

Tecnologie dell'informazione e della comunicazione, terziarizzazione e nuova divisione del lavoro digitale *

NICOLA DE LISO

1. Introduzione

Le economie capitalistiche sono state caratterizzate da una continua dinamica economica strutturale largamente stimolata dal progresso tecnologico, a partire dall'affermarsi del capitalismo industriale nell'Inghilterra di fine 1700. All'interno di questa dinamica incessante, studiosi di varia estrazione – economisti, storici della scienza e della tecnica, filosofi – hanno identificato alcuni passaggi chiave definendoli esplicitamente *rivoluzioni industriali*, che hanno lasciato un segno permanente nell'evoluzione di queste stesse economie. Se vi è un accordo complessivo sulla periodizzazione e sulle caratteristiche della Prima Rivoluzione Industriale, altrettanto non può dirsi sulle altre rivoluzioni della chimica, dell'elettricità o del motore a scoppio, che a volte vengono considerate come rivoluzioni distinte mentre in altri casi vengono accomunate all'interno di un unico processo rivoluzionario.

□ Università degli Studi di Lecce, Facoltà di Giurisprudenza e ISUFI, Lecce; e-mail: n.deliso@sesia.unile.it.

* Il presente lavoro è una rielaborazione di alcune parti della relazione congiunta di G. Antonelli, N. De Liso, R. Leoncini presentata al 40° Congresso della European Regional Science Association (Barcellona, 29 agosto-1° settembre 2000) e di un contributo individuale in corso di pubblicazione nel *Rapporto Idse-Cnr (2002)*. Ringrazio G. Antonelli, R. Leoncini e l'Idse-Cnr per la disponibilità dimostrata. Vorrei inoltre ringraziare due *referees* anonimi di *Moneta e Credito* che, attraverso le loro critiche, hanno contribuito a un miglioramento sostanziale del lavoro. Errori eventualmente rimasti nella presente trattazione sono esclusiva responsabilità dell'autore.

Oggi si ripropone il problema sull'effettiva portata rivoluzionaria delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e, più in generale, della *new economy*: l'economia della conoscenza e dell'informazione e l'economia di Internet vengono a volte percepite come frutto di un'innovazione schumpeteriana che "fa epoca" (Roncaglia e Roncaglia 2001, Rampini 2000), mentre altre volte vengono classificate come un'innovazione di rango inferiore (Gordon 2000).

In questo lavoro intendo proporre un'analisi che ha per oggetto la domanda implicita in quanto appena scritto, e cioè: siamo di fronte a una nuova rivoluzione industriale, e dunque a un nuovo regime di crescita? La risposta cui si giungerà è positiva; tuttavia è necessario ripercorrere con molta attenzione alcune tappe tecnologiche fondamentali del nostro recente passato, dal quale emergono più linee di continuità di quanto possa apparire a fronte di una lettura superficiale.

Fondamentali per lo sviluppo della società dell'informazione e della nuova economia sono le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), il cui asse portante è costituito dalla tecnologia digitale. Le TIC hanno posto e continuano a porre una serie di sfide interessanti alle categorie analitiche e interpretative degli economisti, in cui si vengono a sovrapporre diversi ordini di problemi. Ad esempio, qual è il prezzo "giusto" dell'informazione? Quando si ha a che fare con beni e servizi tradizionali, il principio del prezzo basato sul costo di produzione costituisce una buona guida; ma quando abbiamo a che fare con il bene-informazione, il cui costo di riproduzione è praticamente nullo, il prezzo verrà fissato principalmente sulla base della valutazione del bene-informazione stesso che viene data dai consumatori (Shapiro e Varian 1999).

Come accennato, all'interno delle TIC è fondamentale la tecnologia digitale, di cui saranno ripercorse alcune tappe fondamentali; in particolare farò riferimento al processo di digitalizzazione delle nostre economie, che in alcuni settori va indietro nel tempo fino agli anni 1960. Una discontinuità fondamentale che possiamo indicare da subito sta nella *diffusione* della digitalizzazione negli aspetti di produzione (ma anche di consumo) di beni e servizi, tanto che oggi ha senso parlare di una nuova divisione del lavoro *digitale*.

Oltre a fare riferimento alla dinamica tecnologica "pura", spesso richiamerò la dinamica settoriale che è andata determinandosi, caratterizzata da un predominio del settore terziario già a partire dagli anni 1950, divenuto schiacciante a partire dagli inizi degli anni 1970. Come

avremo modo di notare, negli Stati Uniti il numero di addetti ai servizi nel 1991 era pari a 28,3 milioni di persone, mentre nel 1999 la cifra superava i 40 milioni – il 73,4% degli occupati; questo a fronte di una stabilità praticamente assoluta del settore manifatturiero, attestato intorno ai 18,4 milioni nell'arco dello stesso periodo (US-BLS 2001). Per quanto riguarda l'Europa, è il caso di ricordare che le sue grandi economie – Francia, Germania, Italia e Regno Unito – sono caratterizzate da un'occupazione terziaria pari o superiore al 60% degli occupati dal 1995 (OECD 1999). In particolare l'Italia, che *non* si colloca tra i primi al mondo per terziarizzazione, vedeva nel 1999 una percentuale di persone impiegate nel settore dei servizi pari al 61,9% del totale degli occupati; nel 1971 la percentuale era del 40,4% (Istat 2000b).

Questa introduzione è seguita da un paragrafo dedicato al processo di transizione dalla società industriale alla società dell'informazione, reso possibile dalla digitalizzazione dell'economia; il terzo paragrafo propone alcune considerazioni sulla dinamica settoriale e il suo rapporto con le tecnologie dell'informazione e della comunicazione; nel quarto si introduce l'idea di una nuova divisione del lavoro *digitale*; il quinto e ultimo paragrafo contiene le conclusioni.

2. Dalla società industriale alla società dell'informazione: il processo di digitalizzazione dell'economia

Grazie alla convergenza dei settori dell'informatica, delle telecomunicazioni e dei media, si va affermando un nuovo modello socioeconomico definito *società dell'informazione*. Si tratta di un processo destinato ad avere conseguenze rivoluzionarie sull'organizzazione di molte attività umane, riguardino esse la sfera privata, professionale o pubblica. Lo sviluppo di questa infrastruttura sta producendo economie di scala ed economie di scopo; esso ha già in parte modificato ed è in grado di modificare in modo sempre più radicale i processi di produzione, il comportamento dei consumatori e le regole sociali e istituzionali, compresa la (re)distribuzione del reddito.¹

¹ Questo capoverso riprende quasi alla lettera alcuni commenti di uno dei due *referes* di *Moneta e Credito*.

Questo processo di convergenza ha alla base la tecnologia digitale, che rende compatibili e *convergenti* settori che risultavano distinti sulla base delle “vecchie” tecnologie. Oggi quando si fa riferimento alle applicazioni delle tecnologie digitali si è portati a pensare ad attività del terziario, sia esso rappresentato dal *banking on line* o dal settore che va complessivamente sotto la voce *entertainment* (CD audio, DVD, videogiochi, e così via). Tuttavia, mi sembra opportuno richiamare brevemente il fatto che il processo di digitalizzazione dell'economia prende le mosse dall'informatizzazione di alcuni processi produttivi catalogabili come processi dell'*old economy*, e per di più in riferimento a processi e prodotti ritenuti maturi.

Un esempio per tutti è il processo di realizzazione delle macchine utensili a controllo numerico e l'installazione di interi sistemi di manifattura flessibile, già in opera alla fine degli anni 1970 sia negli Stati Uniti che in Europa. Si può dimostrare con relativa facilità che lo sviluppo dei sistemi digitali è connesso alla produzione di beni e servizi “tradizionali”, e che esistono alcuni passaggi chiave della recente storia della tecnologia che concernono l'applicazione delle tecnologie digitali non solo al governo delle macchine, ma anche alla gestione di varie funzioni di gestione interattiva di dati. Ricordiamo qui in estrema sintesi tre passaggi cruciali.

1) Come anticipato poco sopra, il primo passaggio concerne la realizzazione della prima macchina utensile a controllo numerico – una fresatrice – costruita tra il 1949 e il 1952 sulla base di un progetto promosso dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti. L'obiettivo era quello di realizzare una macchina completamente automatizzata, precisa e flessibile che fosse in grado di tagliare le forme di metallo necessarie per la produzione delle ali di aerei militari. La prima dimostrazione pratica di utilizzo avvenne nel 1952 (Reintjes 1991). Il controllo numerico si diffuse rapidamente negli anni 1960, e negli anni 1970 era una tecnologia dominante. Inoltre, dalla metà degli anni 1970, vi erano interi processi produttivi governati dal computer, i cosiddetti sistemi di manifattura flessibile.²

2) Il secondo passaggio cui facciamo riferimento concerne l'uso di computer di grande potenza – per quanto non connessi in rete

² Si veda CEE (1983), OCDE (1984), United Nations (1986). Da questi lavori traspone chiaramente la percezione dell'importanza dello sviluppo di queste tecnologie.

– nella gestione dell'amministrazione di vari ministeri, oppure l'uso di *mainframes* caratterizzati da grande capacità di calcolo nelle università. La gestione computerizzata di varie funzioni amministrative e l'utilizzo di *mainframes* con accesso tramite terminale era già di routine dagli anni 1960 in molte università e ministeri statunitensi e inglesi.

3) Il terzo passaggio riguarda la diffusione dell'utilizzo di computer in imprese private, appartenenti sia al settore manifatturiero che al terziario. Schiller (1999) nota come già dalla metà degli anni 1960 fossero in uso, negli Stati Uniti, circa 35 mila stazioni di lavoro computerizzate, due terzi delle quali erano utilizzate da imprese manifatturiere, banche, assicurazioni ed esercizi commerciali; le funzioni svolte da queste stazioni di lavoro andarono via via estendendosi, così come andarono formandosi reti locali di computer che potevano comunicare tra loro.

Queste tre sottolineature non esauriscono certo la recente storia della tecnologia digitale, ma servono semplicemente a illustrare il fatto che il processo di digitalizzazione parte da lontano, e che negli anni 1970 l'uso dei computer a fini di produzione di beni e servizi era ampiamente diffuso.

Se, come sottolineato all'inizio del paragrafo, siamo di fronte a un processo che sta conducendo all'affermazione di un nuovo modello socioeconomico, voglio accennare ora al doppio paradosso cui gli economisti si sono trovati di fronte proprio in seguito all'introduzione massiccia di tecnologie informatiche. Il punto di partenza può essere sintetizzato dall'ormai celeberrima frase attribuita a Robert Solow, il quale a fronte di una modesta crescita economica delle economie più sviluppate negli anni 1970 e 1980 concludeva che gli effetti dell'introduzione dei computer si vedono dappertutto all'infuori delle statistiche della produttività.

Questo sintetizza il primo paradosso: a fronte di una diffusione sempre più estesa e capillare delle tecnologie informatiche, il tasso di crescita annuale del Pil di Stati Uniti ed Europa, che nel decennio 1961-70 era stato, rispettivamente, del 4,2 e del 4,9%, era *diminuito* al 3,3 e 3% nel decennio 1971-80, e al 3,2 e 2,4% nel decennio seguente. Il secondo paradosso sta nel fatto che proprio lo strumento fundamenta-

le della raccolta ed elaborazione dei dati, il computer, creava problemi di misurazione.³

3. TIC, produttività e terziarizzazione: alcuni dati su Stati Uniti ed Europa

3.1. Divisione del lavoro e dinamica settoriale

Il processo di transizione dalla società industriale alla società dell'informazione è stato caratterizzato da un'incessante dinamica della divisione del lavoro, che a sua volta è stata sia soggetto promotore che oggetto della dinamica tecnologica. L'espressione *divisione del lavoro* rimanda immediatamente ad Adam Smith e all'analisi dei primi capitoli della *Ricchezza delle nazioni*, nei quali vengono enfatizzati gli aspetti positivi, dal punto di vista della produttività, derivanti dalla divisione del lavoro stessa. L'analisi smithiana è stata ripresa e ampliata da più autori: si fa così riferimento alla cosiddetta *divisione sociale* e alla *divisione manifatturiera* del lavoro. Per *divisione sociale* si intende la suddivisione in diverse occupazioni (settori) e professioni che si riscontrano all'interno della società, mentre per *divisione manifatturiera* si intendono quelle forme di divisione del lavoro che si verificano all'interno di uno specifico processo produttivo o di un particolare settore.⁴

Il riferimento alla dinamica settoriale è fondamentale. La storia recente e lontana delle nostre economie ha visto l'affermazione e il "dominio" relativo di alcuni settori rispetto ad altri, ma sempre per un periodo limitato di tempo: basti pensare al declino negli ultimi anni dell'importanza dell'industria automobilistica che ha stimolato per oltre ottant'anni la divisione manifatturiera del lavoro, la parcellizzazione e la meccanizzazione fordista, la ricomposizione del processo

³ Non intendo qui ripercorrere l'intero dibattito sul paradosso della produttività, per la cui analisi e soluzione – se di soluzione si può parlare – rinvio ai seguenti lavori: Baily e Chakrabarti (1988), Brynjolfsson e Hitt (1994), Gordon (1999) e Jorgenson (2001).

⁴ Tra gli autori che si sono ispirati a Smith mi limito a ricordare Charles Babbage (anni 1830), Karl Marx (anni 1860) e David Landes (1986); la definizione qui utilizzata è ripresa da Groenewegen (1987).

produttivo attraverso i sistemi di manifattura flessibile, e ancora l'introduzione di molti materiali, dalle plastiche alle ceramiche. Tuttavia, quando oggi si pensa a settori chiave, che spesso vengono considerati sinonimo di economia avanzata, difficilmente qualcuno indicherebbe quello dell'automobile.

Quanto appena scritto spiega perché molti studiosi fanno sempre meno riferimento ai dati macroaggregati della crescita,⁵ per riferirsi invece alle dinamiche settoriali: scrivere che il tasso di crescita del Pil di una dato paese o che la produttività media del lavoro è aumentata di una data percentuale non è di molto aiuto per comprendere le dinamiche della crescita. Per quanto banale, è opportuno ricordare che la dinamica economica strutturale è caratterizzata da settori che si espandono in misura maggiore, uguale e minore della media. Dunque, anche in contesti di crescita accelerata saremo sempre di fronte a qualche settore che – talvolta in termini relativi e talvolta in termini assoluti – si contrae.⁶

Per quanto a volte i dati non consentano una disaggregazione sufficientemente dettagliata, anche una semplice suddivisione fra i tre settori agricoltura, industria e servizi può già fornire alcuni utili spunti. Inoltre, guardando alle categorie che compongono il *nonfarm business sector* dell'ISIC (Rev. 2)⁷ – in sostanza la somma di manifatturiero e servizi, escludendo dunque l'agricoltura e i servizi non destinati alla vendita –, possiamo ottenere ulteriori informazioni. Il primo dato da sottolineare guardando a quest'ultimo aggregato, che riguarda molti paesi economicamente avanzati, è che per molti di questi circa la metà della crescita della produttività è dovuta al solo settore manifatturiero (Scarpetta *et al.* 2000). Sul contributo dei servizi, o di specifici sottoinsiemi di questi, le percentuali che emergono sono molto basse, e molte analisi hanno già posto in rilievo le tante problematiche connesse con la misurazione della *produttività* dei servizi.⁸

⁵ Si veda ad esempio Metcalfe (2000).

⁶ Non è un caso il fatto che molti degli studi più citati nella recente letteratura facciano riferimento ai lavori di Gordon (1999), Scarpetta *et al.* (2000), Jorgenson (2001) – tutti lavori che cercano di quantificare e qualificare il ruolo del settore delle TIC.

⁷ 2000 Mining and Quarrying; 3000 Total manufacturing industry; 4000 Electricity, gas, water; 5000 Construction; 6000 Wholesale and retail trade; 7000 Transports, storage and communications; 8000 Finance, insurance, real estate and business services. Da qui è facile risalire ai codici Ateco dell'Istat.

⁸ Per una rassegna si veda Idse-Cnr (1999, in particolare il capitolo 3).

3.2. *Il settore delle TIC: un quadro di sfondo*

Il “settore” che è emerso prepotentemente all’attenzione di tutti gli osservatori negli ultimi anni è quello delle TIC. Il motivo per cui abbiamo utilizzato il termine *settore* tra virgolette è dovuto al fatto che si tratta di un insieme molto composito che, seguendo ad esempio le definizioni dello European Information Technology Observatory (EITO 2001), contiene le tecnologie informatiche – e cioè tutto l’hardware, incluse le stampanti e altre periferiche, il software e i servizi connessi – “sommate” a tutto ciò che è telecomunicazione, sia in termini di attrezzature⁹ che di servizi.

L’aspetto relativo alle definizioni non deve essere sottovalutato: per fare un esempio, delle TIC fa parte la categoria *office equipment* che include fotocopiatrici e macchine per scrivere. Per quanto le fotocopiatrici digitali – rispetto alle quali esisterebbe almeno un’omogeneità tecnologica ai fini della classificazione insieme con i computer – si stiano diffondendo rapidamente, quelle tradizionali dominano ancora la scena, e a tutt’oggi costa molto di più una macchina fotocopiatrice analogica di media capacità di quanto costi un personal computer dotato di tutte le periferiche. I dati qui riportati fanno riferimento alla categorie proposte da EITO (2001).¹⁰

Diamo anzitutto uno sguardo, attraverso la tabella 1, al valore del mercato mondiale delle TIC nell’anno 2000, espresso in miliardi di euro. Le aree considerate sono l’Europa occidentale (15 paesi UE più Svizzera e Norvegia), l’Europa orientale (Russia, Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Slovacchia, Slovenia), gli Stati Uniti, il Giappone, le cosiddette Tigri Asiatiche (Corea del Sud, Hong Kong, Singapore, Taiwan) e il Resto del Mondo.

Il dominio degli Stati Uniti, che contano per il 36,1% del mercato mondiale, è netto; l’Europa occidentale segue a una distanza di quasi 10 punti percentuali, con il 26,7%. La distanza si amplia ulteriormente se pensiamo che la popolazione dell’aggregato Europa occidentale qui considerato ammonta a circa 387 milioni di abitanti, mentre gli Stati Uniti non arrivano a 270 milioni. Impressiona invece in ter-

⁹ Traduco con “attrezzature” il termine inglese *equipment*.

¹⁰ Il lettore interessato agli aspetti di definizione può vedere le pp. 513-20.

mini negativi sia il peso dell'Europa orientale, con meno del 2%, sia quello del Resto del Mondo,¹¹ con il 21%.

TABELLA 1

MERCATO MONDIALE DELLE TIC E
PESO PERCENTUALE DELLE AREE, ANNO 2000
(valori in miliardi di euro - 1999)

	anno 2000	Valore in % del totale
Europa occidentale ^a	538	26,7
Europa orientale ^b	38	1,9
USA	727	36,1
Giappone	222	11,0
Tigri asiatiche ^c	66	3,3
Resto del Mondo	422	21,0
<i>Totale</i>	<i>2.013</i>	<i>100,0</i>

^a Include: EU-15, Svizzera e Norvegia.

^b Include: Russia, Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Slovacchia, Slovenia.

^c Include: Corea del Sud, Hong Kong, Singapore, Taiwan.

Fonte: parziale rielaborazione su dati EITO (2001, p. 113).

È inoltre utile fare riferimento a una serie di indicatori che danno un'idea della diffusione del sottoinsieme delle tecnologie dell'informazione (TI) in alcuni paesi. La tabella 2 considera quattro indicatori: il rapporto TI/Pil, il valore pro capite delle TI, il numero di computer disponibili sui luoghi di lavoro ogni 100 impiegati (*white collar*) e, infine, il numero di computer disponibili ogni 100 abitanti.

Per quanto riguarda il primo indicatore, e cioè il rapporto TI/Pil, ancora una volta ci troviamo di fronte a un dominio degli Stati Uniti. Come mostra la tabella 2, questo rapporto negli Stati Uniti è pari al 5,4% contro il 2,7% dell'Unione Europea; all'interno di quest'ultima, gli unici paesi che in qualche modo tengono il passo so-

¹¹ Sottolineo il fatto che la somma dei cittadini dell'Europa occidentale, degli Stati Uniti e del Giappone - un totale di circa 780 milioni di persone - conta per il 73,8% del mercato mondiale delle TIC; inoltre, data questa disaggregazione territoriale, si ricordi che nel "Resto del Mondo" sono compresi paesi come il Canada e l'Australia, che hanno un elevato livello di produzione e uso di TIC. L'intero continente africano e moltissimi paesi asiatici hanno quindi un peso praticamente pari a zero.

no la Svezia (4,5%), il Regno Unito (3,6%), i Paesi Bassi (3,25%) e la Danimarca (3,21%). Svizzera, Norvegia e Giappone sono gli altri paesi che raggiungono o superano la soglia del 3%. Se consideriamo la media della spesa pro capite in TI, ancora una volta gli Stati Uniti distanziano l'Unione Europea: non siamo lontani da un valore *triplo* dei primi rispetto alla seconda.

Analoghe valutazioni emergono anche quando guardiamo al numero di computer disponibili ogni 100 impiegati e al numero di computer disponibili ogni 100 abitanti. Nel primo caso risalta il fatto che in cinque paesi, negli ambienti di lavoro, vi sono più di 100 computer disponibili ogni 100 impiegati; si tratta, nell'ordine, di Norvegia, Stati Uniti, Irlanda,¹² Svizzera e Svezia. Nel secondo caso troviamo risultati molto simili a quelli del caso precedente con lo stesso gruppo di paesi che primeggia – cui dobbiamo aggiungere la Danimarca.

TABELLA 2

DIFFUSIONE DELLE TI IN ALCUNI PAESI, ANNO 1999

	TI/Pil	TI pro capite (euro)	N. di personal computer sui luoghi di lavoro ogni 100 <i>white collar</i>	N. di personal computer ogni 100 abitanti
Italia	1,72	319	57	13
Danimarca	3,21	978	84	45
Finlandia	2,88	645	82	36
Francia	2,92	653	64	23
Germania	2,59	617	62	26
Paesi Bassi	3,25	725	80	39
Regno Unito	3,65	794	80	33
Svezia	4,51	1.072	102	44
EU-15	2,70	557	67	23
Svizzera	3,70	1.238	111	43
Norvegia	3,00	934	140	48
USA	5,40	1.498	135	68
Giappone	3,37	903	32	15

Fonte: selezione tratta da Eito (2001, p. 140).

Un'ultima sottolineatura relativa alla tabella 2 riguarda il Giappone, paese generalmente percepito come *hi-tech* e patria della più ele-

¹² Non riportato in tabella: il numero di computer ogni 100 impiegati è pari a 134.

vata diffusione delle TI: il numero di computer sia negli ambienti di lavoro che in rapporto alla popolazione risulta essere molto basso.

Gli ultimi dati che voglio brevemente richiamare in questo paragrafo riguardano la spesa pro capite (Tabella 3) e il peso percentuale rispetto al Pil per l'intero settore TIC (Tabella 4) relativo al quadriennio 1997-2000. Ancora una volta dobbiamo sottolineare il predominio degli Stati Uniti, sia in termini di spesa pro capite che in termini di peso percentuale delle TIC rispetto al Pil. A quest'ultimo proposito, come emerge dalla tabella 4, il divario tra Stati Uniti ed Europa occidentale in termini di peso delle TIC rispetto al Pil è andato riducendosi dal 3,28% del 1997 al 2,42% del 2000.

TABELLA 3

SPESA PRO CAPITE IN TIC (EURO)

	1997	1998	1999	2000
Europa occidentale*	982	1.098	1.230	1.390
USA	2.059	2.235	2.410	2.603
Giappone	1.643	1.586	1.636	1.742

* Include: EU-15, Svizzera e Norvegia.

Fonte: selezione tratta da Eito (2001, p. 505).

TABELLA 4

PESO DELLE TIC IN PERCENTUALE SUL PIL

	1997	1998	1999	2000
Europa occidentale*	5,00	5,42	5,87	6,33
USA	8,28	8,47	8,69	8,75
<i>Differenza % USA-Europa occidentale</i>	<i>3,28</i>	<i>3,05</i>	<i>2,82</i>	<i>2,42</i>
Giappone	5,65	5,95	6,10	6,49

* Include: EU-15, Svizzera e Norvegia.

Fonte: selezione tratta da Eito (2001, p. 505).

3.3. *Dinamica tecnologica, dinamica settoriale e dinamica della produttività*

Possiamo a questo punto cercare di “leggere” le informazioni appena esposte in parallelo ad altre informazioni sulla dinamica tecnologica specifica del settore dei computer, sulla dinamica del settore terziario

in termini di occupazione e sulla dinamica complessiva della produttività. Il mettere insieme questi tre aspetti viene suggerito – tra le altre cose – dal dato della precedente tabella 2 relativo al numero di computer disponibili ogni 100 *white collars* che, come abbiamo visto, eccede spesso il rapporto 1:1. Ciò infatti dovrebbe implicare che i computer devono essere sempre più potenti e meno costosi da un lato, mentre il processo di adozione sembra indicare un forte processo di terziarizzazione – non a caso nella tabella si parla di *personal computer* e non di *mainframes* o computer di grande potenza.

Iniziamo così dalla dinamica tecnologica ed economica del sub-settore che produce computer. Come nota Jorgenson, i prezzi dei chip di memoria sono *diminuiti* di quasi il 41% *l'anno* per l'intero arco temporale 1974-1996 mentre il deflatore implicito del Pil aumentava del 4,6% l'anno; il prezzo dei *logic chips*, disponibili solo dal 1985, ha sperimentato un tasso di diminuzione pari al 54,1% l'anno; infine, la diminuzione dei prezzi dei microprocessori nella seconda metà degli anni 1990 è ulteriormente accelerata, superando il 90%, in coincidenza con il fatto che il ciclo dell'industria dei semiconduttori si è abbreviato, passando da tre a due anni. Un processo simile, anche se meno accentuato, accompagna l'andamento dei prezzi dei computer.¹³ Riguardo al software, le comparazioni sono molto più difficili da realizzare, dato il peso dei programmi sviluppati per scopi specifici, o la rielaborazione di pacchetti esistenti per ottenere prestazioni ritagliate sulla base di richieste precise; tuttavia, uno studio su applicazioni standard, come fogli elettronici o programmi di videoscrittura, indicano un declino dei prezzi di oltre il 10% l'anno tra il 1962 e il 1998 (Jorgenson 2001).

La crescita esponenziale delle prestazioni dei computer, accompagnata da una dinamica dei prezzi come quella appena richiamata, ha portato – almeno nella realtà statunitense – a una situazione per cui il settore che produce computer, che nel 1999 pesava per l'1,2% del Pil, è in grado di influenzare gli indici di produttività dell'intera economia. Come nota Gordon (1999), se escludessimo il settore di produzione dei computer quello che noteremmo nell'economia statunitense della seconda metà degli anni 1990 sarebbe un *peggioramento* degli indici dei

¹³ Quando la dinamica tecnologica è così rapida ci troviamo di fronte a seri problemi di comparabilità; Jorgenson (2001, p. 5) riporta brevemente il dibattito sviluppatosi negli Stati Uniti in relazione all'uso di tecniche (*hedonic techniques*) utilizzate per costruire serie che consentissero la comparabilità nel tempo basata su un indice di qualità.

tassi di crescita della produttività anche rispetto al periodo 1972-95, considerato particolarmente negativo.

Un quadro di sintesi relativo all'ultimo decennio degli Stati Uniti viene fornito nella tabella 5, dove vengono riportati i dati relativi all'occupazione nel settore dei servizi e del manifatturiero e il tasso di crescita annuale della produttività del lavoro dell'insieme definito *non-farm business*. Dobbiamo mettere in rilievo che l'accelerazione della produttività della seconda metà degli anni 1990 è stata meno accentuata di quanto ipotizzato fino all'agosto 2001, quando le stime sono state riconsiderate alla luce dei dati reali. In particolare, questi ultimi hanno indicato per gli anni 1999 e 2000 un tasso di crescita del 2,3 e 3%, da confrontare con la precedente stima del 2,6 e 4,3% rispettivamente.¹⁴

Chiarito questo, è comunque il caso di sottolineare i dati relativi all'evoluzione nel tempo dell'occupazione terziaria negli Stati Uniti: da poco più di 28 milioni nel 1991 a 40,3 milioni di unità nel 2000, il che dà un tasso di crescita annuo dell'occupazione del settore dei servizi superiore o vicino al 4% per l'intero decennio, oppure del 42,5% se calcoliamo il tasso di variazione tra il 1991 e il 2000.

TABELLA 5

OCCUPAZIONE^a SETTORIALE E TASSO DI CRESCITA DELLA
PRODUTTIVITÀ^b NEGLI STATI UNITI

Anno	Servizi	Manifatturiero	Crescita % annua produttività (<i>nonfarm business</i>)
1991	28.336	18.406	1,2
1992	29.052	18.104	3,7
1993	30.197	18.075	0,5
1994	31.579	18.321	1,3
1995	33.117	18.524	0,9
1996	34.454	18.495	2,5
1997	36.040	18.675	2,0
1998	37.533	18.805	2,6
1999	39.027	18.543	2,3
2000	40.384	18.437	3,0

^a Dati in migliaia.

^b Prodotto per ora; dato riferito all'insieme di tutti i settori.

Fonte: US-Bureau of Labor Statistics 2001 (pagina web).

¹⁴ A questo commento si deve aggiungere che le prime stime sulla crescita del 2001 sono molto pessimistiche: prevedono addirittura una diminuzione *assoluta* – si veda la pagina web del Bureau of Labor Statistics.

Dobbiamo inoltre sottolineare la stabilità dell'occupazione del settore manifatturiero. Infine, riguardo alla produttività del lavoro, notiamo come "malgrado" l'espansione del terziario, la seconda metà del decennio sia caratterizzata da valori *stabilmente* uguali o superiori al 2%, con un dato particolarmente significativo per l'anno 2000, e cioè il 3%.

I dati relativi all'occupazione terziaria e al settore manifatturiero all'interno dell'Unione Europea vengono forniti nella tabella 6. Come spesso succede, l'evoluzione dei confini dell'UE e la diversa dotazione di istituti statistici nei vari paesi rendono difficile reperire i dati assoluti omogenei e comparabili precedenti il 1995. Pur con questi limiti, riteniamo comunque utile riportare i seguenti dati, e in particolare quelli relativi al settore terziario.

TABELLA 6

OCCUPAZIONE MANIFATTURIERA E TERZIARIA NELL'UE*

Anno	Settore servizi	Settore manifatturiero
1995	95.474	44.751
1996	96.792	44.277
1997	98.030	44.059
1998	99.813	45.116
1999	102.690	45.400
2000	105.300	45.668

* 15 paesi UE; dati in migliaia.

Fonte: mia selezione su dati Eurostat, *Labour Force Survey, 1995-2001*, Bruxelles.

Se negli Stati Uniti il tasso di crescita degli occupati nei servizi è aumentato di circa il 4% l'anno per l'intero decennio 1991-2000, il tasso di crescita nel medesimo settore dell'UE è stato di molto inferiore, variando, tra il 1995 e il 2000, tra un minimo dell'1,3% e un massimo del 2,9%. Siamo dunque molto lontani dal processo di terziarizzazione statunitense, sia pure a fronte di un incremento di oltre 9,8 milioni posti di lavoro, cui se ne aggiungono 917.000 nel settore manifatturiero. La produttività del lavoro tra il 1995 e il 1998 in Europa è aumentata mediamente dell'1,5% l'anno, mentre nel 1999 e nel 2000 è cresciuta dell'1,1 e 1,6% (European Commission 2001), il che, in particolare negli ultimi due anni, significa circa la metà del tasso di crescita statunitense.

Possiamo a questo punto fare riferimento al rapporto esistente tra TIC e crescita del prodotto nei G7 attraverso il lavoro di Schreyer (2000).

TABELLA 7

CONTRIBUTO DELLE TIC ALLA CRESCITA DEL PRODOTTO

	Stati Uniti	Giappone	Germania (Ovest)	Francia	Italia	Regno Unito	Canada
	% crescita prodotto						
1980-85	3,4	3,5	1,4	1,7	1,4	2,1	2,8
1985-90	3,2	4,9	3,6	3,2	3,0	3,9	2,9
1990-96	3,0	1,8	1,8	0,9	1,2	2,1	1,7
	Contributo % TIC *						
1980-85	0,28	0,11	0,12	0,17	0,13	0,16	0,25
1985-90	0,34	0,17	0,17	0,23	0,18	0,27	0,31
1990-96	0,42	0,19	0,19	0,17	0,21	0,29	0,28

* Include solo hardware.

Fonte: selezione tratta da Schreyer (2000, p. 18).

Emerge in maniera molto chiara un trend crescente del contributo delle TIC alla crescita in cinque dei sette paesi, e cioè Stati Uniti, Giappone, Germania, Italia e Regno Unito. Il contributo più elevato delle TIC alla crescita del prodotto si verifica negli Stati Uniti, nei quali 0,42 dei 3 punti percentuali di crescita del prodotto sono dovuti proprio alle TIC. È il caso di notare come l'importanza relativa delle TIC negli Stati Uniti sia costantemente superiore a quella di tutti gli altri paesi industrializzati. Secondo per importanza relativa delle TIC è il Regno Unito, nel quale 0,29 dei 2,1 punti della crescita del periodo 1990-96 sono dovuti alle TIC, mentre terza segue l'Italia, nella quale 0,21 degli 1,2 punti di crescita del prodotto possono essere ascritti alle TIC.

Come sottolinea Schreyer, i dati della tabella qui sopra considerano solo le TIC in quanto capitale, e cioè l'hardware; trascurare il software implica una sostanziale sottostima del contributo delle TIC alla crescita del prodotto; inoltre, un altro aspetto non considerato è il contributo alla crescita del lavoro associato agli investimenti in TIC. Tutto questo implica che i dati della tabella 7 indicano il limite *minimo* del contributo alla crescita delle TIC (Schreyer 2000). Un tentativo di considerare un insieme di aspetti che diano un quadro completo del peso reale delle TIC, basato su un'analisi microeconomica, è quello di

Brynjolfsson e Hitt (1994 e 2000). I due autori, attraverso l'utilizzo di un campione di 367 imprese di grandi dimensioni, giungono alla conclusione che i rendimenti che si ottengono attraverso l'investimento in tecnologie informatiche sono superiori rispetto ai rendimenti di qualsiasi altra forma di investimento.¹⁵ Brynjolfsson e Hitt (2000) sottolineano che le tecnologie informatiche sono tecnologie generali, e che hanno un triplice effetto positivo: 1) per quanto limitato, l'adozione di tecnologie informatiche ha un effetto immediato positivo sulla produttività; 2) inoltre, essa stimola di norma il mutamento organizzativo, il che conduce a una crescita della produttività, a un miglioramento della qualità e varietà dei prodotti, nonché a una più accurata prevedibilità dei tempi di lavoro; 3) in terzo luogo vi è un effetto a catena che di norma coinvolge, facendone migliorare l'organizzazione, anche i fornitori o i *subcontractors*. Molto spesso questi miglioramenti, in quanto sono di tipo qualitativo, non compaiono nelle statistiche della produttività; tuttavia, gli effetti di creazione di *intangible assets*, quali ad esempio un capitale organizzativo che dà luogo alla creazione di nuove competenze, sono presenti in moltissimi casi di studio considerati. In conclusione, i rendimenti di lungo periodo rappresentano gli effetti combinati della (nuova) presenza di tecnologie informatiche e del cambiamento organizzativo; questo giustifica il fatto che quando si considerano periodi superiori all'anno i benefici misurati, derivanti dall'adozione di TIC, aumentano di un fattore compreso tra due e otto (Brynjolfsson e Hitt 2000).

4. La divisione del lavoro digitale

4.1. Alcune premesse

Come abbiamo più volte sottolineato, la base tecnologica su cui si fondano le tecnologie dell'informazione e della comunicazione è quella digitale. Questa piattaforma è ormai talmente diffusa da contribuire in modo sostanziale all'emergere di nuove forme di divisione del lavoro. Così in questo paragrafo ci occupiamo di quella che possiamo defi-

¹⁵ Per gli investimenti in tecnologie informatiche viene esplicitamente indicato un *gross return on investment* (ROI) pari all'81%.

nire la *divisione del lavoro digitale*. All'interno di questa nuova forma di divisione del lavoro abbiamo aspetti relativi all'hardware, al software, ma anche alle istituzioni: a quest'ultimo proposito basti pensare agli aspetti normativi e di fissazione degli standard. Non è dunque un caso che a più livelli sia iniziata da tempo una riflessione sugli aspetti della "convergenza tra i settori delle telecomunicazioni, dell'audiovisivo e delle tecnologie dell'informazione e sulle sue implicazioni normative".¹⁶ Questo processo di convergenza non riguarda solo gli aspetti tecnologici, ma anche i relativi servizi e i nuovi modi di lavorare e interagire con la società (CE 1997). Ecco così emergere una nuova divisione del lavoro, in cui vengono richieste molte nuove competenze a larga parte della forza lavoro, il cui tratto fondante è l'onnipresenza della tecnologia digitale.

Nell'ultima parte di questa sezione introduttiva considero proprio la forza lavoro che è stata coinvolta nella divisione del lavoro digitale. Da un lato abbiamo coloro che hanno contribuito a produrre e sviluppare l'industria digitale, sia dal punto di vista hardware che software: una serie di figure professionali qualificate, che vanno dall'ingegnere informatico allo scienziato dei materiali. Con lo sviluppo della rete Internet si sono poi create moltissime nuove attività, dall'assistenza alle reti fisiche ai gestori delle pagine web. Ma un processo *quantitativamente* ancora più rilevante ha caratterizzato gli utilizzatori finali delle tecnologie digitali: basti pensare all'introduzione delle macchine utensili a controllo numerico nei processi produttivi di beni fisici e all'adozione su larga scala dei personal computer negli uffici. Come abbiamo visto, in alcuni paesi vi sono più di 100 computer disponibili a fronte di 100 *white collars*: il processo di adozione dei computer ha evidentemente implicato l'adeguamento delle competenze degli operatori, dalla segretaria che ha dovuto abbandonare tempo fa la macchina da scrivere al ricercatore che compila i suoi progetti di ricerca *on line*.

Infine, il processo di digitalizzazione e la partecipazione sempre più allargata alla rete Internet determinano un'ulteriore ondata di diffusione di conoscenze informatiche nei consumatori. Questo aspetto è molto importante, perché si sta diffondendo la conoscenza di alcuni principi di base relativi all'utilizzo del computer. Per quanto vi siano programmi sempre più *user friendly*, permangono delle differenze: un

¹⁶ Che è il titolo del *Libro Verde* della Commissione Europea pubblicato nel 1997.

conto ad esempio è ascoltare musica con un impianto stereo classico, un altro è connettersi alla rete, trovare siti dove i brani musicali vengono resi disponibili, scaricarli e poi ascoltarli attraverso il computer.

4.2. *La base hardware*

Come da più parti sottolineato i computer sono onnipresenti, e le recenti campagne per coinvolgere sempre più anche le famiglie nell'acquisto di questo strumento sono un chiaro sintomo della versatilità dei computer stessi, che sempre più spesso hanno solo come funzione residuale quella di servire per l'immagazzinamento ed elaborazione di dati. Ho già fornito dati sulla loro diffusione e sulla dinamica dei prezzi e delle prestazioni. Rimane da enfatizzare il processo di divisione del lavoro tra imprese nella realizzazione di diversi tipi di computer e hardware in generale, finalizzati a soddisfare diverse esigenze.

La storia dello sviluppo dei primi calcolatori elettromeccanici, tra il 1936 e il 1945, è nota,¹⁷ ed è in buona parte legata a necessità strategiche e militari, come l'esigenza di sviluppare calcoli relativi al disegno di aerei, alla traiettoria delle bombe o di decodificare codici cifrati. Tuttavia da tempo esistevano esigenze civili di grandi calcoli, come ad esempio quelle che si ponevano per i dati dei censimenti, o che riguardavano imprese private (si pensi al calcolo attuariale). Nel secondo dopoguerra si sviluppò, sia pure lentamente e con una miopia delle grandi imprese sulle possibilità di espansione del mercato, una certa concorrenza nel settore, peraltro costantemente caratterizzato da una rilevante presenza dell'IBM. È comunque il caso di ricordare che la posizione dominante dell'IBM è stata tutt'altro che facile: negli anni 1950 la Remington Rand aveva guadagnato importanti posizioni nella fornitura di computer ai vari dipartimenti del governo degli Stati Uniti, mentre alla fine degli anni 1950 era presente negli Stati Uniti almeno una dozzina di produttori di computer.

L'aspetto hardware non si esaurisce con i computer: si deve infatti tenere conto di tutta la parte hardware – rete telefonica, modem, *routers*, fibre ottiche, antenne, e via elencando fino ai satelliti – attraverso la quale si è costituita e sviluppata la rete fisica che ha dato vita al *world wide web*. È interessante sottolineare come *la* rete sia nata e si

¹⁷ Una sintesi breve ed efficace si trova in Freeman e Soete (1997, pp. 171-86); i commenti che seguono sono ispirati a questo lavoro.

sia sviluppata attraverso i “vecchi” cavi telefonici di rame e le “vecchie” linee telefoniche. Il riutilizzo delle reti telefoniche ai fini della connessione tra computer è un processo tutt’altro che banale: questo processo, infatti, ha richiesto lo sviluppo dei modem, che sono in grado di trasformare output digitali in segnali analogici e viceversa. Proprio l’esigenza di “traduzione” dei segnali ha dato luogo allo sviluppo di un intero nuovo settore, caratterizzato da dinamiche innovative stimolate sia da aspetti tecnologici puri che da considerazioni economiche. In particolare, l’esigenza di trasferire quantità crescenti di dati attraverso i cavi ha dato luogo allo sviluppo dei modem a banda larga, che hanno moltiplicato la capacità di trasporto dei dati a partire dalla seconda metà degli anni 1990. Non è certo un caso che questo processo si sia verificato nella fase di crescita esponenziale delle connessioni Internet.

Molto importanti per lo sviluppo sia di Intranet che di Internet si sono poi rivelati i cosiddetti *routers* e il *packet-switching equipment*, che servono a indirizzare e smistare il traffico dei dati. Si tratta di un genere di hardware prodotto da un numero limitatissimo di produttori, dominato dalla Cisco Systems,¹⁸ il cui mercato è in continua crescita: se nel 2000 il tasso di crescita del mercato (hardware) dei computer era stato del 9%, il tasso di crescita del *packet-switching* e *router equipment* è stato del 36,9% (EITO 2001).¹⁹ Questo tipo di hardware ha già visto il veloce susseguirsi di tre diverse generazioni a partire dal 1986. Come sempre, l’evoluzione è stata in direzione di maggiore velocità, capacità di indirizzare i dati, versatilità, possibilità di operare in parallelo e, da ultima, ma non per importanza, capacità di comunicare con, e attraverso, diversi standard tecnologici.

Un ulteriore passaggio importante è lo sviluppo del settore delle fibre ottiche. Queste ultime non costituiscono una novità – le prime applicazioni commerciali risalgono a circa venticinque anni fa – ma è in questi ultimi anni che hanno conosciuto uno sviluppo tecnologico ed economico, oltre che una diffusione, molto importante. Così come è stata ampliata la capacità di trasporto di dati dei cavi di rame, anche la capacità di trasporto delle fibre ottiche è aumentata. Molti problemi tecnici sono stati superati: la congiunzione di parti staccate costituiva

¹⁸ Per farsi un’idea dei vari tipi di *routers* si può vedere la pagina web di Cisco Systems; si può inoltre fare riferimento a Cisco Systems (2001).

¹⁹ Si vedano le pp. 126-30.

fino a non molto tempo fa un serio problema, così come lo era il dover piegare il cavo contenente la fibra in situazioni particolarmente stringenti, come ad esempio negli spazi ristretti di uffici o in prossimità delle scrivanie su cui poggiano i computer. Inoltre i prezzi delle fibre ottiche si stanno abbassando, e – considerando le prestazioni – iniziano a essere competitivi rispetto ai cavi di rame (Hecht 1999). Si ripropone ancora una volta il *sailing-ship effect* o *effetto vela*,²⁰ per cui la vecchia tecnologia dei cavi di rame e dei modem viene migliorata drasticamente nel momento in cui emerge la nuova tecnologia delle fibre ottiche.

Sempre in riferimento agli aspetti hardware è necessario ricordare anche tutta la rete di trasmissione *wireless*, che include le stazioni che emettono i segnali, così come gli apparecchi riceventi e il sistema di antenne; in questo insieme dobbiamo inserire, oltre a tutte le infrastrutture necessarie alla telefonia mobile, anche la tecnologia dei satelliti, che dalla seconda metà del 1900 hanno occupato una crescente importanza nella “ripetizione” e diffusione dei segnali.

Vale la pena soffermarsi sul sottoinsieme definito *end user communications equipment*, che contiene gli apparecchi telefonici fissi, i telefoni cellulari e altri strumenti hardware di comunicazione, come ad esempio i fax. Si tratta di un mercato il cui valore nell'anno 2000 viene stimato intorno a 44 miliardi di euro, in crescita del 25,6% rispetto al 1999; all'interno di questo sottoinsieme il peso dei telefoni cellulari è in continua crescita, sia in termini di volume che di valore. Nel 1999, nell'Europa occidentale nel complesso, il 40% della popolazione era dotata di telefono cellulare, con punte del 66% in Finlandia, 62% in Norvegia, 58% in Svezia e 52% in Italia; inoltre, in alcuni paesi europei – Austria, Finlandia, Italia, Portogallo – il numero di telefoni cellulari ogni 100 abitanti eccede quello delle linee telefoniche tradizionali (EITO 2001).²¹ Come avrò modo di sottolineare nel paragrafo dedicato all'aspetto istituzionale, quello della telefonia cellulare è uno dei pochi campi in cui l'Europa eccelle e gode di una posizione di

²⁰ L'origine dell'espressione *effetto vela* si deve a Gilfillan (1935), e si riferisce al processo di miglioramento della tecnologia della navi a vela che seguì l'introduzione dei vascelli a vapore; per un modello formale dell'effetto vela si veda De Liso e Filatrella (2000).

²¹ Si veda p. 505 per la definizione del sottoinsieme, p. 128 per la stima del valore del mercato di questo stesso sottoinsieme e p. 141 per i dati su telefoni cellulari e linee tradizionali.

vantaggio rispetto agli Stati Uniti, grazie all'adozione di un unico standard su scala europea, il GSM.

Un'ultima notazione riguardo all'hardware e a possibili nuove forme di divisione del lavoro nella produzione dell'hardware stesso consiste nel fatto che nuovi salti tecnologici si prefigurano all'orizzonte: si inizia infatti a parlare di *quantum computer* e di nuove macchine che facciano uso di superconduttori (invece che di semiconduttori). Per quanto si tratti ancora di macchine sperimentali e troppo costose per il mercato, probabilmente si assisterà a forme di sviluppo simili a quelle già verificatesi per i computer tradizionali.

4.3. *La base software*

Nel volume curato da Chandler e Cortada (2000), dedicato alla diffusione degli strumenti di informazione, vengono ripresi elementi di continuità e discontinuità sull'evoluzione delle infrastrutture per la trasmissione delle informazioni. Da un lato viene rilevata una continuità sorprendente che inizia col sistema postale del XVIII secolo, che passa per la costruzione delle ferrovie e del telegrafo, per arrivare al telefono, alla radio, alla televisione e al computer; dall'altro, «la più ovvia, sensazionale e importante discontinuità è stata il software» (*ibid.*, p. 281).

In altre parole, il software costituisce un'infrastruttura necessaria tanto per il singolo computer quanto, a maggior ragione, per la rete; questa infrastruttura è dotata di una caratteristica molto particolare: è *immateriale*. La produzione o la *scrittura* di software costituisce uno dei pilastri della divisione digitale del lavoro.

Se nelle fasi iniziali dell'era dei computer l'aspetto dominante era l'hardware, oggi si mette sempre più al centro dell'attenzione il software. È andata emergendo e sviluppandosi una divisione del lavoro tra produttori di hardware e software, soprattutto da quando è esploso il mercato dei personal computer.

Inizialmente i produttori di hardware sviluppavano anche il software necessario per il funzionamento delle macchine, o comunque controllavano le imprese che scrivevano il software. Questo era "naturale" in quanto i computer erano ancora in qualche modo oggetti i cui principi di funzionamento erano misteriosi. Tuttavia, con l'allargarsi del mercato da un lato e il passare del tempo dall'altro, gli uti-

lizzatori acquisivano via via dimestichezza con le nuove macchine e iniziavano a scrivere e scambiarsi programmi applicativi; iniziavano poi ad apparire le prime *software houses*, che producevano sia sistemi operativi sia programmi applicativi (Fisher, McGowan e Greenwood 1983, p. 54). Quest'ultimo passaggio aprì definitivamente la strada alla divisione del lavoro tra produttori di hardware e software, che si sviluppò in maniera crescente a partire dagli anni 1970. Ciò non significa che i produttori di hardware rinunciassero, o abbiano rinunciato in tempi più recenti, a scrivere software: sebbene il colosso che domina il mercato mondiale sia la Microsoft, che produce "solo" software, dobbiamo ricordare che l'IBM è il secondo produttore mondiale quando guardiamo al dato sui ricavi derivanti da licenze per software – 20 miliardi di dollari per la Microsoft e 13 miliardi per l'IBM nel 1999 – (*The Economist* 2001a).²²

Seguendo la proposta di Chandler e Cortada (2000), possiamo oggi distinguere tre tipi di software: 1) i sistemi operativi e le relative *utilities*; 2) i linguaggi di programmazione; 3) i software applicativi. Il primo consente al computer di "comunicare" con tutte le sue componenti e con le periferiche; il secondo consente di istruire il computer in modo da ottenere le operazioni e prestazioni desiderate; il terzo è quello con cui gli utilizzatori dei computer sono abituati a "interagire", dall'elaborazione testi ai pacchetti statistici, e così via.

Grandi sviluppi si sono verificati in ognuno di questi tipi di software, dal vecchio Dos a Windows, dal Fortran a Java, dai primi elaboratori di testi e fogli elettronici agli attuali programmi che tutti conosciamo. Volendo scegliere *un* esempio di evoluzione – ripercorrere l'evoluzione di tutti e tre i tipi di software richiederebbe un lavoro a sé stante – mi limito qui a ricordare alcuni passaggi relativi ai linguaggi di programmazione, in quanto sono essenziali ai fini dello sviluppo sia dei computer *stand alone* sia, cosa oggi più importante, della rete.

Come rileva *The Economist* (2001c), possiamo identificare almeno cinque diverse generazioni di linguaggi di programmazione. Nella

²² Può anche essere utile ricordare che fu proprio l'IBM a commettere l'«errore» di coinvolgere la Microsoft nella preparazione del sistema operativo per i personal computer: agli inizi degli anni 1980 la Microsoft era infatti una piccola impresa di 50 impiegati, che iniziò a crescere esponenzialmente proprio grazie all'IBM (Freeman e Soete 1997, p. 176).

prima generazione si “parlava” alla macchina solo attraverso zeri e uno; con la seconda generazione si iniziavano a introdurre lettere, tradotte poi in zeri e uno che la macchina poteva “capire”; un salto importante si ha con la terza generazione, quando vennero inserite alcune brevi parole chiave in inglese, quali ad esempio *read*, *write* o *goto*: la sintassi di questi linguaggi diviene indipendente dal computer nei quali “girano”; la quarta generazione, di uso più limitato, è finalizzata all’accesso a banche dati o allo sviluppo di elaborazioni particolarmente gravose (*structured query language*, SQL); la quinta generazione, che inizialmente doveva essere quella dell’integrazione tra tecniche dell’intelligenza artificiale e programmazione, è poi diventata quella di Internet, basata sul principio del linguaggio Java, introdotto nel 1995 da Sun Microsystems, e cioè “write once, run everywhere”.

Ulteriori forme di divisione digitale del lavoro concernenti il software – che si intersecano con aspetti istituzionali, e in particolare quelli relativi alla proprietà intellettuale – riguardano gli sviluppi di programmi *open source*, come ad esempio il sistema operativo emergente *Linux* o il pacchetto *Staroffice*, sostanzialmente capaci di fornire le stesse prestazioni di *Windows* e *Office* rispettivamente, ma liberamente disponibili in rete. Qui si vengono a contrapporre due visioni diverse del mondo del software che possono essere riassunte come segue: una basata sulla copertura del codice sorgente e la tutela del diritto d’autore del software, e l’altra basata sulla libera disponibilità dei codici sorgente e sugli sviluppi dei programmi. Queste diverse visioni possono portare a diverse forme di divisione del lavoro.

Infine, vorrei accennare a un ulteriore aspetto che si va proponendo da quando la rete Internet si è sviluppata, concernente la possibilità di non dover più installare il software nel computer che si utilizza, ma di poter accedere – generalmente pagando per l’accesso – a programmi residenti altrove. Dal punto di vista concettuale questo processo può essere considerato come un’estensione di un tipo di servizio già ampiamente utilizzato, e cioè l’accesso a banche dati; semplicemente, anziché pagare per l’accesso ai dati si paga per accedere *on line* all’uso dei programmi. A questo aspetto si sta affiancando la possibilità, sempre più concreta, di poter fare uso della capacità di calcolo non solo del proprio computer ma nello stesso tempo, attraverso un software specifico, dei processori di computer connessi alla rete momentaneamente inutilizzati; questo sta per dar luogo, nel linguaggio degli addetti ai lavori, al passaggio da Internet al “Grid” (*The Economist*

2001b). In sostanza si utilizzerebbe attraverso Internet la capacità di calcolo (*processing power*) di computer in quel momento inutilizzati. L'idea di fondo si basa sul fatto che il tempo di utilizzo effettivo dei personal computer, ormai tutti connessi alla rete Internet, è comunque basso – questa, peraltro, era ed è la base su cui è stata costruita la rete Napster.

4.4. *L'aspetto istituzionale*

In molti passaggi chiave dello sviluppo tecnologico il ruolo svolto dalle istituzioni pubbliche e private – ma soprattutto pubbliche – è stato determinante: basti pensare alla fisica delle particelle, alla tecnologia aeronautica, alle missioni spaziali o alla fase di sviluppo iniziale delle biotecnologie. In generale, e semplificando drasticamente, si tende a distinguere tra due modelli di base: quello statunitense-liberista da un lato, e quello europeo-dirigista dall'altro, cui possiamo in qualche modo accomunare il modello giapponese. Per quanto questa semplificazione contenga molti elementi di verità, è il caso di ricordare che il ruolo delle istituzioni è *comunque* fondamentale nel contribuire a formare, trainare, limitare o favorire il progresso tecnologico. Ovviamente chi si trova alla guida di istituzioni non necessariamente dispone di informazioni privilegiate rispetto allo stato dell'arte di una tecnologia, né ha migliori strumenti di altri operatori per meglio comprendere la direzione del cambiamento tecnologico. Tuttavia da sempre le istituzioni si trovano a giocare un ruolo essenziale in una serie di aspetti quali ad esempio il fissare standard, garantire il livello della qualità, gestire tecnologie connesse con la sicurezza nazionale, tutelare la proprietà intellettuale, sanzionare comportamenti di abuso di posizioni monopolistiche, garantire la *privacy*, e la lista potrebbe continuare.

Le politiche relative alle tecnologie informatiche hanno avuto vita più "facile" negli Stati Uniti di quanto non sia successo in Europa, in quanto è là che sono nati e si sono sviluppati, comunque con una forte interazione con il settore pubblico, i colossi dell'hardware e del software. Possiamo brevemente ricordare l'esperienza degli Stati Uniti e considerare l'esempio divenuto ormai classico relativo allo sviluppo di Internet: è universalmente noto che lo sviluppo della rete ha alla sua base il sistema della Difesa e delle università americane. Ancor più in

generale, come ricorda Rampini (2000), lo stesso emergere della *new economy* negli Stati Uniti è frutto di un forte ruolo dello stato e delle iniziative pubbliche, il che significa finanziamenti, valutazione, selezione di progetti e quindi capacità e volontà di indirizzare l'economia. Un esempio sulle regole del gioco può essere di grande ausilio: nel 1998 il Congresso di Washington varò l'*Internet Tax Freedom Act* che stabiliva l'esenzione totale da ogni imposta per le transazioni *on line* per tre anni – un “regalo” che ha certo contribuito allo sviluppo del commercio elettronico.

L'Unione Europea, per quanto spesso in ritardo rispetto agli Stati Uniti, ha comunque da sempre cercato di attivare strumenti e politiche finalizzate a stimolare il progresso tecnologico, e questo è vero anche nel caso delle tecnologie digitali. Nel 1997 la Commissione Europea pubblicava il *Libro Verde* sulla convergenza tra i settori delle telecomunicazioni, dell'audiovisivo e delle tecnologie dell'informazione e sulle sue implicazioni normative. Si trattava di un progetto ambizioso in quanto il *Libro Verde* intendeva dar vita a un quadro di riferimento che avesse una visione complessiva e potesse porre le basi per lo sviluppo della società dell'informazione. Il quadro normativo da cui si partiva non era particolarmente incoraggiante in quanto molte delle norme erano state create in anni precedenti, il che significa un contesto analogico e monomediale per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, e l'esistenza di una sommatoria di nazioni e non di un'entità integrata per quanto attiene all'aspetto geopolitico. Le condizioni oggi sono mutate; sono stati fatti molti passi per favorire la concorrenza da un lato e il progresso tecnologico dall'altro (Garrone e Mariotti 2001).

Non posso qui considerare tutti gli aspetti sui quali l'influenza istituzionale è determinante;²³ mi limito pertanto ad accennare ad alcuni fattori particolarmente rilevanti, a partire dall'indicazione degli standard.

Nelle TIC il fissare gli standard è un problema di grandissima rilevanza. Se a volte può essere il mercato a far prevalere uno standard, altre volte sono le istituzioni a dover indicare una direzione precisa: è stato questo ad esempio il caso della telefonia cellulare. Ci troviamo qui di fronte a una tecnologia e a un servizio pervasivo, in cui conver-

²³ Per una rassegna dei problemi relativi al ruolo delle istituzioni nelle tecnologie digitali si può fare riferimento al *Libro Verde* della Commissione Europea (CE 1997) e all'intera seconda parte del volume di Garrone e Mariotti (2001, pp. 229-329) dedicata alle “Politiche per la regolamentazione e lo sviluppo”.

gono – e convergeranno sempre più – varie esigenze, dalla miniaturizzazione alla capacità di immagazzinare dati, dalla durata delle batterie alla velocità di connessione a Internet, dalla qualità di ricezione dei segnali alla gestione del traffico telefonico nel complesso. Riscontriamo inoltre la presenza dei due diversi approcci istituzionali, liberista e interventista, richiamati poco sopra.

L'approccio statunitense è stato quello di astenersi dall'intervenire, lasciando così al mercato il compito di selezionare la tecnologia che dava il miglior rapporto prezzi/prestazioni; questo ha condotto alla convivenza di tre diversi standard – TDMA, CDMA e GSM – solo parzialmente compatibili, che hanno rallentato la diffusione dei telefoni cellulari, perché più lento è stato il raggiungimento di una massa critica sufficiente a raggiungere le necessarie economie di scala in termini sia di strutture fisiche, sia di servizi connessi.

L'approccio europeo è consistito nell'optare per un unico standard *obbligatorio*, il GSM. *Ex post* questo approccio si è rivelato vincente dal punto di vista della diffusione e della dinamica dei prezzi del servizio telefonico; inoltre, in una fase in cui si preannuncia un ulteriore impulso tecnologico dovuto all'emergere della terza generazione di telefonini e di servizi connessi – UMTS – la *leadership* europea in questa tecnologia dovrebbe ulteriormente accentuarsi. Questo può rivelarsi un fatto importante dato il cambiamento della natura dello strumento “telefono”, che è divenuto un qualcosa con molte altre caratteristiche oltre a quella di base – strumento di comunicazione a distanza – che vanno dall'invio di messaggi scritti alla possibilità di fare operazioni bancarie. In altri termini, così come i computer svolgono funzioni di strumento di comunicazione oltre che di calcolo, i telefoni si sono evoluti da “semplice” strumento di comunicazione verbale a strumenti di immagazzinamento ed elaborazione dati.

TIC, nuova economia e globalizzazione vanno sempre più fondendosi; in particolare le TIC hanno reso possibile l'azzeramento delle distanze spaziali e temporali. Qui entra in gioco una serie di fattori che coinvolgono istituzioni sovranazionali, nazionali e locali. Anche in questo caso mi limito a richiamare alcuni aspetti con i quali è necessario fare i conti, a partire dal commercio internazionale e in particolare il commercio di servizi.

Se è vero che il processo di globalizzazione ha avuto un primo impulso straordinario con la Prima Rivoluzione Industriale, è altret-

tanto vero che è solo dopo la seconda guerra mondiale che il commercio internazionale conosce un processo di crescita senza precedenti, favorito oltre che dalle condizioni produttive anche dal continuo sforzo internazionale istituzionalizzato per ridurre le barriere doganali, tariffarie e non. Questo processo culmina con l'istituzione della World Trade Organization nel 1995.

Da anni il tasso di crescita del commercio internazionale supera ampiamente il tasso di crescita del Pil mondiale, mentre il commercio di servizi acquista un peso sempre più rilevante (WTO 2000 e 2001). Proprio il peso crescente del commercio di servizi ha condotto alla scrittura di un insieme di norme specifiche, che sono parte integrante della WTO, definite *Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPs): norme volte a tutelare il *know-how* crescente e la creatività incorporata in molti servizi. L'accordo TRIPs tutela tutti i tipi di servizi commerciati, e fa esplicitamente riferimento a quattro modalità diverse attraverso le quali un servizio viene fornito.²⁴ Le aree coperte dall'accordo TRIPs sono quelle standard della proprietà intellettuale, e cioè il diritto d'autore, i brevetti, il disegno della struttura (*layout-designs*) dei circuiti integrati, il design industriale, il segreto industriale (*undisclosed information*), i marchi e le indicazioni geografiche di origine (WTO 1999). L'accordo TRIPs fissa standard minimi di protezione della proprietà intellettuale sulla base del fatto che la protezione stessa deve essere adeguata ed efficace in modo però da non porre barriere al commercio legittimo (Bainbridge 1999).

Uno dei problemi fondamentali cui ci si trova di fronte è che nella nuova economia digitale la tutela della proprietà intellettuale è sempre più difficile da garantire: molti operatori, dalle case discografiche alle società di software, vedono nella disponibilità a basso costo di tecnologie e programmi che consentono la duplicazione di qualsiasi opera intellettuale (masterizzatori, scanner, MP3) una sorta di fotocopiatrice universale; risulta immediato comprendere l'importanza del ruolo delle istituzioni sovranazionali e nazionali nel garantire il rispet-

²⁴ 1) Servizi forniti da una nazione a un'altra o *cross-border supply* (ad esempio telefonate internazionali); 2) "consumo all'estero", cioè consumatori e imprese che usufruiscono di servizi all'estero (es.: turismo); 3) "presenza commerciale" (es.: una banca che apre una filiale all'estero); 4) "presenza di persona fisica", cioè persone che si recano all'estero per lavoro (es.: modelle, consulenti); cfr. WTO (1999, p. 21).

to delle regole sottoscritte ormai praticamente da tutti i paesi del mondo.

Riguardo al ruolo delle istituzioni nazionali, in particolare di quei paesi che sono al centro della creazione degli strumenti della nuova divisione del lavoro digitale, diviene sempre più importante la funzione di monitoraggio delle istituzioni antitrust rispetto al comportamento delle grandi multinazionali. Il caso promosso dall'antitrust statunitense contro la Microsoft è forse il miglior esempio: i comportamenti di questo colosso del software, infatti, non influenzano solamente l'industria statunitense ma anche l'industria mondiale. Mi pare interessante sottolineare il fatto che praticamente tutti i passaggi chiave dello sviluppo del settore dell'informatica sono scanditi dall'azione dell'antitrust statunitense: il caso Microsoft è quello più recente; l'IBM subì un lunghissimo processo per abuso di posizione dominante, iniziato nel 1969 e durato per 13 anni, peraltro conclusosi con il ritiro delle accuse da parte dell'antitrust; un caso ancora precedente è quello dei Bell Laboratories contro cui venne iniziata un'azione legale del governo degli Stati Uniti nel 1949 in relazione alla mancata messa a disposizione del brevetto relativo ai transistor (il caso si chiuse nel 1956 con un accordo tra le parti).

L'ultimo commento riguarda alcuni aspetti giuridici che vanno emergendo all'interno di Internet. Per quanto fino a oggi lo sviluppo di Internet sia stato sostanzialmente anarchico e privo di confini, vanno via via emergendo esigenze di tutela e controllo su alcune attività. Un esempio tratto da *The Economist* (2001d) può essere sufficiente a illustrare la situazione. In Francia una legge vieta la compravendita di oggetti che contengano simboli o altri riferimenti espliciti al nazismo; nel novembre 2000 un giudice francese ha imposto a Yahoo! di trovare un modo per impedire ai cittadini francesi di acquistare questo tipo di oggetti *on line*, quand'anche il paese in cui vengono acquistati *non* sia la Francia. Casi di questo genere stanno presentandosi con frequenza crescente e per motivi diversi – dalla censura al controllo politico, fino all'imposizione fiscale – e questo sembra preludere allo sviluppo, per il momento ancora relativamente limitato, delle cosiddette *geolocation technologies* un ulteriore tassello della divisione del lavoro digitale.

5. Conclusioni

La dinamica tecnologica è una caratteristica strutturale delle economie capitalistiche che contribuisce al movimento incessante e irregolare della crescita economica. Dal punto di vista della tecnologia, tra i processi che hanno caratterizzato in maniera crescente gli ultimi tre decenni spiccano, per la loro rilevanza qualitativa e quantitativa, le tecnologie *digitali* dell'informazione e della comunicazione (TIC). La parola chiave è anzitutto *digitale*: è proprio la digitalizzazione che ha consentito il verificarsi del processo di convergenza tecnologica cui abbiamo assistito durante tutti gli anni 1990, tanto che oggi possiamo parlare di economia digitale e dell'affermarsi di nuove forme di divisione del lavoro.

Il processo di digitalizzazione dell'economia ha avuto inizio negli anni 1960, e molti impulsi fondamentali provenivano oltre che da esigenze del terziario – gestione di grandi banche dati nei ministeri, nelle università, nel sistema bancario, assicurativo e così via – da esigenze di produzione di beni fisici: basti ricordare le macchine utensili a controllo numerico o i sistemi di manifattura flessibile. L'aspetto forse più sorprendente di questo processo, tuttavia, sta nella digitalizzazione dei consumi.

Se la digitalizzazione dei processi produttivi, terziari e non, ha avuto una durata temporale relativamente lunga, l'impatto delle tecnologie digitali sull'elettronica di consumo è stato rapidissimo e totalizzante. Basti pensare al processo di sostituzione dei CD audio ai vecchi dischi di vinile: questi ultimi ormai non sono più venduti nemmeno nei negozi specializzati; lo stesso discorso può essere applicato ad altri prodotti, come ad esempio i DVD che stanno soppiantando le videocassette. Stiamo dunque assistendo, come sottolineato in *Scientific American* (2000), allo sviluppo di un'*entertainment economy* in cui si determina una crescente interazione tra contenuti (video, audio, dati), mezzi per la distribuzione (cavi, CD, emissioni *wireless*, connessione in rete) e strumenti finali di consumo (televisore, personal computer, playstation e anche telefoni cellulari) finalizzati, appunto, all'intrattenimento.

Al processo di digitalizzazione dell'economia si è affiancata l'esplosione della rete Internet, che ha inglobato un numero di paesi, amministrazioni, imprese e persone via via crescente. Se nel gennaio

1995 nel mondo si contavano meno di 4 milioni di Internet *hosts*, a luglio 2000 si raggiungono i 100 milioni; anche il tasso di crescita del numero degli *utenti* di Internet mostra valori molto elevati, superando in molti paesi occidentali il 40% l'anno nel triennio 1998-2000; sempre riguardo agli utenti, viene stimato un tasso di crescita mondiale vicino al 36% l'anno nell'arco temporale 1998-2003 (EITO 2001).²⁵

Questi processi hanno già mutato e continuano a cambiare il modo in cui si lavora, si consuma e si interagisce, e questo si riflette anche nel linguaggio: si è sviluppata un'intera nuova terminologia connessa alle nuove tecnologie e a Internet, dal *business to business (B2B)*, al *business to consumer (B2C)*, o al *peer to peer (P2P)*; si dibatte sul possibile impatto del telelavoro, che sta diventando una realtà sempre più utilizzabile. Cambia anche il modo in cui si compete sui mercati. Un ottimo esempio ce lo offre Rampini (2000) quando ricorda che nel febbraio 2000 la General Motors e la Ford abbandonano l'idea di mantenere due sistemi separati di relazioni con i fornitori su Internet, creando una rete unica e per di più aperta anche ad altri concorrenti.²⁶ Tra gli altri effetti della rete vi è anche quello di rendere, almeno potenzialmente, comparabili e trasparenti le caratteristiche dei beni e dei servizi disponibili e i loro prezzi.²⁷

Tutto questo farebbe pensare a una crescita generalizzata della produttività e a tassi di crescita del Pil molto elevati. Invece, in molte delle economie più avanzate questo non si è verificato. Negli stessi Stati Uniti, prima della svolta della seconda metà degli anni 1990, si è dibattuto a lungo sul paradosso della produttività.

Questo spiega lo scetticismo di Gordon – richiamato nel paragrafo 3.3 – che qui possiamo vedere in una duplice veste. Gordon (1999, p. 23) riscontra che, se escludessimo il settore di produzione dei computer, nell'economia statunitense della seconda metà degli anni 1990 noteremmo un *peggioramento* dei tassi di crescita della produttività. Il secondo elemento di scetticismo è legato alla portata rivoluzionaria dell'economia di Internet e, più in generale, della *new economy* negli Stati Uniti. A questo proposito Gordon (2000) sostiene che i

²⁵ Evidentemente molte delle dodici “leggi” riassunte da Kevin Kelly (1997) – divenuto famoso per il suo articolo “New rules for the new economy” sulla rivista *Wired* – si sono rivelate corrette.

²⁶ La Toyota e la Renault si sono immediatamente aggregate (Rampini 2000, p. 33).

²⁷ Per una rassegna completa dei problemi relativi all'*Internet pricing* si veda il lavoro di Sardoni (2001).

computer e Internet non reggono il paragone, in termini di impatto economico e sociale, con le grandi invenzioni della fine del 1800 e degli inizi del 1900.

Da tutta l'analisi che precede mi sembra di poter sostenere che l'effetto qualitativo e quantitativo delle TIC è invece in grado di reggere il paragone con le precedenti rivoluzioni industriali. In un certo senso, Gordon contraddice se stesso quando da un lato nota come ciò che avviene nel settore dei computer è in grado di influenzare le statistiche della produttività dell'intera economia – e quindi deve necessariamente trattarsi di un settore con un impatto rivoluzionario – e dall'altro sostiene che l'impatto delle TIC non sarebbe poi così importante.

Riguardo al paradosso della produttività, ricordo brevemente due aspetti, uno relativo ai problemi di misurazione *tout court*, l'altro relativo alla misurazione della produttività in contesti di economie altamente terziarizzate. Il primo aspetto è stato affrontato, e il paradosso in buona parte spiegato, in alcuni lavori già richiamati e in altri tra i quali ricordo quello di Gambardella e Torrisi. Questi due autori hanno verificato su un campione di oltre 3500 imprese *manifatturiere* italiane l'impatto sulla produttività derivante dall'investimento in TIC. I risultati che emergono dimostrano, tra le altre cose, che all'interno di uno stesso settore esistono differenze significative tra le imprese in termini di investimento in TIC, e che queste differenze hanno un impatto significativo sui livelli di produttività. Il secondo aspetto è più controverso: è il caso di ricordare che in società altamente terziarizzate – che significa, nei paesi più sviluppati, da un *minimo* del 60 al 74% degli occupati, che svolgono attività che vanno dal commercio ai servizi di consulenza – possono effettivamente porsi problemi di misurazione, cui si vanno comunque trovando risposte (Coombs e Miles 2000). È in ogni modo indiscutibile che la gamma di servizi di cui si dispone oggi rispetto a dieci anni fa è stata sicuramente ampliata, migliorata qualitativamente, resa accessibile a molti operatori in precedenza esclusi e sempre più personalizzata, dal *banking on line* alla chirurgia estetica.

Infine vorrei richiamare la nuova divisione del lavoro digitale che si è venuta determinando in seguito alla diffusione delle tecnologie digitali. Qui ci siamo trovati di fronte al determinarsi di opportunità tecnologiche completamente nuove da un lato, e alla possibilità di attivare processi di convergenza tra settori preesistenti ma separati

dall'altro. Abbiamo considerato la base hardware, la base software e gli aspetti istituzionali che necessariamente accompagnano lo sviluppo di settori strategici. La presenza delle tecnologie digitali ha contribuito alla ridefinizione dei settori e del peso relativo dei settori; è stata inoltre una leva su cui in parte si è rimodellata anche la divisione del lavoro internazionale: il Giappone prima e, in anni più recenti, le Tigri Asiatiche si sono proposti all'attenzione mondiale proprio nella produzione di componenti fondamentali dei computer. Riguardo al software è poi il caso di notare come una proporzione crescente della scrittura venga commissionata a paesi quali India, Cina, Filippine, Russia e altri paesi dell'est europeo. L'India, in particolare, dotata di un numero elevato di ingegneri che conoscono la lingua inglese, si è appropriata di una porzione significativa²⁸ della produzione e commercio di software e servizi connessi (OECD 2000a).

Non rimane che concludere che, così come la macchina a vapore costituì il *prime mover* della Prima Rivoluzione Industriale, il computer è stato il *prime mover* della rivoluzione informatica che ha riplasmato e sempre più plasmerà le nostre economie e le nostre società.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONELLI G., N. DE LISO e R. LEONCINI (2000), "Innovation and human capital in the new real economy: some evidence and interpretative hints", contributo presentato al 40° Congresso della European Regional Science Association, Barcellona, 29 agosto-1° settembre.
- BAILY M.N. e A.K. CHAKRABARTI (1988), *Innovation and the Productivity Crisis*, Brookings Institution, Washington.
- BAINBRIDGE D. (1999), *Intellectual Property*, Pitman Publishing, London.
- BRYNJOLFSSON E. (1993), "The productivity paradox of information technology: review and assessment"; <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP130/ccswp130.html>.
- BRYNJOLFSSON E. e L.M. HITT (1994), "Paradox lost? Firm-level evidence of high returns to information systems spending"; <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP162/ccswp162.html>.
- BRYNJOLFSSON E. e L.M. HITT (2000), "Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, no. 4, Fall, pp. 23-48.
- CE - COMMISSIONE EUROPEA (1997), *Libro Verde sulla convergenza tra i settori delle telecomunicazioni, dell'audiovisivo e delle tecnologie dell'informazione e sulle sue implicazioni normative*, Bruxelles (COM (97) 623).

²⁸ Si stima che l'India realizzi il 16% del totale del *customised software* (OECD 2000a, p. 131).

- CEE – COMMISSIONE COMUNITÀ EUROPEE (1983), "L'industria europea della macchina utensile: presa di posizione della Commissione. Struttura e prospettive", mimeo.
- CHANDLER A.D. (2000), "The information age in historical perspective", in A.D. Chandler e J.W. Cortada eds, pp. 3-37.
- CHANDLER A.D. e J.W. CORTADA eds (2000), *A Nation Transformed by Information*, Oxford University Press, Oxford.
- CISCO SYSTEMS (2001), *The Economics of Cisco's Metro IP Solutions – White Paper*, San Jose; <http://www.cisco.com>.
- COOMBS R. e I. MILES (2000), "Innovation, measurement and services: the new problematic", in J.S. Metcalfe e I. Miles eds, *Innovation Systems and the Service Economy*, Kluwer, London, pp. 85-103.
- CORSI M. (2001), "L'impatto delle nuove tecnologie sulle forme di lavoro: una prospettiva europea", *Moneta e Credito*, vol. LIV, n. 213, marzo, pp. 17-37.
- DE LISO N. e G. FILATRELLA (2000), "On technology substitution: a formal analysis of the sailing-ship effect", *Working Paper*, Università degli Studi di Bologna.
- ECONOMIST, THE (2001a), "A survey of software", vol. 359, no. 8217, 14-20 April.
- ECONOMIST, THE (2001b), "Computing power on tap", *The Economist Technology Quarterly*, pp. 16-20, supplemento del vol. 359, no. 8227, 23-29 June.
- ECONOMIST, THE (2001c), "Java or C#: which language for the Internet?", *The Economist Technology Quarterly*, pp. 14-18, supplemento del vol. 360, no. 8240, 22-28 September.
- ECONOMIST, THE (2001d), "The Internet's new borders", vol. 330, no. 8234, 11-17 August, pp. 9-10 e 18-20.
- EITO – EUROPEAN INFORMATION TECHNOLOGY OBSERVATORY (2001), *2001 Report*, Frankfurt a.M.
- EUROPEAN COMMISSION (2001), *Employment in Europe 2001*, Bruxelles, EC, Directorate-General for Employment and Social Affairs.
- FISHER F.M., J.J. MCGOWAN e J.E. GREENWOOD (1983), *Folded, Spindled and Mutilated. Economic Analysis and U.S. v. IBM*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- FREEMAN C. e L. SOETE (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter, London.
- GAMBARDELLA A. e S. TORRISI (2001), "Nuova industria o nuova economia? L'impatto dell'informatica sulla produttività dei settori manifatturieri in Italia", *Moneta e Credito*, vol. LIV, n. 213, marzo, pp. 39-76.
- GARRONE P. e S. MARIOTTI, a cura di (2001), *L'economia digitale*, il Mulino, Bologna.
- GILFILLAN S.C. (1935), *Inventing the Ship*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- GORDON R.J. (1999), "Has the 'new economy' rendered the productivity slowdown obsolete?", *Working Paper*, Northwestern University.
- GORDON R.J. (2000), "Does the 'new economy' measure up to the great inventions of the past?", bozza di un contributo per il *Journal of Economic Perspectives*.
- GROENEWEGEN P. (1987), "Division of labour", in *Palgrave Dictionary*, edited by J. Eatwell, M. Milgate e P. Newman, Macmillan, London, vol. 1, pp. 901-07.

- HECHT J. (1999), *City of Light*, Oxford University Press, New York.
- IDSE-CNR (1999), *Trasformazioni strutturali e competitività dei sistemi locali di produzione*, Franco Angeli, Milano.
- IDSE-CNR (2002), *Infrastrutture, reti socio-economiche e sviluppo locale – Rapporto 2002*, Franco Angeli, Milano, in corso di pubblicazione.
- ISTAT (2000a), *Rapporto sull'Italia. Edizione 2000*, il Mulino, Bologna.
- ISTAT (2000b), "L'Italia in cifre – Approfondimenti"; <http://www.istat.it>.
- ISTAT (2001), *Rapporto annuale. La situazione del paese nel 2000*, Roma.
- JORGENSON D.W. (2001), "Information technology and the U.S. economy", *American Economic Review*, vol. 91, no. 1, March, pp. 1-32.
- KELLY K. (1997), "New rules for the new economy", *Wired*, September (disponibile nell'archivio elettronico della rivista Wired, <http://www.wired.com>).
- LANDES D.S. (1978), *Prometeo liberato. Trasformazioni tecnologiche e sviluppo industriale nell'Europa Occidentale dal 1750 ai nostri giorni*, Einaudi, Torino.
- LANDES D.S. (1986), "What do bosses really do?", *Journal of Economic History*, vol. 46, Sept., pp. 585-623.
- METCALFE J.S. (2000), "Restless capitalism: increasing returns and growth in enterprise economies", CRIC, Manchester; <http://les1.man.ac.uk/cric>.
- OCDE (1984), "Commerce des produits de haute technologie. Un examen des questions liées aux échanges dans l'industrie de la machine outil", Paris, mimeo.
- OECD (1999), *Oecd Historical Statistics – 1960-1997*, Paris.
- OECD (2000a), *Oecd Information Technology Outlook. TICs, E-commerce and the Information Economy*, Paris.
- OECD (2000b), *Is There a New Economy? First Report on the Oecd Growth Project*, Paris.
- RAMPINI F. (2000), *New economy. Una rivoluzione in corso*, Laterza, Roma-Bari.
- REINTJES J.F. (1991), *Numerical Control. Making a New technology*, Oxford University Press, New York.
- RONCAGLIA A. e G. RONCAGLIA (2001), "La "nuova economia della conoscenza e dell'informazione" e l'"economia di Internet": un'introduzione", *Moneta e Credito*, vol. LIV, n. 213, marzo, pp. 3-15.
- SARDONI C. (2001), "*Internet pricing*: una breve rassegna critica", *Moneta e Credito*, vol. LIV, n. 213, marzo, pp. 77-107.
- SCARPETTA S., A. BASSANINI, M. PILAT e P. SCHREYER (2000), "Economic growth in the Oecd area: recent trends at the aggregate and sectoral level", Oecd, Paris, mimeo.
- SCHILLER D. (1999), *Digital Capitalism*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- SCHREYER P. (2000), "The contribution of information and communication technology to output growth: a study of the G7 countries", *STI Working Paper*, no. 2000/2, Paris, Oecd.
- SCIENTIFIC AMERICAN (2000), "The future of digital entertainment", Special report, November, vol. 283, no. 5, pp. 31-64.

- SHAPIRO C. e H.R. VARIAN (1999), *Information rules. Le regole dell'economia dell'informazione*, Etas, Milano.
- UNITED NATIONS (1986), *Recent Trends in Flexible Manufacturing*, United Nations, New York.
- US-BLS – UNITED STATES BUREAU OF LABOR STATISTICS (2001), "Economy at a glance"; <http://stats.bls.gov/eag/eag.map.htm>.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2000), *Intellectual Property Reading Material*, Geneva, publication no. 476 (E).
- WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION (1999), *The World Trade Organization*, 2nd edition, Geneva.
- WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION (2000), *Annual Report 2000*, Geneva.
- WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION (2001), *Annual report 2001*, Geneva.