors in Relative Productivity Calculations: Theory and Practice*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.

- Oliner, S.D. (1993)**, “Constant-Quality and Price Change, Depreciation, and Retirement of Mainframe Computers”, in M.F. Foss, M.E. Manser e A.H. Young (eds.), *Price Measurement and their Uses*, University of Chicago Press.
- Oliner, S.D. e D.E. Sichel (1994)**, “Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, pp. 273-317.
- Oliner, S.D. e D.E. Sichel (2000)**, “The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?”, *mimeo, Federal Reserve Board*, Washington, DC.
- Schreyer P. (1996)**, *Quality Adjustment of Price Indices in Information and Communication Technology Industries: Simulation of Effects on Measured Real Output in Five OECD Countries*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Schreyer P. (1998)**, *Information and Communication Technology and the Measurement of Real Output, Final Demand and Productivity*, STI Working Papers, 1998/2, OECD, Parigi.
- Schreyer P. (2000)**, *The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: a Study of the G7 Countries*, STI Working Papers 2000/2, OECD, Parigi.
- Stiroh, K.J. (1998)**, “Computers, Productivity, and Input Substitution”, *Economic Inquiry*, 36, pp. 175-91.
- Stiroh, K.J. (2001)**, “Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?”, *Staff Reports, Research and Market Analysis Group, Federal Reserve Bank of New York*.
- Tevlin, S e K. Whelan (2000)**, “Explaining the Investment Boom of the 1990s”, *mimeo*, Division of Research and Statistics, Federal Reserve Board.
- Törnqvist, L. (1936)**, “The Bank of Finland’s Consumption Price Index”, *Bank of Finland Monthly Bulletin*, n. 10, pp. 1-8.
- Triplett J.E. (1989)**, “Price and Technological Change in A Capital Good” in D.W. Jorgenson e R. Landau (eds.), *Technology and Capital Formation*, Boston: MIT Press.
- Triplett J.E. (1996)**, *High-tech Industry Productivity and Hedonic Price Indices*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Triplett, J.E. e B.P. Bosworth (2000)**, “Productivity in the Services Sector”, *Brookings Institution*, Washington, DC.
- U.S. Department of Commerce (2000)**, *Digital Economy 2000*, Economics and Statistics Administration, Office of Policy Development.
- Van Ark B. (1996)**, *Issues in Measurement and International Comparison Issues of Productivity – An Overview*, in “International Comparison and Measurement Issues”, OECD, Parigi.
- Whelan, K. (1996)**, “Computers, Obsolescence, and Productivity”, *mimeo, Federal Reserve Board*, Washington, DC. Washington, DC.