

**IL TRIANGOLO COMPETITIVO:
INNOVAZIONE, ORGANIZZAZIONE E LAVORO QUALIFICATO****

Marco Vivarelli*, Claudio Piga° e Mariacristina Piva†

ABSTRACT

Il progressivo deterioramento della posizione competitiva dell'industria italiana, con l'erosione negli ultimi anni di circa un terzo della nostra quota di commercio mondiale, ha giustamente indirizzato l'attenzione degli economisti sulle cause del "declino" del nostro modello di adesione ai mercati internazionali. La tesi sostenuta in questo lavoro e suffragata dal dibattito teorico e da recenti verifiche empiriche, è che la reazione a questa tendenza debba passare per una co-evoluzione dei tre vertici di un triangolo competitivo che si basa su rilevanti e contemporanei investimenti in innovazione, cambiamento organizzativo e risorse umane. In questo quadro, il sostegno diretto o indiretto all'ammodernamento delle strutture organizzative delle nostre imprese, il coinvolgimento delle rappresentanze aziendali nella previsione e gestione dei fenomeni di *skill-bias* e il rafforzamento dell'educazione generalista sono stati individuati come tre importanti interventi di politica economica.

JEL Class.: L23, O33, M54

Parole chiave: ICT, skill-bias, Human Resource Management, organizzazione, relazioni industriali

* Università Cattolica, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali, Piacenza; International Labour Office (ILO, Ginevra); Institute for the Study of Labour (IZA, Bonn); e Max Planck Institute, Entrepreneurship, Growth and Public Policy Group, Jena

° Nottingham University Business School e Università di Sassari

† Università Cattolica, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali, Piacenza

Corrispondenza:

Marco Vivarelli, Università Cattolica, Via Emilia Parmense 84, I-29100 Piacenza, Italy.

E-mail: marco.vivarelli@unicatt.it; vivarelli@ilo.org

* Contributo presentato al XXVIII Convegno Nazionale di Economia e Politica Industriale, Ancona, 24-25 settembre 2004, Sessione "Innovazioni tecnologiche e modelli organizzativi"

“...skills, organization, and “technology” are intimately intertwined in a functioning routine, and it is difficult to say where one aspect ends and another begins...”

(Nelson, R., Winter, S.G., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, p.104)

1. Introduzione

Il rallentamento della crescita economica nell'ultimo decennio e il progressivo deterioramento della posizione dell'industria italiana sui mercati internazionali hanno giustamente indirizzato l'attenzione degli studiosi sulle cause del “declino” del nostro modello di sviluppo (Gallino, 2003; Nardozi, 2004; Onida, 2004). Accanto ad alcune debolezze “storiche” del nostro contesto socio-economico ed istituzionale (cfr. Graziani, 2000; Salvati, 2000; Bianchi, 2002), sono individuabili nuove questioni proposte con urgenza dall'attuale contesto competitivo e tecnologico.

Sotto il profilo dell'organizzazione industriale, in precedenti lavori si è sostenuta la tesi che tale rivelata inadeguatezza debba essere ricondotta all'esaurimento delle potenzialità di un modello di specializzazione basato sui settori tradizionali, sul ruolo delle piccole imprese (anche laddove queste si siano organizzate in senso distrettuale) e sulla prevalenza di scelte innovative centrate sul “progresso tecnico incorporato” e sulle innovazioni di processo. Sul piano strutturale sono quindi auspicabili 1) un' articolata riconversione industriale che incentivi lo sviluppo dei settori avanzati (cfr. Vivarelli e Pianta, 2000, cap.11); 2) la progressiva diminuzione delle politiche a sostegno della micro e piccola impresa e della natalità imprenditoriale e l'incremento – invece - di politiche di supporto alle medie imprese e alla crescita *post-entry* (cfr. Santarelli e Vivarelli 2002; Lotti, Santarelli e Vivarelli, 2003); 3) una politica industriale e dell'innovazione favorevole agli investimenti in R&S, con particolare riferimento alle innovazioni di prodotto (cfr. Pianta e Vivarelli, 1999; Vivarelli, 2002).

Rimandando alla lettura dei lavori citati per un approfondimento del quadro strutturale sopra accennato, in questa sede si vuole invece incentrare la trattazione su un piano più microeconomico, al fine di discutere i nessi che legano innovazione, organizzazione e risorse umane alla produttività d'impresa e dunque ai livelli di competitività poi espressi in aggregato da un dato modello di organizzazione industriale. Si ritiene infatti che le debolezze del sistema italiano vadano rintracciate sia al livello strutturale sopra brevemente richiamato, sia ad un livello più prettamente d'impresa.

Sotto quest'ultimo profilo delle scelte imprenditoriali, il dibattito accademico e politico italiano si sta recentemente incentrando sull'auspicabile aumento degli investimenti privati in R&S (per una critica della convenzionalità di tale dibattito, cfr. Santarelli, 2004) e sulla diffusione di condizioni favorevoli alla “R&S cooperativa” (cfr. Piga e Vivarelli, 2004). Sebbene tale auspicio sia condivisibile e sostanzialmente coerente col quadro delle politiche strutturali sopra esposte, nell'opinione di chi scrive la semplice esortazione ad aumentare indistintamente gli investimenti in innovazione appare intrinsecamente insufficiente a risollevare il livello di competitività delle nostre imprese industriali.

La tesi che qui si intende sostenere è che sia necessaria una co-evoluzione dei tre vertici di un triangolo competitivo (cfr. Caroli, 2001) che si basa su rilevanti e contemporanei investimenti in innovazione, cambiamento organizzativo e risorse umane. La discussione prenderà le mosse da un quadro teorico in cui si evidenziano i limiti di spiegazioni monocausali dei legami che associano queste tre variabili tra di loro e ciascuna di esse con gli incrementi di produttività (paragrafo 2). Successivamente, richiameremo le evidenze empiriche che sostengono la necessità di un quadro interpretativo multi-causale e fondato sui concetti di co-evoluzione e superadditività (paragrafo 3). Il quarto paragrafo individuerà alcune implicazioni di politica economica derivabili dalle considerazioni avanzate nei paragrafi precedenti, mentre il paragrafo 5 proporrà delle brevi note conclusive.

2. La teoria

La duplice relazione causale R&S → innovazione → prodotto/produttività viene inizialmente indagata da Griliches con l'ausilio della cosiddetta "funzione di produzione della conoscenza" (Griliches, 1979). Nei decenni successivi sono numerosi ed importanti i contributi, anche empirici, che sostanziano tale approccio (Griliches e Mairesse, 1983; Hall e Mairesse, 1995; Crépon, Duguet e Mairesse, 1998). L'idea è che un'impresa, un settore industriale o anche un'area geografica (cfr. Jaffe, 1986; Acs, Audretsch e Feldman, 1992; Feldman, 1994) debbano investire in spese in R&S (input) al fine di aumentare la produzione di innovazioni (output), a loro volta in grado di sostenere l'incremento del valore aggiunto (specie tramite innovazioni di prodotto) e della produttività (specie tramite innovazioni di processo).

Negli anni tale formulazione originaria è stata notevolmente ed opportunamente arricchita tramite la considerazione degli effetti di *feedback* (Kline e Rosenberg, 1986) e degli *spillover* originati da altre imprese e/o istituzioni (sul caso italiano cfr. Audretsch e Vivarelli, 1996), così come dalla constatazione che lo *spillover* possa attecchire solo in presenza di un livello sufficiente di "*absorptive capacity*" (cfr. Cohen e Levinthal, 1989). Tuttavia, nonostante questi importanti raffinamenti teorici, l'impostazione prevalente di questo filone di studi rimane incentrata sul ruolo dell'R&D (o dell'innovazione in senso lato) come fattore primario in grado di sostenere la produttività, la competitività dei prodotti e, in ultima istanza, la crescita economica.

A partire dalla seconda metà degli anni '90 ci si è resi conto che le particolari tecnologie dominanti la nostra epoca (quelle relative all'informazione e alla comunicazione, le ICT) possiedono caratteristiche e pervasività tali da farle considerare "*general purpose technologies*" (cfr. Bresnahan e Trajtenberg, 1995). Questa constatazione, che sottolinea il carattere multiforme e flessibile delle nuove tecnologie e ne evidenzia i molteplici e tuttora inesplorati campi di applicazione, apre le porte ad un'analisi più ravvicinata del cambiamento organizzativo. Se infatti le nuove tecnologie possiedono le caratteristiche sopra menzionate, l'impresa che le voglia adottare non potrà prescindere dalla necessità di procedere a rilevanti e complessivi cambiamenti nella propria struttura organizzativa.

La letteratura sul tema individua in particolare la recente accelerazione di un percorso partito dalla rigida e segmentata fabbrica fordista ed in procinto di approdare a strutture organizzative magre (lean), flessibili ed “olistiche” (questo processo sembra ormai compiuto in Giappone, come preconizzato da Aoki, 1986; in via di compimento negli USA ed ancora in moto in Europa, cfr. Greenan e Guellec, 1994; O’Connor e Lunati, 1999). Le forme specifiche assunte dal cambiamento organizzativo in atto includono la decentralizzazione e la deverticalizzazione gerarchica a favore di un maggiore responsabilizzazione ed autonomia dei lavoratori (Brynjolfsson e Mendelson, 1993; Greenan, 1996a; Bresnahan, 1999); la misurazione e l’incentivazione/premiazione del contributo collettivo (*team work*; cfr. Osterman, 1994); la flessibilità e multifunzionalità del singolo lavoratore a cui viene richiesto sia di cambiare spesso compito all’interno della stessa mansione lavorativa, sia di cambiare più volte la propria occupazione (cfr. Greenan e Mairesse, 1999; Ichniowski e Shaw, 2003).

Le nuove pratiche organizzative non si affermerebbero in modo isolato e sequenziale, bensì sotto forma di *cluster* di cambiamenti organizzativi complementari e autorinforzanti: per esempio, Ichniowski, Shaw e Prenushi (1997) hanno mostrato la contemporaneità e la complementarità dei cambiamenti organizzativi verificatisi nell’industria dell’acciaio statunitense. Relativamente al caso italiano, Cristini, Gaj, Labory e Leoni (2003), utilizzando dati relativi a 100 imprese della provincia di Bergamo, hanno trovato conferma di come le nuove pratiche organizzative si presentino a grappoli e come siano soprattutto le variabili che segnalano l’interazione fra tali pratiche a sortire i più significativi effetti positivi sulla produttività di impresa.

Se innovazione ed organizzazione costituiscono i primi due vertici di un potenziale “triangolo competitivo” in grado di sostenere la produttività di un’impresa, di un settore o di un intero sistema economico, le moderne teorie della crescita individuano nel capitale umano un fondamentale fattore endogeno (cfr. Romer, 1990; Lucas, 1993; Grossman e Helpman, 1994). La crucialità della dotazione di capitale umano qualificato è stata più volte sottolineata a livello macroeconomico sia nell’interpretare i differenziali di crescita tra i diversi paesi avanzati, sia nel comprendere il catching-up di paesi un tempo in via di sviluppo (si pensi al *Far East*, cfr. Wood, 1994).

Vedremo nel prossimo paragrafo come alcuni contributi empirici siano riusciti a cogliere la co-evoluzione di innovazione, cambiamento organizzativo e adeguamento delle risorse umane. Sul piano teorico credo invece sia ravvisabile un sostanziale arroccamento delle varie scuole di pensiero intorno a spiegazioni mono-causali che tendono comunque a proporre la dominanza di questo o quell’altro fattore.

Per esempio - a partire dai fondamentali contributi di Krueger (1993), Berman, Bound e Griliches (1994) e Goldin e Katz (1998) - la teoria dello “*skill-biased technological change*” (SBTC) afferma il primato del cambiamento tecnologico nel determinare la tendenza all’*upgrading* nelle qualifiche della manodopera manifatturiera. Verificata la prevalenza di un effetto di *up-skilling* all’interno dei settori industriali (“effetto *within*”), piuttosto che dovuto ai cambiamenti del peso relativo dei diversi settori industriali (“effetto *between*”), gli autori individuano nel cambiamento tecnologico (e specificamente nell’introduzione dei computers e delle ICT in genere) la causa principale dell’aumento della domanda di lavoratori qualificati e dunque della divaricazione dei differenziali salariali negli USA.

Opposta interpretazione dei fenomeni in atto viene offerta inizialmente da Acemoglu (1998) e più recentemente da Acemoglu (2002) e Greiner, Rubart e Semmler (2004). Secondo questi modelli, l'incremento dell'offerta di lavoro qualificato, verificatasi nei paesi industrializzati nella seconda metà del ventesimo secolo grazie alla diffusione dell'istruzione di massa, avrebbe indotto il progresso tecnologico ad imboccare una direzione di sviluppo favorevole all'utilizzo del fattore diventato abbondante. Sotto il profilo microeconomico, la disponibilità attuale di lavoro qualificato da parte di un'impresa contribuirebbe ad innalzare il valore atteso dei profitti connessi all'introduzione di un'innovazione tecnologica e dunque ad incentivarne l'adozione; in altre parole, all'impresa converrebbe innovare nella consapevolezza di disporre già di quel capitale umano complementare all'innovazione e quindi in grado di renderla profittevole. Così, in questi modelli, lo *skill-bias* diventa endogeno ed il nesso causale (in ogni caso unidirezionale) viene invertito rispetto all'impostazione precedentemente riassunta. Risulta evidente come tale interpretazione diventi per lo meno discutibile nel momento in cui la tecnologia venga correttamente rappresentata come caratterizzata da cumulatività, *path-dependence* ed irreversibilità e dunque poco incline ad essere passivamente forgiata dagli stimoli provenienti dai mercati dei fattori produttivi (cfr. Rosenberg, 1982; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1988).

Se infine introduciamo nell'analisi il terzo attore - l'organizzazione - ritroviamo ancora interpretazioni monocausali in cui il cambiamento organizzativo è:

- 1) conseguenza di quello tecnologico (cfr. Aghion, Caroli e García-Peñalosa, 1999; sul caso italiano cfr. invece Pini e Santangelo, 2004 in cui il nesso di causalità è invertito e varie forme organizzative sono di incentivo o disincentivo a diverse forme di cambiamento tecnologico);
- 2) proposto invece come principale causa degli incrementi di produttività in alternativa al progresso tecnologico (si tratta delle cosiddette *high-performance work practices*; cfr. Black e Lynch, 2004);
- 3) oppure causa esso stesso dello *skill-bias*: si tratta dell'approccio dello "*skill-biased organisational change*" (SBOC), proposto come valida alternativa alla riscontrata bassa significatività dello SBTC nei paesi tecnologicamente non leader (Caroli e Van Reenen, 2001).

Tutti questi filoni teorici, sebbene fondamentali per la comprensione dei fenomeni in atto e tutti forieri - come si vedrà nel prossimo paragrafo - di importanti verifiche empiriche, sembrano tuttavia soffrire della comune incapacità di rappresentare la co-evoluzione di innovazione tecnologica, cambiamento organizzativo ed innalzamento delle qualifiche delle risorse umane. Come corollario, le cornici teoriche sopra discusse non colgono gli effetti superadditivi (le "*Edgeworth complementarities*" definite e discusse da Holmstrom e Milgrom (1994) e da Milgrom e Roberts, 1990 e 1995) e le sinergie in termini di vantaggio competitivo che possono derivare dall'adozione congiunta di strategie di investimento che operino contemporaneamente sui tre vertici di quello che abbiamo definito il triangolo competitivo.

Sotto il profilo teorico, recenti contributi all'interno della teoria evolutiva propongono l'impresa come un'organizzazione finalizzata al "*problem solving*" e dotata di "competenze specifiche" (cfr. Dosi e Coriat, 1998; Dosi, Levinthal e Marengo, 2003). Questi modelli offrono un ambiente assai favorevole ad ospitare la modellizzazione della co-evoluzione di innovazione, organizzazione e risorse umane. Se a livello aggregato l'approccio evolutivo è stato in grado di forgiare il concetto di "Sistema Nazionale di Innovazione" - basato proprio sull'individuazione di sinergie superadditive tra sfera innovativa, sfera istituzionale/organizzativa e sfera relativa alla formazione delle risorse umane (cfr. Freeman, 1987;

Lundvall, 1992; Nelson, 1993) - un analogo sforzo teorico è ora rintracciabile nel tentativo di individuare proposizioni empiricamente verificabili a livello di “sistema innovativo di impresa”.

3. Le evidenze empiriche

Sotto il profilo delle evidenze econometriche, l’approccio che ha generato il più alto numero di test empirici è senza dubbio quello dello SBTC. Non è questa la sede per passare dettagliatamente in rassegna questi contributi (cfr. Piva e Vivarelli, 2002): qui basti ricordare che, utilizzando diversi datasets e diverse *proxy* dell’introduzione delle ICT, molti lavori hanno confermato l’ipotesi dello SBTC relativamente al Nord America e al Regno Unito (cfr. Dunne, Haltiwanger e Troske, 1996; Machin, 1996; Doms, Dunne e Troske, 1997; Betts, 1997; Siegel, 1998; Adams, 1999; Haskel e Heden, 1999; Gera, Gu e Lin, 2001).

Tuttavia, risultati più controversi sono emersi da studi empirici in paesi intermedi sotto il profilo tecnologico. Per esempio Aguirregabiria e Alonso-Borrego (2001), utilizzando stime GMM su un panel di 1.080 imprese spagnole, hanno trovato conferma dell’ipotesi di SBTC solo relativamente all’inserzione di una *dummy* relativa all’introduzione di “capitale tecnologico”, mentre non hanno trovato un impatto significativo delle spese in R&S. Analogamente, Goux e Maurin (2000) ridimensionano l’impatto dello SBTC al solo 15% del complessivo *upgrading* della forza lavoro francese nel periodo 1970-1993. Sempre con riferimento a dati francesi, Mairesse, Greenan e Topiol-Bensaï d (2001) trovano sì un impatto *skill-biased* del capitale tecnologico, ma solo in relazione all’espulsione dei lavoratori generici e non in relazione all’aumento della domanda di lavoro qualificato (chiameremo quest’effetto asimmetrico a danno dei *blue collars* senza apparenti vantaggi per i *white collars* “upskilling regressivo”). Utilizzando un panel di 412 imprese sul periodo 1989-1997, Piva e Vivarelli (2004) non trovano un impatto significativo delle spese in R&S sull’innalzamento della domanda di lavoro qualificato a danno di quello generico. Sotto il profilo dell’evoluzione del dibattito, questi risultati empirici appaiono importanti perché ci informano di come la supposta dominanza causale del cambiamento tecnologico possa essere proficuamente messa in discussione, almeno con riferimento a paesi che non detengono la leadership tecnologica mondiale.

Questa ipotesi viene notevolmente rafforzata se volgiamo l’attenzione ad un secondo importante filone di letteratura empirica. Se infatti la relazione unidirezionale che abbiamo denominato dello skill-bias endogeno non è ancora stata oggetto di sistematica verifica empirica, diverso è il discorso relativamente all’ipotesi dello SBOC.

Per esempio, Greenan (1996b) e Greenan e Guellec (1998) trovano una significativa relazione tra l’incremento del grado di autonomia dei lavoratori e la domanda di lavoro qualificato; sempre su dati francesi, Thesmar e Thoenig (2000), Caroli, Greenan e Guellec (2001) e Greenan (2003) trovano associazioni statisticamente significative tra varie proxy di cambiamento organizzativo a livello di impresa e upskilling della forza lavoro. Questi risultati a conferma dello SBOC vengono ulteriormente confermati da un importante articolo di Caroli e Van Reenen (2001) in cui vengono utilizzati due panel, uno ancora

relativo ad imprese francesi ed un secondo - per la prima volta con riferimento all'ipotesi SBOC - relativo ad imprese britanniche. Nel citato paper di Piva e Vivarelli (2004), la ricordata non significatività della variabile R&S si accompagna ad un impatto significativo della variabile organizzativa, ma solo relativamente alla ridondanza del lavoro generico e non all'aumento della domanda di lavoro qualificato (*upskilling* regressivo). Evidenza di uno SBOC regressivo si trova anche in Bauer e Bender (2004) dove gli autori mostrano, utilizzando dati sui flussi occupazionali tedeschi a metà degli anni '90, come lo SBOC si risolva principalmente nella distruzione di posti di lavoro *unskilled* e *semi-skilled*.

Questi risultati segnalano come il cambiamento organizzativo possa rivestire un ruolo centrale nell'adeguamento competitivo delle imprese e nella riqualificazione del capitale umano. Tuttavia, anche questi studi, pur aprendo una prospettiva più articolata rispetto alla semplice verifica univoca dello SBTC, rimangono ancorati ad una visione mono-causale. In Piva e Vivarelli (2004) si è tentato di mostrare come la presenza congiunta di cambiamento tecnologico e cambiamento organizzativo portasse ad un rafforzamento dell'effetto *skill-biased*, constatando effettivamente un rafforzamento nel valore e nella significatività statistica della variabile interagita utilizzata allo scopo. Nondimeno, anche questo tentativo non coglie la co-evoluzione dei tre vertici del triangolo competitivo, ma solo l'influenza congiunta dei primi due (tecnologia e organizzazione) sul terzo (le risorse umane). Sotto il profilo strettamente econometrico, la strada non ancora percorsa dalla letteratura empirica - e a nostro parere potenzialmente foriera di importanti risultati - sembra risiedere nella stima simultanea e dinamica di 3 equazioni in cui i tre vertici del triangolo competitivo compaiano sia come variabili dipendenti, sia come variabili esplicative (ivi incluso il valore ritardato della dipendente), il tutto opportunamente controllato per un vettore di variabili esogene. Per il momento, si ritiene che siano la letteratura manageriale e tecnologica e l'attento studio dei casi impresa ad avere efficacemente suggerito una prospettiva di studio che, superando le interpretazioni unidirezionali, colga la portata della co-evoluzione di innovazione, organizzazione e risorse umane nel determinare gli incrementi di produttività.

Dal punto di vista interpretativo il punto saliente risiede nel constatare come le ICT favoriscano nuove pratiche organizzative e richiedano nuove qualifiche nella forza lavoro in un rapporto, però, di mutua complementarietà. Infatti, senza opportune modifiche organizzative e senza la riqualificazione delle risorse umane, le stesse nuove tecnologie nel migliore dei casi tardano a diffondersi, mentre nel breve periodo possono addirittura generare il "paradosso di Solow" (cfr. Solow, 1987), ovvero un impatto irrilevante (o persino negativo) sulla produttività e sulla competitività di impresa, settore o paese.

Sotto il profilo storico, Mowery e Simcoe (2002) mostrano per esempio come ci siano voluti 25 anni (1960-1985) ad Internet per diffondersi dal settore pubblico statunitense (in particolare militare) al settore privato delle applicazioni commerciali. In altre parole, anche la nazione leader sotto il profilo tecnologico ha subito quel ritardo di diffusione connesso alla necessità di innovazioni complementari ad Internet sotto il profilo tecnologico (si pensi alla necessità di *network economies*), organizzativo e di formazione della forza lavoro. Lo iato diffusivo si è poi tradotto ovviamente nella constatazione di breve periodo che osservava i computer ovunque fuorché nelle statistiche sulla produttività statunitense.

Ritornando al livello di impresa, sono numerosi gli studi che individuano precisamente l'insorgenza di strette complementarietà nella co-evoluzione dei tre vertici del triangolo competitivo. Per esempio,

Bolton e Dewatripont (1994) constatano come le ICT tendano a modificare i processi decisionali all'interno delle imprese, privilegiando le interazioni orizzontali e spesso rimpiazzando interi livelli gerarchici; mentre Hitt e Brynjolfsson (2002) discutono come la diffusione delle ICT si accompagni a tutte quelle forme di *lean organization* discusse nel paragrafo 2. Nel contempo, sono le stesse ICT ad intensificare il contenuto informativo delle mansioni a livello dello *shopfloor* e a consentire quindi un maggior grado di autonomia del singolo lavoratore per esempio nel controllo di qualità, nell'identificazione dei guasti e nella manutenzione dei macchinari (Radner, 1993; Caroli, 2001; Colombo e Delmastro, 2002). Non a caso, viene verificata una forte correlazione tra il tasso di implementazione di sistemi manifatturieri avanzati e la diffusione di nuovi metodi di Human Resource Management (HRM; cfr. Siegel, Waldman e Youngdahl, 1997). Questi esempi mostrano come nuove tecnologie, nuove pratiche organizzative e training/retraining delle risorse umane non possano che procedere parallelamente.

La necessità della co-evoluzione di quello che in questo studio abbiamo chiamato il triangolo competitivo emerge ancora più chiaramente, come sopra accennato, dall'analisi della letteratura manageriale basata su casi di impresa. Per esempio, Brynjolfsson e Hitt (1998) mostrano la stretta complementarità tra implementazione di tecnologie ICT (approssimate dal numero di PC per addetto), cambiamento organizzativo (diffusione di *self managing teams*) e upgrading del capitale umano (specialmente in termini di coinvolgimento dei lavoratori nelle decisioni strategiche e di maggiore autonomia nella pianificazione dei propri compiti). Analogamente, Hitt e Brynjolfsson (1997) inoltrano circa 400 questionari ed individuano non solo una forte complementarità tra grado di diffusione delle ICT e ricorso a rilevanti deleghe di autorità ai team e ai singoli lavoratori, ma anche una significativa correlazione fra la presenza di cambiamenti tecnologici ed organizzativi da una parte e la presenza di un evidente *skill-bias* dall'altra. Interessante notare come in questo studio la co-evoluzione di tecnologia, organizzazione e HRM sia consapevolmente perseguita dalle strategie delle imprese intervistate, per esempio attraverso un'accorta politica di reclutamento di manodopera qualificata, in grado di valorizzare appieno gli incrementi di produttività potenzialmente indotti dall'adozione di nuove tecnologie e pratiche organizzative. Su questa linea interpretativa, Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002) – utilizzando un panel di 250 imprese statunitensi sul periodo 1987-94 – mostrano come un significativo *skill-bias* sia rinvenibile solo nelle imprese che abbiano affiancato alle ICT una profonda e contemporanea riorganizzazione aziendale.

Nel complesso, il messaggio (invero *in nuce* e ancora non completamente esplicitato) che emerge da questi studi empirici è che solo la co-evoluzione del triangolo competitivo consente ad un'impresa di mietere importanti risultati in termini di produttività. Non mancano, sotto questo punto di vista, numerosi ed importanti controesempi negativi dove gli stessi autori citati hanno buon gioco nell'evidenziare il paradosso di Solow a livello microeconomico, ossia la contemporanea presenza dell'adozione delle ICT (non accompagnate dai necessari cambiamenti organizzativi e nello HRM) e di evidenti difficoltà sul piano delle quote di mercato detenute o addirittura sul piano della stessa sopravvivenza delle imprese (Brynjolfsson, Renshaw e Alstyne, 1997; Brynjolfsson e Hitt, 2000). In altre parole, la presenza di celle vuote nella “matrice del cambiamento” può provocare conseguenze esiziali sul piano degli incrementi di produttività e della tenuta competitiva.

Prima di discutere alcune implicazioni di politica economica che possono discendere dall'analisi finora condotta, è forse opportuno riassumere brevemente quanto dedotto in questo e nel precedente paragrafo. Nel dibattito contemporaneo sembra rintracciabile una progressiva, sebbene ancora non maggioritaria, presa di coscienza della complessità dei nessi che collegano l'adozione di "general purpose ICT" alle complementari modifiche nell'organizzazione e nella gestione delle risorse umane di un'impresa. Inizialmente incentrata sulla verifica dell'ipotesi dello SBTC, la riflessione teorica ha presto riconosciuto l'importante ruolo dei cambiamenti organizzativi nell'elevare la qualità della domanda di lavoro. Tuttavia, è soprattutto sulla base dei risultati empirici che riteniamo si possa concludere che la relazione di superaddittività involuppa non solo tecnologia ed organizzazione nel loro impatto sulla qualificazione del capitale umano, ma - più olisticamente - riguarda la co-evoluzione di tecnologia, organizzazione e risorse umane nel determinare i livelli effettivi e conseguiti (non già potenziali) di produttività e competitività. Sotto questo punto di vista, solo le imprese che perseguono ed ottengono la contemporanea evoluzione dei tre vertici del proprio triangolo competitivo sembrano rivelare quelle performance che l'originario approccio della funzione di produzione della conoscenza tendeva ad attribuire unicamente allo sforzo innovativo e all'investimento in R&S. Per converso, quelle imprese che si mostrano incapaci di approntare e riempire un'adeguata e sufficientemente complessa "matrice di cambiamento" sembrano destinate a perpetuare quel paradosso di Solow che per molti anni è stato (negli USA) o è ancora (in Europa) il risultato aggregato di importanti *mismatch* tra i vari elementi di tale matrice.

4. Implicazioni di politica economica

Se si tiene compiutamente conto delle conclusioni derivabili dallo stato del dibattito e dalle evidenze empiriche finora raccolte, le conseguenze in termini di politica economica sono tutt'altro che marginali, sotto diversi punti di vista.

1) Le politiche di incentivazione

Riprendendo quanto appena accennato nell'introduzione a questo lavoro, la considerazione attenta delle evidenze e delle implicazioni del dibattito contemporaneo non può che confermare il sospetto che il semplice sussidio alla R&S (o anche all'attività innovativa in generale, includendovi le forme più tradizionali di progresso tecnico incorporato, cfr. Santarelli e Sterlacchini, 1994) sia intrinsecamente insufficiente a sostenere la competitività delle imprese beneficiarie nel particolare e del sistema industriale italiano in generale. In mancanza di opportune misure complementari in termini di riorganizzazione delle funzioni e delle gerarchie aziendali e di gestione delle risorse umane, il semplice sussidio alla R&S rischierebbe di risolversi in un "deadweight": le imprese già attrezzate con un'adeguata matrice di cambiamento avrebbero infatti comunque individuato l'incentivo ad innovare ed avrebbero comunque investito in R&S anche in assenza del sussidio, mentre le imprese fragili negli altri due vertici del triangolo competitivo non beneficerebbero comunque dei supposti incrementi di produttività attesi aprioristicamente come conseguenza del sussidio.

Si badi che l'invito a tener conto della tridimensionalità della sfida competitiva non va necessariamente interpretato come la necessità di aiuti complementari a vantaggio delle ristrutturazioni organizzative e della formazione "on the job". All'opposto, un'accorta e parsimoniosa politica di sostegno all'innovazione potrebbe adeguatamente selezionare i possibili beneficiari rendendo l'incentivo condizionale a precisi impegni da parte dell'azienda in tema di riqualificazione della manodopera e di aggiornamento nella formazione e nel reclutamento del management preposto alla riorganizzazione aziendale. In altre parole, una politica che volesse allo stesso tempo risultare efficiente (non troppo onerosa per l'erario) ed efficace (volta a massimizzare l'impatto in termini di incremento della produttività) non dovrebbe prescindere da un *design* che possa accompagnare il beneficiario lungo una traiettoria di innovazione insieme e contemporaneamente tecnologica, organizzativa e formativa.

2) Le relazioni industriali

Se la sfida competitiva non può unicamente risolversi in maggiore innovazione tecnologica, ma implica profonde ristrutturazioni organizzative ed insieme queste trasformazioni sono caratterizzate da *skill-bias* e rendono necessarie la continua formazione e riqualificazione dei lavoratori, appare evidente il ruolo che il management ed i rappresentanti dei lavoratori possono giocare nella partita che ha come oggetto il riposizionamento competitivo delle nostre imprese.

Se poi teniamo nel dovuto conto la possibilità che il suddetto *skill-bias* possa assumere - come mostrato da alcuni studi su dati italiani, francesi e tedeschi commentati nei paragrafi precedenti - un carattere regressivo, ossia risolversi prevalentemente nell'espulsione di manodopera non qualificata, ecco che il sindacato non può esimersi dal dedicare la dovuta attenzione ai fenomeni di co-evoluzione che interessano ed interesseranno sempre di più le aziende italiane che vogliano continuare a sostenere la sfida competitiva sui mercati internazionali e sul mercato interno, certamente non difendibile con peregrine politiche di difesa protezionistica quali l'imposizione di dazi sui prodotti cinesi.

Sotto questo profilo, se rimane vero che fino ad ora lo *skill-bias* si è tradotto prevalentemente in divari salariali negli USA e in disoccupazione degli *unskilled* in Europa (cfr. Nickell e Bell, 1995; Autor, Katz e Krueger, 1998; Machin e Van Reenen, 1998; Aghion e Howitt, 2002), non è altrettanto vero che l'insorgenza di questa sorta di "disoccupazione tecnologica" debba costituire un esito necessitato. Diversamente, così come il paradosso di Solow in termini di produttività, questo esito può essere interpretato come la conseguenza dell'incapacità di molti sistemi economici europei di dotarsi a livello microeconomico di unità produttive fondate su un sviluppo equilibrato dei tre vertici del triangolo competitivo.

In questo quadro, le relazioni industriali dovrebbero essere caratterizzate dalla capacità di coniugare una strategia difensiva (quale quella tesa a predisporre ammortizzatori sociali per quei lavoratori minacciati dal continuo ridimensionamento della domanda di "*motor skills*", cfr. Freeman e Soete, 1994; Wolff, 1995) con una strategia di attivo coinvolgimento delle rappresentanze dei lavoratori nelle decisioni aziendali in tema di co-evoluzione di tecnologia, organizzazione e risorse umane. Un esempio in questo

senso risiede nella possibilità di anticipare e pianificare il continuo riequilibrio tra “*cognitive*” e “*non cognitive skills*”, laddove questi ultimi includono l’abilità di interazione, la capacità di lavorare in gruppo, la responsabilità ed autonomia nell’erogazione delle mansioni lavorative (cfr. Bresnahan, 1999; Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt, 2002).

Ragioni di spazio non consentono di approfondire in questa sede la letteratura di *Industrial Relations* volta a sottolineare la crucialità dello HRM e dei sistemi di incentivi nell’indirizzare la co-evoluzione di tecnologia, organizzazione e *skills* e nel valorizzarne i risultati in termini di incremento di produttività (sulla crucialità di “dare voce” ai dipendenti al fine di riscuotere gli incrementi di produttività associabili al *Total Quality Management*, cfr. per esempio Black e Linch, 2001). Proprio assumendo un approccio teso a cogliere la co-evoluzione, Antonioli, Mazzanti, Pini e Tortia (2004) passano in rassegna tale letteratura e propongono un’evidenza empirica, basata su 199 imprese della provincia di Reggio Emilia, in cui si mostra il ruolo significativamente positivo delle relazioni industriali cooperative e del coinvolgimento dei lavoratori nell’influenzare l’intensità dell’innovazione tecnologica ed organizzativa. Analogamente, Cristini, Gaj, Labory e Leoni (2003) confermano il ruolo “catalizzatore” delle relazioni industriali improntate alla consultazione e partecipazione dei lavoratori. Va notato come - anche nel caso delle relazioni industriali - sembrano operare delle superaddittività, ovvero si verificano effetti maggiormente significativi laddove diverse forme di HRM sono adottate simultaneamente (cfr. Ichniowski e Shaw, 2003; Laursen e Foss, 2003).

3) Le politiche educative e di formazione/riqualificazione dei lavoratori

Se gli incrementi di produttività non sono semplicisticamente il frutto di una strategia di investimento input (R&S) / output (produttività), ma presuppongono la riorganizzazione delle funzioni e delle mansioni e l’*upgrading* delle qualifiche, la politica per l’educazione e la formazione non può limitarsi ad una sorta di meccanico aggiornamento alle nuove tecnologie in uso. In altre parole, non occorre solo la formazione specifica ed il *vocational training* indispensabili all’utilizzo diretto delle ICT, ma anche - e forse soprattutto - un impianto educativo fondato sull’estensione e il rafforzamento della formazione generale (cfr. Santarelli e Vivarelli, 2004).

Rispetto alla formazione specialistica e tecnica, l’educazione generalista godrebbe di almeno tre vantaggi: a) non viene resa obsoleta dall’accelerazione del progresso tecnologico e dall’accorciamento del ciclo di vita dei prodotti (Maurin e Thesmar, 2004); b) predispone ad una flessibilità di impiego in diverse funzioni e in diverse mansioni che ben si coniuga al carattere *general purpose* delle nuove tecnologie (cfr. Bresnahan e Trajtenberg, 1995; Freeman e Louçã, 2001); c) è maggiormente orientata all’acquisizione di quelle capacità “*non cognitive*” che emergono come requisiti essenziali di una forza lavoro che sappia adattarsi, con autonomia e responsabilità, ai cambiamenti tecnologici ed organizzativi (cfr. Steedman, Mason e Wagner, 1991; Mason e Finegold, 1997). Va notato come tali vantaggi possano emergere con decisione persino all’interno dei settori ICT dove alla richiesta di competenze *context-specific* (informatici, sistemisti, ingegneri) va ad affiancarsi la domanda di competenze *general purpose*, fondamentali nelle funzioni di commercializzazione e di interazione con gli utilizzatori (cfr. Torrisi, 1998).

Krueger e Kumar (2004a e 2004b) sostengono addirittura che i recenti maggiori tassi di crescita del prodotto e della produttività americani rispetto a quelli europei andrebbero per l'appunto ricondotti ad un supposta superiorità del sistema educativo terziario americano, a detta degli autori maggiormente caratterizzato in senso generalista a fronte dei sistemi europei ancora segnati da un'impronta fordista centrata sulla specializzazione tecnica. Sebbene questa interpretazione possa legittimamente essere ritenuta ardita, rimane la constatazione che l'avvento di nuove tecnologie e nuove forme organizzative che richiedono flessibilità ed adattabilità settoriale, funzionale e di mansione ha sicuramente rinforzato l'importanza di un'educazione generalista che tuteli il lavoratore durante il proprio percorso lavorativo caratterizzato, molto più che in passato, dalla presenza di numerose discontinuità (per ulteriori approfondimenti, cfr. Piva, Santarelli, Vivarelli, 2003).

5. Conclusioni

Sotto il profilo macroeconomico, a partire dagli anni '90, Stati Uniti ed Europa sono divisi da persistenti *gap* di crescita sia in termini di prodotto, sia in termini di produttività. Che le ICT abbiano un importante ruolo nello spiegare questo divario è opinione diffusa (cfr. Jorgenson e Stiroh, 2000; Oliner e Sichel, 2000; Stiroh, 2002). All'interno della ritardataria Europa sono tuttavia distinguibili diversi gruppi di paesi con il Regno Unito e il Nord Europa allineati in un sostanziale *catching-up* della *new economy* e altri paesi del Sud Europa, tra cui l'Italia, notevolmente distanziati anche rispetto alla pur lenta diffusione europea delle ICT (cfr. Daveri, 2002). All'interno di questo quadro di per sé preoccupante - e parzialmente esplicativo del declino italiano in termini di competitività - è stato inoltre mostrato (*ibidem*, pp. 353 e sg.) - come il *gap* transatlantico possa essere spiegato sia dal ritardo tecnologico cumulato dell'Europa, sia dalla debolezza della correlazione tra investimenti in ICT e crescita della produttività europea. E' come se il paradosso di Solow fosse stato esportato dagli USA all'Europa, coi primi che raccolgono finalmente i frutti dei propri investimenti pubblici e privati nelle nuove tecnologie e la seconda, con particolare riferimento ai paesi ritardatari, che fatica a tradurre il proprio *catching-up* tecnologico in incrementi di produttività.

In questo lavoro si è tentato di fornire una possibile spiegazione microeconomica di tale stagnazione europea ed italiana in particolare. Accanto a questioni di struttura industriale che potranno essere affrontate solo con un'opportuna politica di "*keynesismo schumpeteriano*" volta ad incoraggiare sia lo sviluppo dei settori più intensivi in ICT, sia gli investimenti in R&S da parte delle medio-grandi imprese, si è sostenuta l'opinione che si debba anche operare a livello delle singole imprese nell'incentivare uno sviluppo equilibrato del triangolo innovativo e competitivo che concerne tecnologia, organizzazione e risorse umane.

Sotto questo profilo, la tesi proposta è che le imprese italiane non solo siano poco innovative, ma siano anche incapaci di coniugare virtuosamente progresso tecnologico, cambiamento organizzativo e riqualificazione delle risorse umane. Il fatto che questi tre fattori debbano muoversi in maniera sinergica e generino effetti superadditivi - come ampiamente mostrato dalla letteratura teorica ed empirica discussa

in questo lavoro - rende chiaro come la mancanza di questo parallelismo possa essere legittimamente considerata la causa principale del paradosso di Solow a livello di singola impresa.

In termini di politica industriale, una diagnosi siffatta richiede una “cura” che non potrà certo limitarsi ad aumentare gli incentivi alla R&S o all’innovazione in generale. Se questa è una condizione necessaria per colmare il gap che ci separa non solo dagli USA, ma anche dal Nord Europa, non è certo una condizione sufficiente. Le stesse esperienze degli Stati Uniti negli anni '80 e dell’“Europa avanzata” in anni recenti ci informano di quanto sia difficile tradurre anche ingenti investimenti nelle ICT in conseguenti aumenti di produttività. La tesi proposta in questo studio è che tali difficoltà abbiano origine da *mismatch* che intercorrono fra opportunità tecnologiche, vincoli organizzativi e disponibilità di risorse umane a livello delle singole imprese.

Una strategia sempre accessibile è ovviamente quella dell’attesa, del lento assorbimento dei “costi di aggiustamento” associati alla ritardata diffusione della *new economy*: è questa la via che porta al lento deterioramento competitivo e al declino relativo della nostra economia. La via alternativa è quella di chiudere progressivamente il *gap* che ci separa dai paesi più avanzati tramite sì maggiori investimenti innovativi, ma anche tramite quelle importanti politiche di accompagnamento che possano rendere più immediato e significativo l’impatto di tali investimenti sulla produttività. In questo quadro, il sostegno diretto o indiretto all’ammodernamento delle strutture organizzative delle nostre imprese, il coinvolgimento delle rappresentanze aziendali nella previsione e gestione dei fenomeni di *skill-bias* e il rafforzamento dell’educazione generalista sono stati individuati come tre importanti interventi di politica economica che possono aiutare le imprese italiane a superare l’evidente fase di stallo in cui versano ormai da troppi anni.

Riferimenti bibliografici

- Acemoglu, D., 1998. Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality, *Quarterly Journal of Economics*, 113, 1055-1090.
- Acemoglu, D., 2002. Technical change, inequality, and the labor market, *Journal of Economic Literature*, 40, 7-72.
- Acs, Z., Audretsch, D., Feldmand, M., 1992. Real effects of academic research, *American Economic Review*, 82, 363-367.
- Adams, J.D., 1999. The structure of firm R&D, the factor intensity of production and skill bias, *Review of Economics and Statistics*, 81, 499-510.
- Aghion, P., Caroli, E., García-Peñalosa, C., 1999. Inequality and economic growth: the perspective of the new growth theories, *Journal of Economic Literature*, 37, 1615-1660.
- Aghion, P., Howitt, P., 2002. Wage inequality and the new economy, *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 306-323.
- Aguirregabiria, V., Alonso-Borrego, C., 2001. Employment occupational structure, technological capital and reorganisation of production, *Labour Economics*, 8, 43-73.
- Antonioli, D., Mazzanti, M., Pini, P., Tortia, E., 2004. Adoption of techno-organizational innovations, and industrial relations in manufacturing firms: an analysis for a local industrial system, *Economia Politica*, 21, 11-52.
- Aoki, M., 1986. Horizontal vs. vertical information structure of the firm, *American Economic Review*, 76, 971-983.
- Audretsch, D., Vivarelli, M., 1996. Firms size and R&D spillovers: evidence from Italy, *Small Business Economics*, 8, 249-258.
- Autor, D., Katz, L., Krueger, A., 1998. Computing inequality: have computers changed the labor market?, *Quarterly Journal of Economics*, 113, 1169-1214.
- Bauer, T.K, Bender, S., 2004. Technological change, organizational change, and job turnover, *Labour Economics*, 11, 265-291.
- Berman, E., Bound, J., Griliches, Z., 1994. Changes in the demand for skilled labor within US manufacturing industries: evidence from the Annual Survey of Manufacturing, *Quarterly Journal of Economics*, 109, 367-397.
- Betts, J., 1997. The skill bias of technological change in Canadian manufacturing industries, *Review of Economics and Statistics*, 79, 46-50.
- Bianchi, P., 2002. *La rincorsa frenata. L'industria italiana dall'unità nazionale all'unificazione europea*, il Mulino, Bologna.
- Black, S.E., Lynch, L.M., 2001. How to compete: the impact of workplace practices and information technology on productivity, *Review of Economics and Statistics*, 83, 434-445.
- Black, S.E., Lynch, L.M., 2004. What's driving the new economy? The benefits of workplace innovation, *Economic Journal*, 114, F97-F116.
- Bolton, P., Dewatripont, M., 1994. The firm as a communication network, *Quarterly Journal of Economics*, 109, 809-839.
- Bresnahan, T.F., 1999. Computerisation and wage dispersion: an analytical reinterpretation, *Economic Journal*, 109, 390-415.

- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., 2002. Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: firm-level evidence, *Quarterly Journal of Economics*, 117, 339-376.
- Bresnahan, T.F., Trajtenberg, M., 1995. General purpose technologies: “engine of growth”?, *Journal of Econometrics*, 65, 83-108.
- Brynjolfsson, E., Mendelson, H., 1993. Information systems and the organization of modern enterprise, *Journal of Organizational Computing*, 3, 245-255.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., 1998. *Information technology and organizational design: evidence from micro data*, mimeo. MIT Press, Cambridge (Mass.).
- Brynjolfsson, E., Hitt, L.M., 2000. Beyond computation: information technology, organizational transformation and business performance, *Journal of Economic Perspectives*, 14, 23-48.
- Brynjolfsson, E., Renshaw, A., Alstyne, M.V., 1997. The matrix of change, *Sloan Management Review*, 38, 22-40.
- Caroli, E., 2001. New technologies, organizational change and the skill bias: what do we know?, in: P. Petit and L. Soete (a cura di), *Technology and the Future of European Employment*, Elgar, Cheltenham, 259-292.
- Caroli, E., Greenan, N., Guellec, G., 2001. Organizational change and skill accumulation, *Industrial and Corporate Change*, 10, 479-504.
- Caroli, E., Van Reenen, J., 2001. Skill biased organizational change? Evidence from a panel of British and French establishments, *Quarterly Journal of Economics*, 116, 1449-1492.
- Cohen, W.M., Levinthal, D., 1989. Innovation and learning: the two faces of R&D, *Economic Journal*, 99, 569-596.
- Colombo, M., Delmastro, M., 2002. The determinants of organizational change and structural inertia: technological and organizational factors, *Journal of Economics & Management Strategy*, 11, 595-635.
- Crépon, B., Duguet, E., Mairesse, J., 1998. Research and Development, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level, *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 115-158.
- Cristini, A., Gaj, A., Labory, S., Leoni, R., 2003. Flat hierarchical structure, bundles of new work practices and firm performance, *Rivista Italiana degli Economisti*, 8, 313-341.
- Daveri, F., 2002, The new economy in Europe, 1992-2001, *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 345-362.
- Doms, M., Dunne, T., Troske, K., 1997. Workers, wages and technology, *Quarterly Journal of Economics*, 112, 253-290.
- Dosi, G., 1988. Sources, procedures and microeconomic effects of innovations, *Journal of Economic Literature*, 26, 1120-1171.
- Dosi, G., Coriat, B., 1998. Learning how to govern and learning how to solve problems: on the co-evolution of competences, conflicts and organizational routines, in A. Chandler, P. Hagstrom, O. Solvell (a cura di), *The Dynamic Firm: The Role of Technology, Strategy, Organization, and Regions*, Oxford University Press, Oxford, 103-133.
- Dosi, G., Levinthal, D., Marengo, L., 2003. Bridging contested terrain: linking incentive-based and learning perspectives on organizational evolution, *Industrial and Corporate Change*, 12, 413-436.

- Dunne, M., Haltiwanger, J., Troske, K., 1996. Technology and jobs: secular changes and cyclical dynamics, *NBER Working Paper Series* 5656.
- Feldman, M., 1994. *The Geography of Innovation*, Kluwer, Dordrecht.
- Freeman, C., 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, Londra e New York.
- Freeman, C., Louçã, F., 2001. *As Time Goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*, Oxford University Press, Oxford.
- Freeman, C., Soete, L., 1994. *Work for All or Mass Unemployment? Computerised Technical Change into the Twenty-first Century*, Pinter, Londra e New York.
- Gallino, L., 2003. *La scomparsa dell'Italia industriale*, Einaudi, Torino.
- Gera, S., Gu, W., Lin, Z., 2001. Technology and the demand for skills in Canada: an industry level analysis, *Canadian Journal of Economics*, 34, 132-148.
- Goldin, C., Katz, L., 1998. The origins of technology-skill complementarity, *Quarterly Journal of Economics*, 113, 693-732.
- Goux, D., Maurin, E., 2000. The Decline in demand for unskilled labor: an empirical analysis and its application to France, *Review of Economics and Statistics*, 82, 596-607.
- Graziani, A., 2000. *Lo sviluppo dell'economia italiana. Dalla ricostruzione alla moneta europea*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Greenan, N., 1996a. Innovation technologique, changements organisationnels et evolution des compétences, *Economie et Statistique*, 298, 15-34.
- Greenan, N., 1996b. Progrès technique et changements organisationnels: leur impact sur l'emploi et les qualifications, *Economie et Statistique*, 298, 35-44.
- Greenan, N., 2003. Organisational change, technology, employment and skills: an empirical study of French manufacturing, *Cambridge Journal of Economics*, 27, 287-316.
- Greenan, N., Guellec, D., 1994. Coordination within the firm and endogenous growth, *Industrial and Corporate Change*, 3, 173-197.
- Greenan, N., Guellec, D., 1998. Firm organization, technology and performance: an empirical study, *Economics of Innovation and New Technology*, 6, 313-347.
- Greenan, N., Mairesse, J., 1999. Organizational change in French manufacturing: what do we learn from firm representatives and from their employees?, *NBER Working Paper* 7285.
- Greiner, A., Rubart, J., Semmler, W., 2004. Economic growth, skill-biased technical change and wage inequality: a model and estimation for the US and Europe, *CEM Working Paper* 16, Università di Bielefeld, Bielefeld.
- Griliches, Z., 1979. Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth, *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- Griliches, Z., Mairesse, J., 1983. Comparing productivity growth: an exploration of French and U.S. industrial and firm data, *European Economic Review*, 21, 89-119.
- Grossman, G. M., Helpman, E., 1994. Endogenous innovation in the theory of growth, *Journal of Economic Perspectives*, 8, 23-44.
- Hall, B., Mairesse, J., 1995. Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms, *Journal of Econometrics*, 65, 263-293.
- Haskel, J.E., Heden, Y., 1999. Computers and the demand for skilled labour: industry and establishment-level evidence for the UK, *Economic Journal*, 109, C68-C79.

- Hitt, L., Brynjolfsson, E., 1997. Information technology and internal firm organization: an exploratory analysis, *Journal of Management Information Systems*, 14, 81-101.
- Hitt, L., Brynjolfsson, E., 2002. Information technology, organizational transformation, and business performance, in: N. Greenan, Y. L'Horty, J. Mairesse (a cura di), *Productivity, Inequality, and the Digital Economy: A Transatlantic Perspective*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 55-91.
- Holmstrom, B., Milgrom, P., 1994. The firm as an incentive system, *American Economic Review*, 84, 972-991.
- Ichniowski, C., Shaw, K., 2003. Beyond incentive pay: insiders' estimates of the value of complementary Human Resources Management Practices, *Journal of Economic Perspectives*, 17, 155-180.
- Ichniowski, C., Shaw, K., Prenushi, G., 1997. The effects of Human Resource Management practices on productivity: a study of steel finishing lines, *American Economic Review*, 87, 291-313.
- Jaffe, A.B., 1986. Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits and market value, *American Economic Review*, 76, 984-1001.
- Jorgenson, D. W., Stiroh, K. J., 2000. Raising the speed limit: US economic growth in the information age, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 125-235.
- Kline, S.J., Rosenberg, N., 1986. An overview of innovation, in: R. Landau, N. Rosenberg, (a cura di), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington D.C., 275-305.
- Krueger, A., 1993. How computers have changed the wage structure: evidence from micro data 1984-1989, *Quarterly Journal of Economics*, 108, 33-60.
- Krueger, D., Kumar, K.B., 2004a. Skill specific rather than general education: a reason for US -Europe growth differences?, *Journal of Economic Growth*, in corso di pubblicazione.
- Krueger, D., Kumar, K.B., 2004b. US-Europe differences in technology-driven growth: quantifying the role of education, *Journal of Monetary Economics*, 51, 161-190.
- Laursen, K., Foss, N.J., 2003. New human resource management practices, complementarities and the impact on innovation performance, *Cambridge Journal of Economics*, 27, 243-263.
- Lotti, F., Santarelli, E., Vivarelli, M., 2003. Does Gibrat's law hold among young, small firms?, *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 213-235.
- Lucas, R., 1993. Making a miracle, *Econometrica*, 61, 251-272.
- Lundvall, D.A. (a cura di), 1992. *National System of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londra e New York.
- Machin, S., 1996. Changes in the relative demand for skills in the UK labor market, in: A. Booth, D. Snower (a cura di) *Acquiring Skills: Market Failures, Their Symptoms and Policy Responses*, Cambridge University Press, Cambridge, 129-146.
- Machin, S., Van Reenen, J., 1998. Technology and changes in the skill structure: evidence from seven OECD countries, *Quarterly Journal of Economics*, 113, 1215-1244.
- Mairesse, J., Greenan, N., Topiol-Bensaï d, A., 2001. Information technology and research and development impacts on productivity and skills: a comparison on French firm level data, *NBER Working Paper* 8075.
- Mason, G., Finegold, D., 1997. Productivity, machinery and skills in the United States and Western Europe, *National Institute Economic Review*, 162, 85-98.

- Maurin, E., Thesmar, D., 2004. Changes in the functional structure of firms and the demand for skill, *Journal of Labor Economics*, in corso di pubblicazione.
- Milgrom, P., Roberts, J., 1990. The economics of modern manufacturing: technology, strategy, and organization, *American Economic Review*, 80, 511-528.
- Milgrom, P., Roberts, J., 1995. Complementarities and firms: strategy, structure and organisational change in manufacturing, *Journal of Accounting and Economics*, 19, 179-208.
- Mowery, D., Simcoe, T., 2002. Is the internet a US invention? An economic and technological history of computer networking, *Research Policy*, 31, 1369-1387.
- Nardozi, G., 2004. *Miracolo e declino. L'Italia tra concorrenza e protezione*, Laterza, Bari e Roma.
- Nelson, R., (a cura di), 1993. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Oxford.
- Nelson, R., Winter, S.G., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.).
- Nickell, S., Bell, B., 1995. The collapse in demand for the unskilled and unemployment across the OECD, *Oxford Review of Economic Policy*, 11, 40-62.
- O'Connor, D., Lunati, M.R., 1999. Economic opening and the demand for skills in developing countries – A review of theory and evidence, *OECD Technical Paper* 149.
- Oliner, S., Sichel, D., 2000. The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story?, *Journal of Economic Perspectives*, 14, 3-22.
- Onida, F., 2004. *Se il piccolo non cresce. Piccole e medie imprese italiane in affanno*, Il Mulino, Bologna.
- Osterman, P., 1994. How common is workplace transformation and who adopts it?, *Industrial and Labour Relations Review*, 47, 173-188.
- Pianta, M., Vivarelli, M., 1999. Employment dynamics and structural change in Europe, in J. Fagerberg, P. Guerrieri, B. Verspagen, (a cura di), *The Economic Challenge for Europe: Adapting to Innovation-based Growth*, Elgar, Cheltenham, 83-105.
- Piga, C., Vivarelli, M., 2004. Internal and external R&D: a sample selection approach, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66, 457-82.
- Pini, P., Santangelo, G., 2004. Innovation types and labour organizational practices: a comparison for foreign and domestic firms in the Reggio Emilia industrial district, *Economics of Innovation and New Technology*, in corso di pubblicazione.
- Piva, M., Santarelli, E., Vivarelli, M., 2003. The skill bias effect of technological and organisational change: evidence and policy implications, *IZA discussion paper* 934, Bonn.
- Piva, M., Vivarelli, M., 2002. Skill-bias: comparative evidence and econometric test, *International Review of Applied Economics*, 16, 347-357.
- Piva, M., Vivarelli, M., 2004. The determinants of the skill bias in Italy: R&D, organisation or globalisation?, *Economics of Innovation and New Technology*, 13, 329-347.
- Radner, R., 1993. The organization of decentralized information processing, *Econometrica*, 61, 1109-1146.
- Romer, P., 1990. Human capital and growth: theory and evidence, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 32, 251-286.

- Rosenberg, N., 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Salvati, M., 2000. *Occasioni mancate. Economia e Politica in Italia dagli anni '60 a oggi*, Laterza, Bari e Roma.
- Santarelli, E., 2004. Più R&S! Più R&S! Sì, ma in quali settori? *Lavoce*, 27 maggio.
- Santarelli, E., Sterlacchini, A., 1994. Embodied technological change in supplier dominated firms: the case of Italian traditional industries, *Empirica*, 21, 313-327.
- Santarelli, E., Vivarelli, M., 2002. Is subsidizing entry an optimal policy?, *Industrial and Corporate Change*, 11, 39-52.
- Santarelli, E., Vivarelli, M., 2004. Cambiamento organizzativo, innovazione tecnologica e formazione: le nuove sfide per il futuro, *L'Industria*, 25, 173-176.
- Siegel, D.S., 1998. The impact of technological change on employment: evidence from a firm-level survey of Long Island manufacturers, *Economics of Innovation and New Technology*, 5, 227-246.
- Siegel, D.S., Waldman, D., Youngdahl, D.W., 1997. The adoption of advanced manufacturing technologies: Human Resource Management implications, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44, 288-298.
- Solow, R.M., 1987. We'd better watch out, *New York Times*, book review, July 12.
- Steedman, H., Mason, G., Wagner, K., 1991. Intermediate skills in the workplace: deployment, standards and supply in Britain, France and Germany, *National Institute Economic Review*, 136, 60-76.
- Stiroh, K.J., 2002. Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say?, *American Economic Review*, 92, 1559-1576.
- Thesmar, D., Thoenig, M., 2000. Creative destruction and firm organization choice: a new look into the growth inequality relationship, *Quarterly Journal of Economics*, 115, 1201-1237.
- Torrise, S., 1998. *Industrial Organisation and Innovation: an International Study of the Software Industry*, Elgar, Cheltenham.
- Vivarelli, M., 2002. Unemployment in the current economic debate: the role of technology and structural change, in G., Széll, G. P. Cella (a cura di), *The Injustice at Work: An International View on the World of Labour and Society*, Peter Lang, Frankfurt Am Main, 86-108.
- Vivarelli, M., Pianta, M., (a cura di), 2000. *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, Routledge, Londra.
- Wolff, E.N. 1995. Technology and the demand for skills, *Levy Economic Institute Working Paper* 153.
- Wood, A., 1994. *North-South Trade, Employment, and Inequality: Changing Fortunes in a Skill-driven World*, Clarendon Press, Oxford.