

Editoriale

Congresso Nazionale AICA 2014

“L’idea di fabbrica sta cambiando. Proprio come il web ha democratizzato l’innovazione dei bit, una nuova classe di tecnologie per la “prototipazione rapida” ... sta democratizzando l’innovazione degli atomi”

(Chris Anderson).

L’evoluzione verso nuove forme della manifattura con la diffusione di tecnologie digitali a costi decrescenti (AM-additive manufacturing, stampanti 3D, assieme agli sviluppi del cloud, big data, internet of things) sta determinando nei processi aziendali profondi cambiamenti indotti dal nuovo ciclo progettuale / prototipale / produttivo basato sulle stampanti 3D e su nuove forme di digital fabrication con una crescente integrazione in rete. Questa mutazione verso la “fabbrica digitale” si è manifestata sinora principalmente nelle grandi imprese, ma è destinata sempre più a coinvolgere le PMI, assieme allo sviluppo di nuove forme di artigianato digitale ed alle nuove espressioni di attività di formazione-lavoro costituite dai FabLab e dai movimenti dei Makers.

Il permanere dell’attuale crisi strutturale sta determinando la chiusura di numerose imprese con il rischio per l’Italia della progressiva perdita della posizione di seconda industria manifatturiera europea dopo la Germania, se il tessuto determinante delle PMI manifatturiere italiane non riesce ad affrontare in maniera decisa l’integrazione delle tecnologie digitali nei processi di produzione, una necessità assoluta per rimanere competitivi sul mercato internazionale e per affrontare una domanda in continua ed imprevedibile evoluzione.



Vi sono in Italia diverse best practices di additive manufacturing di successo da parte di medie imprese italiane e di servizi di fast prototyping, così come sta crescendo lo sviluppo dei FabLab per prototipazioni e produzioni di nicchia, con l'obiettivo di diffondere sperimentazione, nuova cultura d'impresa e nuove competenze così come servizi di formazione e supporto alle PMI.

Ma vi sono ancora ostacoli dovuti, oltretutto per la grave situazione economica, alla difficoltà di effettiva comprensione da parte di molte PMI italiane della necessità di investimenti nella "fabbrica digitale", soprattutto in termini di nuove competenze da inserire nelle imprese, mentre in parallelo le istituzioni formative hanno difficoltà e scarsa capacità ad introdurre formazione per le nuove competenze nel quadro di una efficace alternanza scuola-lavoro.

E' questa una direzione ormai divenuta assolutamente determinante al fine di affrontare in modo attivo le attuali carenze di competenze professionali che producono pesanti effetti sull'occupazione ed ancor più lo sarà in un prossimo futuro in conseguenza dei processi di crescente automazione delle produzioni con l'espulsione di manodopera non qualificata.

Le figure specializzate nel manufacturing di qualità sono carenti e occorre investire in formazione, training permanente, ricreando nei giovani attrattività per le attività di manufacturing, oggi meno apprezzate rispetto alle attività finanziarie ed ai servizi immateriali. Per questo occorre recuperare nei processi formativi il valore della manualità accoppiandola con l'intelligenza, per affrontare il giusto mix di bits e atomi che si prospetta.

C'è in specie in Italia un mismatch tra percorsi universitari e competenze professionali per affrontare un mix di competenze informatiche, di progettazione, di manufacturing e di marketing. Meglio si stanno orientando alcuni istituti tecnici, in specie gli ITS con la collaborazione di imprese, ma ancora in numero insufficiente.

Solo accompagnando l'innovazione tecnologica con una analoga innovazione nella formazione di competenze in modo dinamico il connubio tra "atomi e bits" potrà dare tutti i suoi frutti.

Proprio al fine di individuare e proporre la formazione delle nuove competenze necessarie in questa fase di profonda mutazione della fabbrica digitale, AICA ha sviluppato in collaborazione con la Direzione Studi e Ricerche della Banca Intesa Sanpaolo, di Prometeia, e di Netconsulting, una ricerca con l'obiettivo di esplorare le tendenze in Italia delle nuove forme di FabLab, di artigianato digitale e soprattutto di esaminare la diffusione delle tecnologie di AM nei servizi di prototipazione e nelle piccole e medie imprese manifatturiere italiane.

Questa ricerca è stata affiancata da una analoga ricerca effettuata negli Stati Uniti, dove da più tempo l'AM è stato messo in atto dalle imprese manifatturiere di quel paese e la diffusione della stampa 3 D sta assumendo dimensioni di grande sviluppo.

In parallelo, AICA ha predisposto, in proseguimento di una lunga serie di analisi riferite a specifiche aree di attività, una terza indagine, affidata alla SDA Bocconi, sul costo dell'ignoranza informatica nelle imprese italiane, indagine che ulteriormente conferma l'esigenza di forti investimenti in formazione di competenze digitali e di un profondo mutamento della cultura industriale da parte delle piccole e medie imprese italiane.

Perché questa attenzione sul manifatturiero e sulle nuove opportunità per le imprese italiane derivanti dall'impiego delle nuove tecnologie digitali ?

Le imprese manifatturiere sono il motore dello sviluppo dell'economia in Italia e una inadeguata capacità competitiva derivante anche dalla carente disponibilità risorse umane qualificate e di competenze adeguate rappresenta un grave elemento di rischio, in particolare in una fase di radicale mutazione tecnologico-produttiva.

Il problema è come preparare le competenze necessarie, attraverso le strutture formative di base (scuola e università), ma anche attraverso le esperienze bottom up, gli industrial animal spirits, la creatività dei Fab Lab e delle startup digitali.

Il tema non riguarda solo l'Italia, ma l'intera industria europea. Infatti, la Commissione Europea ha indicato l'obiettivo per l'industria manifatturiera europea di recuperare la quota del 20% del PIL entro il 2020 come condizione per una effettiva ripresa dello sviluppo (l'obiettivo di un rinascimento industriale soprattutto nel Sud Europa), a fronte di una media europea scesa in dieci anni dal 20% al 15%, così come per il nostro paese.

La lunga crisi in cui siamo ancora immersi ha avuto pesanti effetti sull'industria manifatturiera, la cui occupazione presenta un calo tra il 2002 ed il 2012 mediamente del 13.7% in Europa con punte del 28% in Spagna e Regno Unito, del 20% in Francia, del 10% in Italia e del 4.4% in Germania. Tra il 2000 ed il 2013 in Europa i posti di lavoro nel manifatturiero si sono ridotti di 7 milioni e vi è un concreto rischio di ulteriori cali se non si innoverà nelle competenze.

Recenti dichiarazioni di Federmeccanica hanno evidenziato il grave problema della carenza della preparazione di risorse umane qualificate per il futuro del settore meccanico.

L'obiettivo del rilancio dell'attività manifatturiera quale motore dello sviluppo è divenuto centrale negli USA dove la politica dell'Amministrazione Obama punta ad

un insourcing o re-shoring dell'industria manifatturiera attraverso l'innovazione e l'impiego massiccio delle nuove tecnologie digitali, di competenze produttive smart e di nuovi modelli organizzativi in rete rispetto alle forme precedenti di outsourcing e off-shoring determinato dai differenziali di costo del lavoro.

Negli USA sono state prodotte numerose analisi sull'impatto delle tecnologie digitali, come lo studio su "New Industrial Revolution" di Peter Marsh, il saggio "La nuova geografia del lavoro" di Enrico Moretti, il saggio "Race against the Machine" di Brynjolfsson e McAfee, in cui si evidenziano opportunità e rischi di un ciclo di automazione industriale che non ha ancora manifestato in pieno le sue potenzialità. Nella Silicon Valley lo slogan che circola sui nuovo trend tecnologico-industriale è SMAC (Social Mobile Analytics Cloud).

La ricerca relativa all'Italia è stata suddivisa in tre livelli.

Il primo livello, partendo dal basso esamina lo sviluppo dei Makers e dei FabLab per stampa artigianale 3D, un fenomeno che sta crescendo in modo straordinario. Si tratta di piccole iniziative per la formazione e la produzione di oggetti su base volontaristica e con approccio open source.

Il primo FabLab nasce nel 2011 a Torino, all'insegna di Arduino prendendo il nome di Officine Arduino, ma in breve tempo cresce il numero di FabLab in Italia, avvicinandosi ora ad un centinaio (prevalentemente in Lombardia, Veneto, Emilia, ma anche nel Sud) ed è positivo che alcuni FabLab nascano da parte di istituti tecnici affiancando i laboratori di microrobotica con utilizzo dell'hardware Arduino, divenuto ormai il motore tecnologico di queste iniziative (a Torino la Rete Robotica a scuola è un network di istituti operanti a contatto con aziende come Comau per formare le competenze necessarie al nuovo manufacturing). Ma anche numerose Università stanno aprendosi od hanno in programma laboratori di formazione-produzione con stampa 3D, come Polifactory, officina manifatturiera e di coworking del Politecnico di Milano, l'Università Cattolica a Piacenza, il Politecnico di Torino, l'Università di Pisa, il progetto Bottega artigiana digitale a Roma.

Attualmente i maggiori produttori di macchine per stampa 3D sono negli USA ed in Israele, ma sono nate o stanno nascendo anche in Italia aziende per la produzione di stampanti 3D a basso costo.

Cresce in Italia il movimento dei Makers lanciato dall'MIT di Boston con il laboratorio Bits and Atoms e reso popolare dal libro di Chris Anderson: basti ricordare il successo della Makers Faire a Roma nello scorso ottobre che ha visto la presenza di 90.000 visitatori e migliaia di espositori.

Il principio su cui si sviluppano i Fab Lab è la fortissima componente progettuale in forma condivisa di community, di partecipazione responsabile, l'uso di tecnologie open (open innovation) e un obiettivo che emerge dalla nostra ricerca sui FabLab è essenzialmente quello di "fare cultura", formazione, collaborazione con scuole e imprese per sviluppare creatività libera con macchinari di costo basso e molto volontariato.

Lo sviluppo dei FabLab è interessante anche se è difficile pensare che queste forme di microartigianato digitale possano determinare lo sviluppo di imprese manifatturiere, analogamente a quanto la tumultuosa produzione artigianale di apps potrà determinare per lo sviluppo di vere imprese di software.

Tuttavia, riteniamo che questo fenomeno vada attentamente analizzato per vedere quali effetti potrà avere nella disseminazione e fertilizzazione di processi di innovazione nei centri servizi e nelle stesse imprese piccole e medie italiane.

Può indurre la nascita di nuove produzioni personalizzate di nicchia e comunque formare competenze per alcuni aspetti del fast prototyping e del ciclo progetto-produzione, caratteristico delle tecnologie di additive manufacturing, creando forme di filiere verso centri servizi ed anche PMI.

Così come può avere effetti molto positivi nell'orientamento al progetto ed al fare da parte degli istituti tecnici, dei licei ed anche dei laboratori universitari, preparando così i diplomati ad entrare rapidamente nel mondo del lavoro.

Il secondo livello di analisi riguarda lo sviluppo di centri servizi di AM.

Si riscontra infatti anche in Italia lo sviluppo di centri servizi che utilizzano macchinari 3D di costo elevato per fornire sviluppi di fast prototyping alle imprese manifatturiere (per ora soprattutto quelle medio-grandi), offrendo prototipazione rapida su design proprio o dell'impresa e facilitando la traduzione dei prototipi nelle diverse forme produttive o l'introduzione nelle imprese di tecnologie AM per specifici prodotti ed anche operando come supporto alla conoscenza dei mercati e dei materiali.

Un interessante caso di centro di servizi rivolto principalmente a grandi aziende, è la Skorpion Engineering di Segrate che svolge attività di Rapid Prototyping, Rapid Manufacturing, Design, finitura e formazione tecnica soprattutto nel campo automotive.

A Torino le Officine Arduino sviluppano servizi per produzioni AM alle piccole imprese.

A Firenze la Fondazione TEMA (Tecnologie per i Beni Culturali e l'Artigianato) ha creato corsi di formazione alle PMI per Digital Fabrication e stampa 3D (Artigiano 3.0).

Si arriva poi ad un terzo livello di analisi che riguarda le imprese manifatturiere sia medio-grandi che PMI.

Le applicazioni di AM nelle medio-grandi o grandi imprese italiane appaiono in crescita anche se ancora molto frammentate, mentre vi è una diffusione limitata nelle PMI a causa dei costi delle macchine e dei materiali, ma soprattutto per la carenza di competenze e per limitate risorse destinate all'innovazione, in particolare di fronte alla grande crisi della domanda interna.

Nelle imprese medio-grandi vi sono esperienze industriali con riferimento al fast prototyping cioè la creazione rapida di prototipi di componenti evitando la produzione di stampi nell'industria dell'auto, degli elettrodomestici e della meccanica in genere.

Ma si sta sviluppando anche produzione AM di piccola serie nell'aerospazio, nell'automazione industriale, robotica, impiantistica, strumenti biomedicali, protesi dentistiche, ecc. oltre a produzioni vicine all'artigianalità, per la possibilità di personalizzazione. Ad esempio la HSL di Trento ha puntato sulla manifattura 3D per produrre con successo lampade, oggetti di arredo, gioielli puntando alla personalizzazione di prodotti just in time in base alle esigenze dei clienti.

Questi processi in generale fanno parte di una radicale mutazione dell'organizzazione della produzione come avviene alla Pirelli di Settimo Torinese, alla Maserati di Grugliasco, alla Prima Industrie di Collegno, alla Fiat di Pomigliano, alla Tenaris di Dalmine, ecc. dove l'incrocio tra manifattura robotizzata e l'approccio artigiano è crescente, come analizzato recentemente da Giuseppe Berta.

Secondo la Siemens, la produzione via AM delle pale delle turbine riduce i tempi da diverse settimane a 48 ore ed i costi sino al 30%. Per alcuni componenti critici nell'industria aeronautica si realizza un rilevante aumento della reliability attraverso la stampa 3D rispetto ad altre tecniche di produzione. E' nota l'attività di Avio Aero di Cameri che realizza pale di turbine per aerei con polveri di alluminio di titanio, utilizzando macchine 3D molto grandi.

Stanno crescendo le applicazioni per architettura e design creativo (gioielleria, arredamento, mobili, cucine, ecc. attraverso produzioni personalizzabili, modificabili rapidamente assieme allo sviluppo di ambienti virtuali di allestimento e di augmented reality.

I materiali utilizzati vanno da resine, filamenti, liquidi, polveri di metalli o legno a materiali molto costosi come il titanio e leghe refrattarie, vetro e ceramica. Si stanno estendendo anche a materiali biocellulari per possibile sviluppo di organi.

Le tecnologie AM comprendono un mix di Cad 3D, laser sintering/cutter, fused deposition modeling, stereolithography, con uso di materiali come filamenti plastici, polveri metalliche, ceramici, vetro, legno, carta, ecc., materiali ancora costosi che ne limitano la diffusione, ma sono in atto sensibili riduzioni di costo.

La ricerca di AICA mette anche in evidenza lo sviluppo di nuove filiere digitali gestite da piattaforme per l'incontro tra designer e artigiani con la possibilità di produrre oggetti in prossimità dei mercati di sbocco grazie al trasferimento dei files in rete e con una forte interazione tra offerta e domanda.

Uno studio di Mc Kinsey colloca l'AM assieme ai nuovi materiali ed alla robotica tra le disruptive technologies che influiranno di più sugli sviluppi produttivi.

L'evoluzione verso tecnologie AM procede assieme alla diffusione di altre tecnologie digitali a costi decrescenti che operando congiuntamente portano a cambiamenti radicali nell'organizzazione delle imprese manifatturiere, quali (per non parlare delle nanotecnologie e dei nuovi materiali), le applicazioni del cloud computing, dei Big Data, dei sensori-MEMS, dell'internet of things (M2M), integrazione in rete di nuove forme di servizi digitali (business analytics, e-commerce, social business) con impatto sui processi aziendali e sull'intero ciclo progettuale/produttivo.

L'impatto sulle imprese manifatturiere riguarda la sostanziale riduzione della durata del ciclo progettazione-produzione-distribuzione ed un più stretto collegamento tra progetto e produzione. Inoltre consente la produzione in piccole quantità di pezzi molto complessi e di piccole serie nell'artigianato industriale.

Vi sono elementi profondamente innovativi indotti dalle nuove tecnologie di AM, quali ad esempio:

- La digital fabrication, la stampa 3 D non sostituisce modelli produttivi di massa ma aumenta straordinariamente le possibilità produttive e offre nuove opportunità a costi ridotti e con tempi rapidissimi
- Innovazione di processo e innovazione di prodotto convergono e si autoinfluenzano attraverso il nuovo ciclo progetto-produzione.
- Si attua una piena flessibilità e adattabilità alle richieste del mercato con minori investimenti rispetto a processi di robotizzazione tradizionale
- Si accentua un approccio custom/personalizzazione di produzione di piccole serie collegata direttamente al mercato via distribuzione in rete e si accentua il passaggio da "economie di scala" a "economie di scopo".

- Si rende possibile un decentramento produttivo via trasmissione files in loco sino alla produzione presso il cliente finale B2B od in futuro anche B2C. Quanto si è manifestato nella stampa 2D a distanza (giornali) sta avvenendo anche nella produzione di oggetti a distanza
- Si richiedono nuove competenze in grado di integrare capacità progettuale, CAD 3D, meccanica, elettronica, conoscenza dei materiali attraverso la contaminazione di modelli diversi in ottica di fabbrica-piattaforma aperta
- Si favorisce un approccio sistemico e integrato nella gestione dei flussi informativi, dei materiali e dei processi aziendali dalla progettazione, alla manifattura ed alla distribuzione

E' interessante rilevare che la nuova manifattura tende ad incorporare anche nelle imprese medio-grandi i valori più significativi e competitivi dell'artigianato, come indicato da Stefano Micelli nel libro "Futuro artigiano".

Infatti l'approccio artigianale attraverso le tecnologie digitali tende ad incorporare maggiore autonomia di lavoro orientando alla soluzione di problemi complessi e la ricerca di soluzioni originali, aiuta a dominare l'intero processo produttivo attraverso l'utilizzo di un approccio multidisciplinare, consente di conoscere ciò che vuole il destinatario e di valutare assieme la qualità del risultato finale.

Le nuove competenze vanno oltre la specializzazione produttiva vera e propria perchè coinvolgono l'intero processo organizzativo, dato che le tecnologie di rete mettono sempre più in stretto collegamento e interazione le diverse funzioni aziendali. Non basta quindi l'innovazione del processo produttivo con l'introduzione di smart robots o di AM, che da solo senza un'efficace e continua interazione con il mercato, con la domanda, con le masse di informazioni ora accessibili non porterebbero al risultato finale.

Si tratta forse di un cambiamento da affrontare con le competenze giuste, e certamente per le PMI manifatturiere italiane le nuove tecnologie digitali di produzione e di gestione stanno divenendo una necessità per poter competere in un mercato mondiale in permanente cambiamento e per sfruttare i vantaggi di una rilocalizzazione intelligente nel contesto tipicamente italiano degli ecosistemi territoriali.

Non vi è dubbio che questo comporta una mutazione forse radicale nei comportamenti del sistema manifatturiero italiano da parte delle PMI e questo sarà possibile solo affrontando la formazione e la certificazione di competenze professionali adeguate.

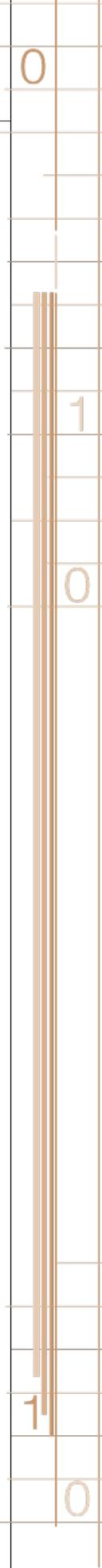
L'intervento del governatore di Bankitalia Ignazio Visco a Bologna lo scorso ottobre sul tema Investire in conoscenza ha chiaramente evidenziato il ruolo centrale dell'investimento in capitale umano qualificate ed in nuove competenze dinamiche di fronte ad una cambiamento radicale del contesto tecnologico-produttivo e delle condizioni di lavoro che dovranno sempre più puntare sulle persone e loro competenze e non più su posti di lavoro non più realistici.

Occorre identificare le esigenze di competenze complesse per promuoverne la formazione e la certificazione, competenze basate su un mix creativo di competenze informatiche, tecniche, di progettazione, design e manageriali, puntando a identificarsi con l'obiettivo europeo di qualifiche di e-leadership per fabbriche intese come piattaforme aperte multi-sided.

L'e-leader non è uno specialista informatico, ma un manager che deve conoscere e diffondere a tutti i livelli le tecnologie digitali nell'organizzazione promuovendo una innovazione continua.

Queste ricerche ed il costante impegno operativo di AICA intendono contribuire a favorire questo processo di cambiamento attraverso la identificazione e preparazione delle nuove competenze professionali per la Digital Fabrication e la creazione di figure di e-leadership per il rilancio dell'innovazione e nuova imprenditorialità per lo sviluppo del Paese.

Bruno Lamborghini
Presidente AICA



La fabbricazione digitale: evoluzione innovativa della manifattura

Edoardo Calia

Sommario

Sono da tempo noti i vantaggi derivanti dalla digitalizzazione delle aziende, riferendosi principalmente alla adozione di strumenti web based per il marketing e la vendita online. Da qualche anno la digitalizzazione ha iniziato a estendersi anche ai processi produttivi nelle aziende manifatturiere e artigianali. Aiutato dal basso dal movimento dei maker e dal proliferare di FabLab in tutto il mondo, questo fenomeno rappresenta una opportunità per le piccole aziende che vogliono acquisire competitività e per i giovani nativi digitali che possono giocare in questo contesto un ruolo da protagonisti.

Abstract

The advantages of digitalization for enterprises have been known for a long time, mainly referring to the adoption of web based tools for marketing and e-commerce. In the past few years digitalization started to be extended also to production processes in large and small enterprises operating in the manufacturing and craft sectors. Helped bottom up by the makers movement and the opening of FabLabs all over the world, this phenomenon represents a great opportunity for small enterprises willing to acquire competitiveness and for the digital native young generations who can play a lead role in this context.

Keywords: Digital Fabrication, makers, fablab, additive manufacturing, jobs creation, digital culture, 3d printing, CNC machining, future craftsmanship



1. Introduzione

Nello scorso decennio, mentre il mondo si interrogava sulla condizione economica di grande sofferenza per molti paesi e i grandi decisori pianificavano azioni di grandissimo respiro e ambizione per cercare di risollevare le sorti del nostro pianeta, si è sviluppato, in modo silenzioso ma inarrestabile, un movimento aggregato dalla capacità di progettare e costruire oggetti, aggiungendo a questa antica arte una componente rilevante di tecnologia e innovazione.

È la comunità dei *maker*, giunta negli ultimi anni agli onori della cronaca grazie ai risultati raggiunti e alla sua diffusione globale. Un gruppo di appassionati che porta nel campo dell'hardware e del *saper fare* principi del tutto simili a quelli che in passato hanno aggregato (e continuano ad aggregare) altre community tecnologiche come quella dei sostenitori dell'*open source*.

Non è infrequente sentire chi assimila i *maker* agli *artigiani digitali*, sebbene il concetto di *artigianato 2.0* – ovvero la evoluzione in chiave tecnologica della piccola manifattura - sia in realtà un fenomeno più complesso che non può escludere gli attuali protagonisti del settore, che molto spesso hanno poca familiarità con le tecnologie ICT. D'altra parte è innegabile che le PMI avranno un ruolo di primo piano nella rinascita economica del nostro paese, considerando che rappresentano più del 95% dell'imprenditoria italiana.

Più che dalla nascita di soggetti imprenditoriali totalmente nuovi e nativamente orientati alle tecnologie, il percorso evolutivo della manifattura è meglio descritto come "ibridazione" tra tradizionale e nuovo (Stefano Micelli), tra la irrinunciabile cultura del *saper fare artigiano* e le nuove competenze tecnologiche.

Come ha fatto notare Andrea di Benedetto - vicepresidente nazionale di CNA – nel suo intervento al convegno annuale 2014 di AICA (nel quale una giornata intera è stata dedicata al mondo dei *maker* e della fabbricazione digitale), il percorso che porta le aziende artigiane verso il digitale (in tutte le sue declinazioni) è tortuoso e pieno di insidie, e richiede la collaborazione del mondo della formazione, delle aziende manifatturiere e dei giovani nativi digitali.

Ai diversi aspetti e componenti di questo complesso scenario, che fa da sfondo al fenomeno che qualcuno già chiama la terza rivoluzione industriale, sono dedicate le rimanenti sezioni di questo articolo.

2. Innovazione digitale nelle imprese: web presence e digital fabrication

Il nostro paese possiede un patrimonio culturale di inestimabile valore racchiuso in milioni di piccole e medie imprese, molte delle quali oggi faticano a rimanere sul mercato. Fenomeni legati al generale andamento dei mercati e alla globalizzazione fanno sì che le nostre imprese rischino di rimanere schiacciate da concorrenti che immettono sul mercato prodotti a costo minore e solo apparentemente paragonabili come qualità a quelli del nostro Made in Italy.

Molte imprese italiane sono state colte impreparate nel soddisfare i requisiti essenziali per potersi affacciare sul mercato globale, con particolare riferimento

alla capacità di utilizzare nuovi canali di comunicazione e nuove tecnologie in supporto al marketing, alla promozione dei prodotti e – più recentemente – anche alla loro produzione.

Ad ostacolare molte PMI manifatturiere nell'affrontare le sfide della globalizzazione contribuiscono due fattori principali:

- Uso di processi produttivi tradizionali che non garantiscono elevata efficienza (costi elevati, lentezza nel *time to market*)
- Limitata visibilità al di fuori del proprio territorio dovuta a superficiale (o spesso inesistente) sfruttamento delle tecnologie dell'informazione per affermare la propria presenza in rete.

Anche nei casi in cui l'imprenditore abbia raggiunto la consapevolezza della necessità di avvicinarsi al digitale, la attuazione di questo processo è rallentata da alcuni fattori, tutti di tipo culturale:

- Difficoltà a comprendere le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie, alla quale si unisce la difficoltà a trovare tempo, competenze e risorse per valutare e pianificare il percorso richiesto per adottarle
- Scarsa attrattività delle attività manuali e artigianali per i giovani, portatori della cultura digitale che tendenzialmente rimangono lontani dal settore manifatturiero (che ha reputazione di essere poco interessante, poco tecnologico, e tendenzialmente sempre più lontano dal mondo della scuola)
- Disallineamento delle attività di formazione - in termini di tempistiche e di contenuti – rispetto alle competenze necessarie per padroneggiare i principi della fabbricazione digitale, caratterizzata da elevata trasversalità e multidisciplinarietà

Agli ultimi due elementi, che chiamano in causa la formazione, si aggiunge il fatto che il percorso di apprendimento della manualità e delle capacità artigianali in generale è lungo e faticoso, ed è anche per questo ritenuto poco interessante dalle giovani generazioni.

La già citata cultura dei *maker* interviene positivamente proprio su questo aspetto: il movimento ha conquistato una grande popolarità grazie alla consistente presenza di informatica, elettronica e robotica nelle soluzioni studiate e nelle attività proposte. E tali attività nel loro complesso mostrano molte affinità con quelle manuali e artigianali tradizionali. Chiunque abbia visitato un *FabLab* o un *Makerspace* sa che, accanto a oscilloscopi, computer, schede elettroniche e motori passo-passo non mancano mai martelli, cacciaviti, trapano, sega circolare, etc. Anzi, esistono *FabLab* nei quali le attività tradizionali sono prevalenti rispetto a quelle tecnologiche, rendendoli simili a laboratori di falegnameria gestiti da giovani artigiani. La introduzione di tecnologie a complemento delle attività tipiche dell'artigiano sembra comunque essere un elemento chiave per il riavvicinamento dei giovani alla cultura del *fare*.

È importante fin da questo punto evidenziare come si stiano diffondendo tra i giovani, in modo del tutto destrutturato e in generale non ancora supportato

adeguatamente dal mondo della formazione, competenze su nuove modalità di impiego delle tecnologie e su nuovi principi di condivisione della conoscenza. Come meglio dettagliato nelle sezioni seguenti, queste preziose competenze consentiranno ai giovani di giocare un ruolo chiave nell'affiancamento alle PMI artigianali e manifatturiere che vogliono introdurre informatica, elettronica e meccanica (in una parola, la *meccatronica*) all'interno dei loro processi produttivi.

2.1 Il processo di fabbricazione digitale

L'entusiasmo che il movimento dei *maker* porta con sé è quello tipico dei fenomeni innovativi che riscuotono significativo successo aggregando un grande numero di appassionati.

Volendo utilizzare una terminologia più vicina al mondo delle aziende, ciò a cui stiamo assistendo è di fatto la *democratizzazione* delle esistenti tecnologie di fabbricazione digitale, favorita da un lato dalla disponibilità sempre più diffusa di componenti e macchinari a prezzi accessibili, dall'altro dalla presenza ormai globale della *community* di appassionati accomunati dal desiderio di condividere la conoscenza e le esperienze fatte.

Da una analisi anche solo sommaria del fenomeno della diffusione della cultura del saper fare unita a quella digitale appare evidente come il vero fattore innovativo di questo fenomeno sia da cercare nel *modo* in cui la community opera e nella applicazione dei suoi *principi* ad un settore tutto sommato consolidato. E il nostro paese da questo punto di vista si posiziona all'avanguardia nello scenario globale: sono infatti italiane alcune delle aziende protagoniste del settore, alcune specializzate nella produzione di macchinari, altre per il loro utilizzo nei processi produttivi.

All'interno del contesto complessivo della fabbricazione digitale un ruolo importante è ricoperto dalle cosiddette tecnologie di *additive manufacturing*, ovvero quelle che permettono la realizzazione di componenti per deposizione stratificata di materiale anziché per sottrazione dal pieno come avviene nel caso di tornitura o fresatura di pezzi.

Alla diffusione presso il grande pubblico della conoscenza e della curiosità sull'*additive manufacturing* ha certamente contribuito la recente immissione sul mercato di *stampanti 3D* a prezzi abbordabili, tanto da stimolarne l'acquisto anche da parte di singoli appassionati (in modo molto simile a quanto è avvenuto per le stampanti su carta negli anni '80).

La possibilità di realizzare in casa propria oggetti reali è stato certamente uno stimolo per l'avvicinamento degli utenti alle tecnologie di fabbricazione digitale, un tempo relegate all'interno delle grandi aziende produttive.

Il fenomeno ha avuto un impatto tale da far sì che il pubblico a volte tenda a confondere la fabbricazione digitale con la stampa 3D, così come molti ancora oggi confondono la rete Internet con il mondo del *world wide web*.

La fabbricazione digitale coinvolge in realtà una ben più ampia gamma di macchinari, capaci di tagliare materiali utilizzando laser di diversa potenza, lavorarli tramite utensili mobili su più assi, etc. La caratteristica che le accomuna è la presenza al loro interno di un elaboratore dedicato al controllo della

lavorazione a partire da una sequenza di istruzioni contenute in un file fornito in ingresso. La presenza di questo sistema di elaborazione conferisce a questa famiglia di macchine il nome di CNC (*Computer Numerical Control*).

Di tutti questi utensili robotizzati si stanno diffondendo versioni dedicate alle lavorazioni in piccola serie e di dimensioni ridotte per prototipazione o sperimentazione: sono le macchine già oggi utilizzate dai *maker*, e che domani potrebbero trovare collocazione anche all'interno delle botteghe artigianali.

Il movimento dei *maker* rappresenta per la diffusione della conoscenza delle tecnologie di fabbricazione digitale il gruppo degli *entusiasti*, gli *early adopter* non professionali (sebbene siano numerosi i *maker* che esprimono profonda competenza nel settore!).

Ma a differenza di quanto accade per le tecnologie di nuova commercializzazione, per le quali la adozione da parte dei primi appassionati non garantisce il successo nel lungo periodo, la fabbricazione digitale ha già provato la propria efficacia e utilità nelle grandi aziende che ne fanno uso da alcuni decenni, come illustrato dagli esempi riportati nella sezione seguente.

2.1.1 Digital Fabrication nelle industrie: un fiore all'occhiello per il nostro paese

Nel già citato convegno annuale di AICA (2014) sono intervenuti esponenti di grandi aziende che già da tempo hanno sposato le tecnologie di fabbricazione digitale. Nei loro interventi, Paolo Gennaro (Avio Aero) e Piero Giusti (Ducati Motor Holding) hanno illustrato in particolare come l'*additive manufacturing*, tecnologia relativamente nuova all'interno del contesto della fabbricazione digitale, abbia già un ruolo di primo piano anche nei processi produttivi di qualità industriale.

In Ducati ormai da 15 anni esistono tre stampanti 3D di classe industriale che per 200 giorni all'anno lavorano 24 ore al giorno consumando ogni anno circa una tonnellata di materiale plastico, utilizzato sia per realizzare componenti in forma prototipale (successivamente prodotte in larga scala mediante stampaggio tradizionale), sia parti finite di moto da corsa.

Paolo Gennaro ha aperto il suo intervento illustrando le tre componenti fondamentali dell'*additive manufacturing*, cui corrispondono altrettante aree di competenza necessarie per un uso ottimale di queste tecnologie: la progettazione al CAD 3D, i materiali speciali utilizzati e i macchinari per eseguire le lavorazioni.

Dalla presentazione di Gennaro è emerso chiaramente il livello di estrema sofisticazione dell'uso della tecnologia di *additive manufacturing* da parte di Avio Aero, che a Cameri sta completando la realizzazione di uno stabilimento all'avanguardia a livello mondiale dimensionato per ospitare fino a 60 macchine per l'*additive manufacturing*, alcune delle quali già operative dal 2014.

Uno dei processi utilizzati in Avio Aero è quello della deposizione di strati di polvere metallica e successiva fusione selettiva con laser di potenza (DMLS, *Direct Metal Laser Sintering*). Al fine di avere l'intero processo sotto controllo, e allo stesso tempo ridurre i costi del materiale - acquistato inizialmente da

fornitori esterni -, Avio Aero ha scelto di produrre le polveri direttamente all'interno dell'azienda, creando un impianto interamente dedicato a questa attività.

Le parti costruite con questa tecnologia sono vantaggiose da molti punti di vista: migliori caratteristiche strutturali e meccaniche, minore quantità di materiale utilizzato (e quindi peso ridotto), tempi di produzione ridotti e in alcuni casi anche minor costo rispetto alla costruzione per fusione.

2.1.2 Digital Fabrication per le PMI: una opportunità tutta da esplorare

Quanto esposto nella sezione precedente fa comprendere il livello di sofisticazione di alcune tecnologie di fabbricazione digitale che richiedono grandi investimenti industriali e forza lavoro estremamente qualificata per ottimizzare i processi produttivi.

La sfida che si sta proponendo per la rinascita della produzione artigianale e delle piccole manifatturiere è la introduzione nelle piccole aziende di tecnologie simili a quelle già utilizzate industrialmente, ma scalate verso il basso dal punto di vista degli investimenti necessari e della complessità di utilizzo.

Alcune delle fasi di lavorazione tipiche delle imprese artigianali, oggi condotte prevalentemente con lavoro manuale in tempi relativamente lunghi, possono essere automatizzate utilizzando macchinari a controllo numerico. Esempi di tali attività includono la realizzazione di stampi, modelli e prototipi. L'utilizzo di tecnologie digitali consente di accorciare significativamente il processo ciclico a cascata della prototipazione, in quanto permette a designer e artigiani di verificare rapidamente su *oggetti reali* il risultato della progettazione, e di apportare rapidamente le migliorie e modifiche eventualmente necessarie prima di avviare la produzione in serie (piccola, media o grande che sia).

Macchinari di questo tipo possono anche essere utilizzati in alcune fasi della lavorazione dei prodotti, senza per questo sostituirsi all'artigiano che continua ad intervenire apportando la propria abilità creativa e manuale nelle fasi di progettazione e rifinitura.

Il livello di sofisticazione delle macchine di digital fabrication richiesto per questo tipo di aziende e di attività non è paragonabile a quello utilizzato dai processi produttivi delle grandi industrie: anche macchine di dimensione e costo contenuti possono infatti raggiungere una accuratezza di lavorazione compatibili con le esigenze tipiche della lavorazione artigianale.

In Figura 1 è mostrato un esempio di lavorazione di precisione su legno ottenuta in pochi minuti con una macchina a taglio laser professionale. La Figura 2 riporta invece un lavoro meno dettagliato ma di più grandi dimensioni. Più complessa la lavorazione a intarsio come quella mostrata in Figura 3, nella quale ogni tassello è stato lavorato a macchina separatamente, e la composizione è stata realizzata manualmente dall'artigiano.



Figura 1

Lavorazione di precisione su legno con macchina a taglio laser



Figura 2

Incisione su legno realizzato con macchina a taglio laser



Figura 3
Lavorazione a intarsio parzialmente realizzata a macchina

Il costo di queste attrezzature è comunque considerato eccessivo dalla gran parte delle piccole imprese. Per superare questa “barriera all’ingresso” si può tuttavia ipotizzare che in una fase esplorativa iniziale (o fin quando le esigenze produttive non siano tali da giustificare una macchina di proprietà) le imprese possano appoggiarsi ad entità esterne che offrono la possibilità di condividere strumentazione e macchinari.

2.2 Il percorso verso il digitale

La fase di affiancamento alle PMI manifatturiere e artigianali nel percorso verso la cultura digitale è dispendiosa in termini di tempo e di risorse necessarie, in particolare per la parte dedicata alla introduzione di tecnologie digitali nei processi produttivi.

La digitalizzazione delle attività di comunicazione/marketing (presenza su web e social network) e di vendita/logistica (e-commerce) infatti è un processo relativamente consolidato e meno sensibile alle specificità dei prodotti dell’azienda.

La digitalizzazione dei processi produttivi è invece un percorso complesso che richiede la identificazione di soluzioni quasi “personalizzate”, soprattutto se si parla di aziende artigianali cresciute con consuetudini di lavorazione quasi uniche, raffinate in numerosi anni di esperienza. È fondamentale far comprendere all’imprenditore artigiano che l’automazione può essere di grande aiuto senza intaccare la qualità dei manufatti, che possono quindi mantenere le caratteristiche che li differenziano da quelli prodotti su scala industriale.

Alla complessità rappresentata dalla necessità di studiare - ove possibile - soluzioni ad hoc per alcune delle fasi di fabbricazione si somma la difficoltà di tipo culturale: il processo ha infatti come target principale imprenditori e aziende che non hanno familiarità con le tecnologie digitali, e che spesso le rifiutano ritenendole non utili o addirittura temendo che la lavorazione automatizzata possa scalzare o sostituire *in toto* la lavorazione manuale, di fatto delegittimando il mestiere stesso dell'artigiano. In aggiunta a queste motivazioni (di tipo culturale), tra l'artigiano e il digitale si pone anche l'ostacolo rappresentato dagli investimenti necessari per dotarsi di nuove tecnologie e macchinari.

Queste considerazioni mettono in evidenza l'importanza delle attività di formazione e informazione nel processo di digitalizzazione delle piccole imprese manifatturiere.

Un importante supporto da questo punto di vista viene dalla community dei *maker*, che come già detto fa della condivisione della conoscenza uno dei principi fondamentali: sono già diverse le iniziative che prevedono la apertura di laboratori di fabbricazione digitale (FabLab) sia a visite informali sia ad attività seminariali mirate alla dimostrazione delle potenzialità delle macchine a controllo numerico.

Una risorsa fondamentale per la attuazione di questo processo di accompagnamento delle imprese verso il digitale - dalla formazione alla implementazione - è rappresentata dai giovani, che grazie alla loro naturale capacità di comprensione e utilizzo di strumenti informatici possono svolgere una attività di formazione e informazione sulle nuove tecnologie, e allo stesso tempo riavvicinarsi ai segreti e alla bellezza della produzione artigianale, colmando una distanza che ormai da anni cresce inesorabilmente.

Un progetto interessante che sta esplorando queste modalità di affiancamento delle PMI nell'avvicinamento alla produzione digitale è InnovArti, presentato al convegno annuale AICA 2014 da Giampaolo Moscati in rappresentanza di TEMA, la fondazione nata con il supporto della Cassa di Risparmio di Firenze con la missione di *accrescere il livello di innovazione, internazionalizzazione e competitività delle imprese dell'artigianato*.

L'idea alla base del progetto è nata quasi per caso in occasione di una visita presso il MIT di Boston, nel corso della quale sono stati illustrati i progetti di *digital fabrication* condotti all'interno del *Center for Bits and Atoms*, culla dei FabLab e della cultura dei *maker*.

Grazie al progetto InnovArti un team congiunto di giovani italiani e americani da più di un anno aiuta selezionate imprese artigianali toscane a comprendere le tecnologie digitali valutando, in stretta collaborazione con gli imprenditori, come utilizzarle al meglio per ottenere maggiore efficienza dei processi produttivi senza privare i prodotti della qualità tipica della produzione artigianale.

Lo scorso anno il progetto ha prodotto un interessante report [1] che, oltre a presentare una fotografia dello scenario delle PMI artigianali toscane, descrive quanto emerso dalle analisi condotte sulle aziende selezionate. Il documento è particolarmente prezioso in quanto illustra bene la fase iniziale del processo di accompagnamento delle imprese artigianali verso la adozione delle nuove tecnologie produttive.

3. Nuovi paradigmi produttivi e servizi digitali

L'entusiasmo che accompagna il processo di democratizzazione della fabbricazione digitale non deve far pensare che stia cambiando radicalmente il modo di produrre, e che presto le macchine a controllo numerico soppianteranno le tecniche più tradizionali. I tempi di lavorazione delle macchine CNC rimarranno infatti sempre ordini di grandezza superiori (se non altro perchè le macchine robotiche lavorano un pezzo alla volta) rispetto a quelli tipici della produzione con tecniche di iniezione e pressofusione, che quindi rimarranno le più efficaci per la produzione di massa.

Il fenomeno della fabbricazione digitale non si pone quindi in competizione con la produzione tradizionale, ma in un rapporto di complementarità che dà luogo a nuovi scenari caratterizzati da nuovi modelli di produzione, logistica e servizio con impatto positivo anche dal punto di vista occupazionale.

3.1 Flessibilità e personalizzazione

Dal punto di vista delle caratteristiche della produzione le macchine a controllo numerico presentano, a fronte di una lavorazione più lenta, una flessibilità molto superiore.

Infatti la realizzazione di un oggetto, invece di essere basata su uno stampo non modificabile, è il risultato della esecuzione di una serie di comandi contenuti in un file generato dallo stadio precedente del processo produttivo: la progettazione CAD 3D. Terminata la costruzione di un oggetto, è sufficiente inviare alla macchina un file leggermente differente per ottenerne una versione modificata - o radicalmente diversa.

La estremizzazione di questa tecnica permette di pensare ad una *fabbricazione personalizzata*, che consente di soddisfare specifiche esigenze del cliente senza aggiungere costi o allungare i tempi di produzione.

L'indagine condotta dalla Fondazione Nord Est, le cui risultanze sono contenute nel report "Nord Est 2015" [2], della quale una sintesi è disponibile online [3], mette in evidenza questo fenomeno riportando come le aziende produttive stiano via via riducendo la dimensione dei lotti per venire incontro ad esigenze di personalizzazione dei propri clienti, riuscendo così a soddisfare nicchie di consumatori più esigenti e sofisticati.

Questa evoluzione del processo produttivo (e soprattutto la sua automazione) apre la strada anche a nuovi servizi rivolti agli utenti: diverse aziende si sono già organizzate per offrire la fabbricazione digitale *come servizio*: inviando la descrizione digitale dell'oggetto desiderato questo viene realizzato e spedito direttamente a domicilio (due esempi sono shapeways, www.shapeways.com e i.materialise, i.materialise.com).

3.2 Nuovi paradigmi logistici

Ad ulteriore dimostrazione di quanto ampio sia l'impatto potenziale della introduzione di tecnologie di fabbricazione digitale nella filiera produttiva è interessante citare una possibile evoluzione degli aspetti logistici: nel momento in cui l'oggetto da produrre è disponibile in formato digitale (e questo avviene

già al termine della progettazione se si fa uso di strumenti CAD 3D), questo può essere facilmente trasmesso utilizzando la rete Internet.

È ad esempio possibile inviarlo ad un centro di produzione specializzato nella lavorazione con macchine CNC: se fossero disponibili centri di questo tipo dislocati sul territorio in modo più o meno capillare nei diversi paesi, la produzione potrebbe quindi essere effettuata nel punto più vicino o conveniente per l'utente finale. In questo nuovo paradigma logistico a muoversi sono i *bit* piuttosto che gli *oggetti*. Con tutte le implicazioni facili da immaginare in termini di riduzione dei tempi, dei costi e dell'impatto ambientale.

In questa direzione si stanno già muovendo gli Stati Uniti, dove la decentralizzazione della produzione e la creazione di centri di fabbricazione digitale è già una realtà: lo scorso 5 Gennaio il Presidente Obama ha ricordato, in occasione della apertura di un Digital Manufacturing Hub nel Tennessee, come la apertura di simili centri - che mettono insieme aziende, governo e sistema della formazione - faccia parte della sua strategia per la creazione di nuova occupazione. In quel discorso lo stesso Obama ha detto "...*manufacturing is actually in its best stretch of jobs creation since the 1990s*".

L'iniziativa si colloca infatti in un piano più ampio che prevedeva la apertura, nel 2014, di 8 *digital manufacturing hub*, annunciato dallo stesso Presidente Obama nel discorso sullo stato dell'unione del 2014.

4. Opportunità per i giovani e nuovi requisiti per la formazione

Come già accennato nelle sezioni precedenti, la introduzione in azienda della cultura digitale (sul fronte dei processi produttivi come su quelli, più consolidati ma ancora relativamente poco diffusi nelle piccole aziende, della *web presence* e dell'*e-commerce*) non è un processo semplice, e non può prescindere dalla presenza di soggetti nativi digitali che affianchino l'imprenditore nel compiere questo salto culturale e di qualità.

A questo proposito occorre anche sottolineare come il fatto di essere nativi digitali di per sé oggi non costituisca una condizione sufficiente per poter offrire il supporto di cui le piccole aziende manifatturiere hanno bisogno. Anche sulla esistente cultura digitale occorre intervenire con azioni di formazione specifica su discipline tipiche della filiera produttiva digitale.

Interessanti dati su questo contesto sono riportati nel *libro bianco* sul Digital Manufacturing [4] pubblicato a fine 2014 dal Centro di Competenza sui Processi Gestionali dell'Università di Brescia (autori Massimo Zanardini e Andrea Bacchetti). Dalla ricerca, condotta anche intervistando numerosi imprenditori, emerge che l'ostacolo principale alla adozione delle tecnologie digitali rimane la "*assenza di competenze specifiche interne e la difficoltà a reperirle all'esterno*".

Non è difficile comprendere la ragione di queste affermazioni: per poter contribuire in modo efficace al processo di migrazione verso il digitale sono necessarie competenze di tipo multidisciplinare che si estendono ben oltre le

tecnologie dell'informazione, e per questo difficilmente riscontrabili anche nei giovani che hanno seguito gli attuali percorsi formativi specifici.

Negli ultimi anni si è consolidata una richiesta da parte del mercato di un nuovo profilo professionale, che non è ancora stato incluso tra quelli previsti dai percorsi formativi tecnici (di ogni livello). È il profilo di un esperto che a me piace chiamare *evangelizzatore digitale*.

Il nostro sistema scolastico ha una impostazione prevalentemente di tipo verticale, tendendo a concentrarsi su specifiche discipline, mentre il lavoro dell'*evangelizzatore digitale* richiede competenze marcatamente trasversali. Idealmente si tratta di un soggetto che possenga:

- buone conoscenze di tipo informatico, con particolare riferimento agli strumenti software di progettazione in 3D
- conoscenza della cultura e delle modalità operative delle *community* online e del software *open source*
- conoscenza dei principi di funzionamento delle macchine per la fabbricazione digitale (incluse le modalità di lavorazione possibili con i diversi utensili)
- predisposizione all'apprendimento delle caratteristiche di (semplici) processi produttivi
- conoscenza di massima dei nuovi modelli di business associati alla fabbricazione digitale

La maggior parte di queste competenze, prese singolarmente, fanno parte di percorsi formativi esistenti, più o meno specialistici. La difficoltà riconosciuta dal mercato è reperire figure professionali che abbiano fatto esperienza (anche solo scolastica) della intera filiera, ovvero che conoscano l'intero processo digitale che va dalla ideazione di un oggetto alla sua costruzione mediante lavorazione automatica.

L'inserimento in azienda di figure con questo profilo – eventualmente come apprendisti / stagisti - presenta anche elementi positivi di tipo motivazionale, in quanto comporta una rivisitazione del classico paradigma dell'apprendistato che vede il giovane accolto in azienda esclusivamente per imparare. Gli evangelizzatori digitali si propongono invece con un ruolo più equilibrato nel rapporto con i colleghi che detengono la conoscenza dei processi aziendali e produttivi. Sono infatti apprendisti che, oltre a dover imparare, sono *portatori di conoscenza* alle imprese, le quali devono organizzare team multidisciplinari per condurre in modo efficace il processo di innovazione. La accettazione di questo scenario richiede un salto culturale anche da parte dei datori di lavoro, che devono acquisire la consapevolezza del valore dei nuovi collaboratori, nonostante la loro (spesso) giovane età.

Anche le aziende o industrie che hanno già una consolidata presenza di tecnologie di *digital fabrication* (si vedano i casi precedentemente descritti in sezione 2.1.1) sentono la necessità di reperire risorse con competenze multidisciplinari simili a quelle sopra citate. Il loro obiettivo è diverso: ottenere i massimi benefici dall'uso delle nuove tecnologie. Per questa ragione le

competenze ricercate sono normalmente ancora più sofisticate, e si estendono fino ad includere la conoscenza dei materiali (fisica, chimica) e di una più sofisticata modellazione 3D ottimizzata per la massima efficienza di fabbricazione.

Questa ultima considerazione richiama la già citata necessità, portata dalla diffusione della fabbricazione digitale, di una revisione dei percorsi formativi *anche per alcune discipline ICT*, che normalmente tendiamo a non considerare dando per scontato che i neoassunti *nativi digitali* siano già formati da questo punto di vista. Sebbene i giovani abbiano una marcata propensione verso il digitale e una buona disinvoltura nell'uso dei relativi strumenti, alcune delle competenze digitali devono essere riconsiderate alla luce del loro impiego nei nuovi processi produttivi.

A titolo di esempio, se in azienda viene introdotta la fabbricazione additiva (stampa 3D) oltre a quella - più tradizionale - sottrattiva (fresatura dal pieno), il progettista e utilizzatore di sistemi CAD 3D deve adeguare e rivedere alcuni dei principi di progettazione.

Solo conoscendo come il pezzo sarà realizzato è possibile progettarlo in modo ottimale dal punto di vista meccanico o aerodinamico (ottimizzazione *topologica*). E anche tralasciando le motivazioni legate alla ottimizzazione, non è difficile comprendere come alcuni oggetti che non possono essere realizzati con tecnologie di fusione o stampa tradizionale possono invece essere costruiti con tecniche additive.

È evidente che il ricambio generazionale migliorerà spontaneamente la situazione portando in modo naturale la cultura digitale nelle aziende, ma con tempi molto lunghi (basti pensare alla lentezza che caratterizza l'adozione delle tecnologie web e di e-commerce per le piccole aziende artigianali e manifatturiere, nonostante le tecnologie Internet siano ormai note e utilizzate da un paio di generazioni).

5. Esperienze italiane e internazionali

Le considerazioni fin qui esposte sono il frutto di analisi e studi condotti da esperti che nell'ultimo decennio hanno osservato la nascita e la evoluzione del fenomeno della democratizzazione delle tecnologie di fabbricazione digitale, e ne hanno valutato il potenziale impatto su alcuni processi produttivi tipici della piccola manifattura e artigianato.

Parallelamente alla generale presa di coscienza di questi nuovi fenomeni e scenari sono nati numerosi progetti che tendono a rispondere alle criticità e carenze illustrate nelle sezioni precedenti. Spesso l'origine di queste iniziative è all'estero - in particolare negli USA - , ma grazie alla prassi di condivisione della conoscenza e delle esperienze tipica degli appassionati di questo settore, a breve distanza di tempo anche nel nostro paese si sono avviati progetti analoghi. Nel seguito vengono riportati solo alcuni progetti in ordine più o meno casuale, e senza troppi dettagli per ragioni di contenimento del testo. Le informazioni che seguono sono comunque sufficienti come riferimento per reperire ulteriori dettagli online.

5.1 FabLab@School (Stanford)

“A growing network of educational digital fabrication labs that put cutting-edge technology for design and construction - such as 3D printers and laser cutters - into the hands of middle and high school students.”

(dalla home page fablabatschool.org)

Creata nel 2009 dal Prof. Paulo Blikstein presso la Stanford University, FabLab@School è una rete di laboratori dedicati alla fabbricazione digitale. La finalità principale è fornire ai ragazzi delle scuole medie e superiori accesso a tecnologie d'avanguardia per costruzione e design (come stampanti 3D e macchine per il taglio laser). Un team di ricercatori dedicati a questa iniziativa ha sviluppato negli scorsi anni strumenti low cost, esami, un curriculum utilizzabile per la formazione e un rigoroso programma di formazione per i docenti.

I laboratori vengono anche utilizzati come supporto realizzativo e dimostrativo per alcune delle attività di ricerca condotte nelle università.

Esistono oggi installazioni di FabLab@School presso il campus di Stanford, a Mosca, Bangkok, e Palo Alto, California. Sono in programma installazioni in Danimarca, Brasile e Australia.

5.2 FabAcademy (MIT)

La Fab Academy è un programma internazionale di formazione dedicato alla fabbricazione digitale diretto da Neil Gershenfeld del MIT di Boston (*Center for Bits and Atoms*), basato sul corso di *Rapid Prototyping* del MIT denominato “*Come costruire (quasi) qualsiasi cosa*”.

Il programma, che si avvale oggi del supporto di molti FabLab in tutto il mondo, fornisce ai partecipanti conoscenze avanzate sulla fabbricazione digitale utilizzando un metodo *hands-on* con accesso a strutture dotate di tutti i macchinari necessari.

Il programma, che si articola in 5 mesi normalmente da Gennaio a Maggio, si conclude con il conferimento del *Fab Academy Diploma*. Durante il periodo di apprendimento gli studenti sono chiamati a realizzare un progetto ogni settimana.

5.3 Associazione Make in Italy

L'Associazione Make in Italy, nata il 14 Febbraio 2014 su iniziativa di Massimo Banzi, Carlo De Benedetti e Riccardo Luna, si presenta come luogo di ricerca e coordinamento di iniziative volte a favorire la nascita di una cultura della personal fabrication attraverso la condivisione di conoscenze e connessioni.

Tra i servizi offerti dalla Associazione ai propri membri figura la consulenza e assistenza per i problemi di gestione più comuni. Più in generale la Associazione svolge una funzione “catalitica”, accelerando la collaborazione tra realtà affini, favorendo la condivisione di servizi comuni mediante diversi tipi di iniziative, come la attivazione di reti di fidelizzazione e di co-creazione (per progetti hardware e software). “Make in Italy” si impegna a creare una Comunità aperta i cui aderenti condividano e credano nei valori sopra espressi.

5.4 Un FabLab in ogni scuola (fondazione Nord Est)

La Fondazione Nord Est ha lanciato il progetto *Un FabLab in ogni scuola* per dare un impulso all'innovazione manifatturiera nel Nord Est e in Italia. L'iniziativa prevede una sperimentazione in alcuni istituti politecnici di Veneto, Friuli Venezia Giulia e Trentino grazie al sostegno di UniCredit e in partnership con DWS e Roland DG.

La Fondazione promuove la creazione di una rete di laboratori di nuova generazione che consentiranno agli studenti delle scuole superiori di toccare con mano le potenzialità delle tecnologie del digital manufacturing come la stampa 3D e il taglio laser.

Anche questo progetto si richiama a quello dei *digital manufacturing hub* lanciato negli Usa dal presidente Obama e già citato nella sezione 2.2..

La Fondazione Nord Est opera dando al capitale umano un ruolo fondamentale, quello di *motore per lo sviluppo di un nuovo manifatturiero*. Il focus dell'interesse è quello delle competenze tecniche e professionali, osservando con attenzione esperienze sviluppatesi a livello internazionale come i FabLab, spazi di apprendimento che consentono ai giovani di sperimentare il potenziale delle nuove tecnologie.

La fase di sperimentazione coinvolge 14 istituti scolastici di Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino e Alto Adige. Si tratta per la maggior parte di istituti tecnici, ma il progetto include anche alcuni licei.

5.5 Mak-ER (Emilia Romagna)

Mak-ER è la rete della Manifattura Digitale dell'Emilia Romagna, un progetto che intende mettere a sistema le migliori energie e aspirazioni dei makers e degli artigiani digitali dell'Emilia-Romagna.

Coordinato dalla società pubblica Aster, il consorzio della Regione Emilia-Romagna che promuove l'innovazione del sistema produttivo regionale, Mak-ER opera al fine di "favorire un processo regionale di crescita intelligente, sostenibile e inclusivo basato sul ricorso alle nuove tecnologie e sul coinvolgimento dei talenti creativi per rendere la regione stessa un polo realmente attrattivo sul tema dello smart manufacturing".

Mak-ER offre un sistema di servizi di supporto e consulenza utile a favorire i loro percorsi di affermazione, ad accreditarli nei confronti degli stakeholder nazionali e internazionali, a recepire e coordinare le opportunità di sviluppo di progetti strategici all'interno di pratiche di finanziamento europee, nazionali e regionali.

6. Conclusioni

Non esistono più dubbi sulla efficacia del processo di digitalizzazione per il recupero di competitività delle piccole imprese manifatturiere: è ampiamente condiviso il principio secondo il quale una accelerazione del processo di creazione della cultura digitale consentirebbe alle aziende e al nostro paese di guadagnare posizioni dal punto di vista della innovazione, accelerando di conseguenza anche il miglioramento dello scenario economico complessivo.

Ottenere una riduzione dei tempi della diffusione della cultura digitale richiede da un lato di lavorare sulla crescita culturale dei giovani introducendo multidisciplinarietà all'interno dei percorsi formativi, e dall'altro di intervenire sulle aziende, che devono comprendere l'importanza della adozione di processi digitali e (conseguentemente) dell'inserimento nel proprio organico di uno o più *evangelizzatori digitali*.

Per attuare questo processo sono necessari interventi di adeguamento del sistema della formazione, creando luoghi dove gli studenti possano condurre una esperienza multidisciplinare vivendo in prima persona l'intero processo di *digital fabrication*: dalla ideazione e design fino alla realizzazione del prototipo o del prodotto finito. In altre parole, sarebbe bello veder nascere anche in Italia *un FabLab in ogni scuola*, e mettere tali strutture a disposizione anche delle piccole e grandi imprese manifatturiere facilitando così la collaborazione tra due settori che in questo particolare momento storico necessitano di un percorso formativo condiviso.

Bibliografia

- [1] http://mobile.mit.edu/wp-content/uploads/2013/09/Fab-Lab-Report-Pages_Italian_2.pdf _Casalegno F., Moscati G.P (a cura di), Ente Cassa di Risparmio di Firenze, Associazione Prospera
- [2] Micelli S. (2015). "Il Nord Est alla prova della discontinuità", in Micelli S., Oliva S. (a cura di), "Nord Est 2015", Marsilio Fondazione Nord Est
- [3] http://www.fondazionenordest.net/UpLoads/Media/Sintesi_Nord_Est_2015_.pdf
- [4] Bacchetti A., Zanardini M. (2014). "Digital Manufacturing: i numeri del cambiamento tra opportunità e minacce", CSMT (Centro Competenza sui Processi Gestionali), Università di Brescia

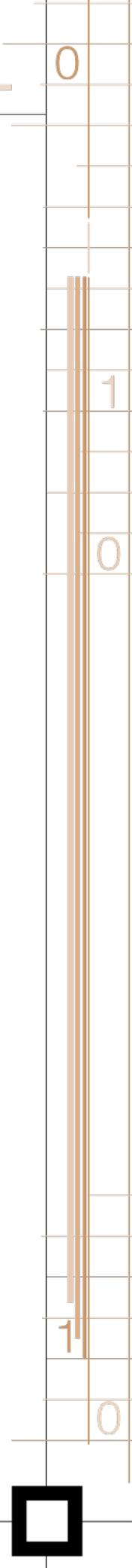
Biografia

Edoardo Calia si è laureato in Ingegneria Elettronica nel 1987 al Politecnico di Torino, dove ha anche conseguito il titolo di Dottore di Ricerca nel 1992.

Dopo alcuni anni di attività presso lo stesso Ateneo nel settore delle architetture e protocolli di rete e gestione dei relativi servizi, nel 2001 ha partecipato all'avviamento dell'Istituto Superiore Mario Boella (ISMB), di cui oggi è Vice Direttore per i Programmi Strategici.

La missione dell'Istituto include la stretta collaborazione con le aziende che desiderano introdurre nei loro prodotti e processi elementi di innovazione tecnologica basata su ICT, di cui le tecniche di fabbricazione digitale rappresentano uno degli esempi più attuali.

e-mail: edoardo.calia@ismb.it



Conoscenze informatiche e produttività nel settore industriale italiano

Pier Franco Camussone

Sommario

Questo articolo riassume le principali evidenze empiriche emerse durante la ricerca svolta da AICA e SDA Bocconi sul "costo della ignoranza informatica" nel settore industriale italiano. La dimensione di tale costo appare rilevante, ma può essere ridotta intervenendo sulla formazione degli utenti e sulla preparazione degli specialisti. Per approfondimenti si rimanda al volume di Bielli, Camussone, Sala, Sampietro pubblicato da Aica e SDA nel 2014 [18].

Abstract

This article reviews the main empirical evidence emerged during the research carried out by AICA and SDA Bocconi on the "cost of computer's ignorance" in the Italian industrial sector. The size of that cost is relevant, but can be reduced by doing user training and a better preparation of specialists. For further information please refer to the volume of Bielli, Camussone, Sala, Sampietro published by AICA and SDA in 2014 [18].

Keywords: IT cost, IT & productivity, IT user education, digital divide, IT specialist training, ECDL, EUCIP



1. Verso la società dell'Informazione

L'Unione Europa desidera sviluppare la società dell'informazione più avanzata del mondo. La società dell'informazione è un'espressione usata per indicare un ambiente in cui la generazione, la distribuzione e l'utilizzo d'informazioni rappresentano una parte rilevante delle attività economiche e socio-culturali. L'informatica e le telecomunicazioni digitali (ICT) sono l'elemento motore dello sviluppo di tale società. Grazie a queste tecnologie molte attività economiche hanno subito un forte sviluppo e la vita sociale è stata condizionata da nuovi modelli di comportamento, in cui è dominante l'uso di reti di comunicazione.

Nel mondo accademico non esiste una definizione universalmente accettata di "società dell'informazione". Tuttavia se ci si domanda quali siano le caratteristiche di questa società, che la differenziano da quelle precedenti si ottiene una certa uniformità nelle risposte. Per esempio Lyotard ha sostenuto che "la conoscenza è diventata la principale forza propulsiva della produzione di beni e servizi nel corso degli ultimi decenni" [1]. La conoscenza si è trasformata in una *commodity*. La società postindustriale ha reso la conoscenza facilmente accessibile ai profani: grazie alle nuove tecnologie informatiche le informazioni hanno cominciato a diffondersi ovunque nella società e a mettere in discussione il monopolio, precedentemente esercitato da istituzioni e strutture centralizzate.

Successivamente Stehr ha affermato che la società dell'informazione è una società in cui la maggior parte dei lavoratori dipendenti si occupa di produrre o trattare informazioni, vale a dire che ha a che fare più con le informazioni, i simboli e le immagini che con l'energia e la materia [2], [3].

Richta ha sostenuto che la società moderna si sta trasformando in una civiltà scientifica basata su servizi, istruzione e attività creative [4]. Questa trasformazione sarebbe il risultato di una trasformazione scientifico-tecnologica basata sul progresso tecnologico ed in particolare sulla crescente importanza delle tecnologie informatiche. Già prima Drucker aveva affermato che la società dell'informazione è il risultato del passaggio da una società basata sulla materia fisica ad una fondata sulla conoscenza [5]: dagli atomi ai bit avrebbe detto Negroponte qualche anno dopo [6]. Brynjolfson e McAfee, infine, hanno intravisto l'avvento di una seconda rivoluzione industriale che -grazie ai computer- cambierà in modo profondo i processi di produzione e quelli di consumo [7].

L'Unione Europea è ben cosciente dell'importanza dello sviluppo di un ambiente economico in cui le tecnologie digitali cambiano e migliorano il modo di lavorare e di vivere dei propri cittadini. Secondo i documenti ufficiali¹ *"il passaggio a un'economia digitale basata sulla conoscenza dovrà rappresentare un importante fattore di crescita, di competitività e di creazione di posti di lavoro. Esso consentirà inoltre di migliorare la qualità di vita dei cittadini e l'ambiente. Per creare questa «società dell'informazione per tutti», nel 1999 la Commissione ha avviato l'iniziativa eEurope, un programma ambizioso destinato a diffondere le tecnologie dell'informazione nel modo più ampio possibile"*.

¹ eEurope - Una società dell'informazione per tutti;
(http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/124221_it.htm)

Nel 2000 il consiglio dei Capi di Stato, che si è svolto a Lisbona, ha fissato come obiettivo strategico che l'Europa divenisse entro il 2010² la società dell'informazione più sviluppata al mondo. Questo impegno è stato rinnovato nel 2010 e tale obiettivo ha assunto la denominazione di *agenda digitale europea* a significare un impegno con scadenze temporalmente definite per raggiungere e mantenere la leadership a livello mondiale. L'agenda digitale presentata dalla Commissione Europea è una delle sette iniziative faro (pilastri) della strategia "Europa 2020", che fissa obiettivi per la crescita nell'Unione Europea da raggiungere entro il 2020. La Commissione ha anche indicato tra gli ostacoli, che mettono in pericolo il raggiungimento degli obiettivi dell'agenda digitale, la mancanza di alfabetizzazione digitale e di competenze informatiche da parte dei cittadini e specificatamente dei lavoratori.

Lo sviluppo della società dell'informazione ha determinato due conseguenze principali. In primo luogo è necessario che le infrastrutture ICT predisposte dagli specialisti funzionino in modo efficiente e affidabile. E che siano anche semplici, facili ed economiche da usare, altrimenti la loro inefficienza e instabilità si ripercuoterebbe sullo svolgimento delle attività economiche, che per essere eseguite fanno ricorso a queste infrastrutture. Se le conoscenze informatiche dei nostri specialisti fossero meno elevate di quelle che possiedono gli informatici dei paesi con cui ci confrontiamo in modo competitivo, il nostro sistema economico sarebbe penalizzato da un altro "spread" (*technology gap*), oltre a quelli che già penalizzano il nostro paese.

In secondo luogo è indispensabile che gli utenti di tali infrastrutture siano adeguatamente istruiti sul loro uso, in modo da poter sfruttare al meglio le opportunità offerte dalla società dell'informazione.

2. Produttività e ICT

Come precisato dalla Unione Europea³ "formalmente, la *produttività del lavoro* (*Labour Productivity*) corrisponde alla quantità di lavoro necessaria per produrre un'unità di un bene specifico. Da un punto di vista macroeconomico, si misura la produttività del lavoro dividendo il prodotto interno di un paese (PIL) per le persone attive (ovvero produttive). La crescita della produttività del lavoro dipende dal capitale investito in infrastrutture, dal miglioramento delle competenze della manodopera, dai progressi tecnologici e dalle nuove forme di organizzazione del lavoro (Figura. 1). Oltre alla produttività del lavoro si deve anche tener conto di un "indice di produttività totale" (*Total Factor Productivity*) che tiene conto anche del contesto ambientale, ad esempio della situazione economica generale.

² *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni Un'agenda digitale europea (2010)*

³ *Comunicazione della Commissione, del 21 maggio 2002, concernente la produttività: la chiave della competitività delle economie e delle imprese europee [COM (2002) 262 def. (http://europa.eu/legislation_summaries/enterprise/industry/n26027_it.htm)]*

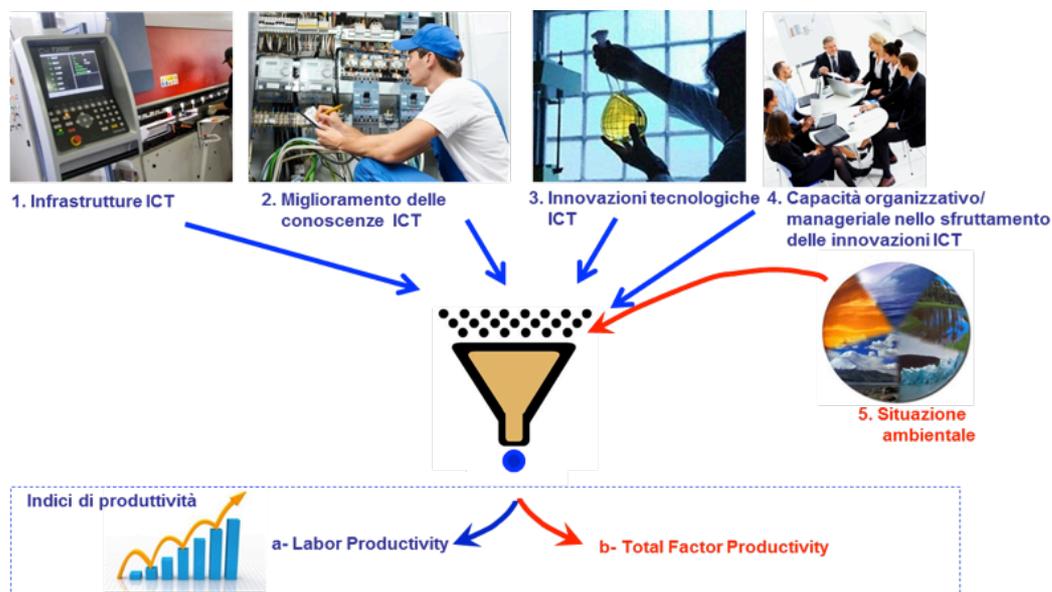


Figura 1
I fattori che influenzano la produttività del lavoro e quella totale

L'effetto dell'ICT sul PIL può verificarsi in più modi (secondo Colecchia e Schreyer [8]) anzitutto mettendo a disposizione infrastrutture che rendono più produttivo un sistema economico (ad esempio reti di computer, apparati a basso costo per accedere alle reti e così via) e contribuendo in tal modo a generare maggior valore aggiunto; in secondo luogo generando valore come settore produttivo, in grado di creare ricchezza producendo prodotti e nuovi servizi ICT. Se questo secondo aspetto è facilmente misurabile, molto più arduo è valutare il primo dei due effetti. Isolare gli effetti derivanti dall'uso delle nuove tecnologie da tutto il resto (innovazione di prodotto e di servizio, oppure innovazione di processo) è una operazione opinabile e facilmente contestabile. Per esempio quanto del successo delle compagnie di volo low cost deriva dal sistema di prenotazione e vendita diretta dei posti via Internet e quanto dal loro modello di organizzazione e offerta di servizi (taglio dei peripherals, uso di scali decentrati per ridurre le tasse aeroportuali, ecc.).

Quando si esaminano i fenomeni a livello di singola impresa è facile raggiungere la convinzione che l'introduzione dell'ICT determina un netto miglioramento della efficienza aziendale, ma quando si esamina la situazione a livello globale, gli effetti sul sistema economico nel suo complesso sono più difficili da misurare. Per esempio, se grazie all'efficienza raggiunta dalla grande distribuzione organizzata aumenta la sua quota di mercato rispetto ai negozi tradizionali, le sue maggiori vendite sono compensate dal calo di quelle dei negozi. Se un'azienda riesce, investendo in strumenti di marketing *ICT based* a conquistare una maggior quota di mercato è, probabile che ciò avvenga a discapito dei concorrenti, lasciando invariato il risultato finale del settore. Se è possibile

misurare i benefici a livello di una singola azienda, più ardua risulta la misura a livello di settore nel suo insieme.

È evidente che in una società fortemente informatizzata ci si aspetti un incremento di produttività cospicuo: poche persone dotate di computer possono sostituire molti addetti, che lavorano ancora con macchine per scrivere e telefoni tradizionali. Il fatto che ciò non sia parso subito evidente ha sconcertato molti studiosi che hanno cominciato a parlare di un inspiegabile “paradosso”.

Il paradosso della produttività è stato analizzato in un articolo di Erik Brynjolfsson [9], che ha rilevato l'apparente contraddizione tra i progressi notevoli nella potenza dei computer e la crescita relativamente lenta della produttività a livello di tutta l'economia.

Tra le possibili spiegazioni di questo paradosso quattro sembrano essere le interpretazioni più ragionevoli secondo Cristina Rossi [10]. Anzitutto l'incapacità dei manager di sfruttare adeguatamente il potenziale delle nuove tecnologie: in questo caso avrebbero ragione Hammer e Champy che, nel loro famoso libro “Reengineering the Corporation” [11], sostengono che le nuove tecnologie devono essere l'occasione per ripensare radicalmente e semplificare i processi caratteristici dell'azienda. In secondo luogo si ritiene assai difficile misurare gli aumenti di produttività legati all'ICT separandoli dagli effetti di ogni altro fenomeno economico-tecnico. È lo stesso problema che si manifesta quando si vuole misurare gli effetti di un investimento tecnologico sulla bottom line del conto economico aziendale. Se contemporaneamente la domanda di mercato è variata, la concorrenza si è acuita, i prezzi dei fornitori sono mutati e così via, è praticamente impossibile misurare empiricamente quale sia l'effetto sul risultato economico aziendale finale (bottom line) dell'investimento fatto. Una terza spiegazione fa riferimento alla redistribuzione dei profitti tra le imprese e alla loro conseguente dissipazione a livello macroeconomico: si sottolinea come le ICT possano essere benefiche dal punto di vista della singola impresa, ma si rivelino improduttive qualora si guardi a livello di settore, o dell'intera economia. Secondo questa teoria i guadagni da parte di un'impresa avvengono a spese delle altre, senza creazione di nuova ricchezza. La quarta ed ultima spiegazione fa riferimento agli studi macroeconomici riguardanti l'introduzione delle innovazioni. Se si osserva quanto si è verificato in passato nel caso di grandi innovazioni tecnologiche, quali ad esempio la macchina a vapore, l'elettricità ecc., si può constatare che al momento della loro introduzione non si siano verificati notevoli incrementi di produttività bensì modeste variazioni positive. Solo in un secondo tempo, a medio-lungo termine, come osservano Brynjolfsson e McAfee, gli incrementi di produttività misurati sono stati superiori al 5% annuo [7].

Gli effetti dei computer sulla produttività dipendono in ultima analisi, dalla capacità delle imprese di adattare la loro struttura interna, i loro processi e la loro stessa cultura alle possibilità produttive che derivano dall'adozione delle nuove tecnologie. La forma principale di tali cambiamenti dipende da quali economie di scala, di scopo e di rete sono realizzabili, ma, in tutti i casi, il successo richiede trasformazioni costose in termini di tempo e risorse (come osserva Rossi [10]).

Le serie storiche disponibili al riguardo mostrano una costante crescita degli investimenti in ICT in quasi tutti i paesi sviluppati (Tabella 1), con situazioni però assai differenziate, in cui primeggiano USA e paesi scandinavi. Non dimostrano però che a fronte di un investimento tecnologico elevato corrisponda un incremento di produttività altrettanto cospicuo: paesi che investono molto hanno miglioramenti di produttività eguali se non peggiori di altri che investono allo stesso modo, o addirittura di meno (Tabella 2).

	1980	1990	2000	2004
Danimarca	0,4	1,2	3,8	5,1
Finlandia	0,5	1,6	4,2	5,0
Svezia	0,6	1,4	5,5	4,7
Belgio	0,4	1,3	4,3	4,6
Olanda	0,4	1,0	3,1	3,7
Regno Unito	0,3	1,2	3,8	3,7
Grecia	0,3	0,6	2,6	3,5
Austria	0,6	1,0	2,6	3,4
Italia	0,4	1,2	2,7	3,4
Lussemburgo	0,6	1,6	2,6	3,2
Germania	0,6	1,2	2,8	3,0
Spagna	0,3	1,2	2,5	2,9
Portogallo	0,4	0,7	2,4	2,8
Francia	0,3	0,8	2,3	2,4
Irlanda	0,3	0,4	2,5	1,8
UE15	0,4	1,0	2,8	2,9
USA	0,9	1,8	5,3	6,2

Investimenti fissi lordi in ICT e Pil a prezzi costanti (2000). I paesi sono ordinati in base ai valori del 2004. Fonte: Elaborazioni su dati GGDC.

Tabella 1
Investimenti in ICT sul PIL (%)

Al di là di ogni discussione accademica e della ricerca di prove inoppugnabile, vi è però un diffuso *sentiment* (profonda convinzione) che le nuove tecnologie informatiche e telecomunicative siano essenziali per il miglioramento della efficienza aziendale e della produttività dei suoi processi caratteristici, ma che tale risultato dipenda sia dalle tecnologie impiegate, ma anche, e soprattutto, dalla destrezza della forza lavoro nell'utilizzarle. In sintesi la produttività dipende dagli investimenti tecnologici e dalla preparazione delle risorse umane.

Secondo dati raccolti in precedenti fasi del nostro progetto di ricerca da Bielli, Camussone, e Sala 2008 [12], quasi la metà dei lavoratori italiani svolge compiti che richiedono l'uso del computer. In Gran Bretagna, dove sussiste un contesto produttivo più avanzato, basato su servizi dipendenti dall'ICT, si calcola⁴ che circa il 60% dei lavori richieda una qualche forma di conoscenza dei computer. Il rapporto redatto dal Digital Inclusion Panel nel 2004 prevede anche che tale

⁴ <http://www.cabinetoffice.gov.uk/reports/digital/index.asp>.

percentuale salga al 90% se si considerano i possibili lavori futuri. Analoghe ricerche⁵ hanno mostrato come la maggior parte dei lavoratori veda, ormai, la capacità di utilizzare il computer come una condizione *sine qua non* per l'entrata nel mondo del lavoro. In sintesi, i *computer skills* sono considerati necessari per lo svolgimento della maggior parte dei lavori e si ritiene che lo saranno sempre di più in futuro.

	<i>Pil pro capite</i>				<i>Produttività del lavoro</i>			
	1980-90	1990-95	1995-00	2000-05	1980-90	1990-95	1995-00	2000-05
Austria	2,1	1,3	2,7	1,3	2,3	2,6	3,2	1,9
Belgium	1,7	1,2	2,4	1,3	1,9	2,3	1,6	1,3
Denmark	1,9	2,0	2,4	1,0	2,6	2,3	1,6	1,6
Finland	2,6	-1,4	4,3	1,9	3,0	2,8	2,5	1,5
France	1,8	0,8	2,4	1,2	2,9	1,7	2,1	1,8
Germany	0,8	1,2	1,9	0,7	1,4	2,8	2,5	1,2
Greece	1,1	0,6	3,2	4,0	1,0	0,6	2,0	2,8
Ireland	3,2	4,0	8,2	4,0	3,7	3,5	5,4	3,0
Italy	2,2	1,1	1,7	0,6	1,9	2,3	0,9	-0,3
Luxem-bourg	3,9	2,5	5,5	1,6	3,2	2,0	2,9	1,0
Nether-lands	1,6	1,4	3,1	0,1	1,9	1,3	0,4	0,8
Portugal	3,0	1,6	3,7	0,2	1,7	2,8	3,3	0,2
Spain	2,7	1,3	3,9	2,9	3,2	2,2	-0,2	-0,6
Sweden	1,7	0,1	3,1	2,0	1,0	2,0	2,3	2,3
U.K.	2,4	1,3	2,8	1,9	2,3	2,8	2,1	1,8
U.S.A	2,2	1,2	2,9	1,6	1,4	1,1	2,1	2,6

Tabella 2

Tassi di crescita medi annui (%) del Pil pro capite e della produttività oraria del lavoro nei paesi dell'Unione Europea e negli Stati Uniti (1980-2005)

3. Il costo dell'ignoranza informatica nella società dell'informazione

Per quanto precedentemente osservato la produttività dipende sostanzialmente dai seguenti fattori:

1. gli investimenti in tecnologia,
2. la capacità organizzativo/manageriale di sfruttare tali innovazioni, risparmiando le risorse lavorative dirette ed indirette,
3. le competenze della forza lavoro impegnata nella produzione di beni e servizi.

È evidente che, senza la disponibilità di adeguate infrastrutture tecnologiche, un paese evoluto non può dirsi tale. Senza reti in fibra, o ad alta velocità di trasmissione,

⁵ Si veda ad esempio DfES, 2002, 'Trends in the ICT access and use', <http://www.dfes.gov.uk/research/data/uploadfiles/RR358.pdf>.

che raggiungano capillarmente tutti gli operatori economici e i consumatori dei servizi c'è il rischio che la produzione e la domanda di conoscenza e di informazioni non si sviluppino oltre una certa soglia. Si tratta quindi di una condizione necessaria per l'aumento del valore aggiunto creato da un sistema economico.

Non è però una condizione sufficiente. La fibra, o i canali di trasmissione, rischierebbero di rimanere inattivi (*dark fiber*) se non vi fosse una richiesta di uso tendente a saturarli. Ne consegue che si debbano pensare nuove applicazioni/servizi da offrire tramite le nuove tecnologie. Si può sviluppare il telelavoro evitando così il pendolarismo. Si possono introdurre nuovi processi di lavoro più snelli ed efficienti, che assorbono meno risorse lavorative, in modo da riorientare i dipendenti verso attività più creative e a più alto valore aggiunto. In altri termini si devono ripensare i processi produttivi per trarre vantaggio dalle opportunità offerte dalle nuove tecnologie.

Infine, ed è questa la buccia di banana su cui si rischia di scivolare, si deve disporre di risorse umane in grado di lavorare in modo appropriato con le tecnologie su cui abbiamo investito. Ne consegue che tutti i lavoratori della società dell'informazione devono essere capaci di utilizzare al meglio e con grande efficacia le nuove tecnologie informatiche e telecomunicative.

Se non siamo in queste condizioni, e molti lavoratori usano male, o non adeguatamente, le nuove tecnologie, siamo di fronte ad un altro dei *gap* che rischiano di separare il nostro paese da quelli più avanzati sulla strada della realizzazione della società dell'informazione.

AICA e la Scuola di Direzione Aziendale (SDA) della Bocconi hanno lanciato un piano di ricerca pluriennale tendente a valutare se le competenze informatiche di specialisti e utenti di ICT sono adeguate a quanto richiesto per lo sviluppo della società dell'informazione.

Gli studi effettuati nel contesto italiano ([12], [13], [14], [15], [16], [17]) hanno evidenziato un costo rilevante per il sistema paese, e per i singoli settori economici, derivante dalla impreparazione dei lavoratori nell'uso degli strumenti informatici.

I risultati sono stati ottenuti svolgendo una indagine empirica, intesa a misurare il tempo lavorativo che le persone passano al computer, la frazione di tale tempo persa (che cioè risulta improduttiva) e le motivazioni che la determinano.

In tutti i settori esaminati si è riscontrato che il tempo lavorativo passato a contatto con i computer non scende mai al di sotto del 60%, e nei comparti più informatizzati si arriva anche all'80%. La percentuale del tempo perso al computer in modo improduttivo è in generale compresa tra i 40 e i 90 minuti alla settimana. Tale valore risulta però derivare per il 70% da disfunzioni delle infrastrutture (caduta di linee, rete ferma, computer guasto, software che non funziona e così via) e per il 30% da difficoltà derivanti da incapacità di svolgere il lavoro con lo strumento informatico di cui si dispone. In molti casi si sospende il proprio lavoro per soccorrere un collega in difficoltà, il che significa che quando non si sa come fare, non solo ci si ferma, ma si riduce la produttività di chi è vicino. Quindi il costo dell'ignoranza informatica vera e propria è rappresentato da una frazione di circa un terzo del tempo dichiarato come "perso" ogni settimana al computer.

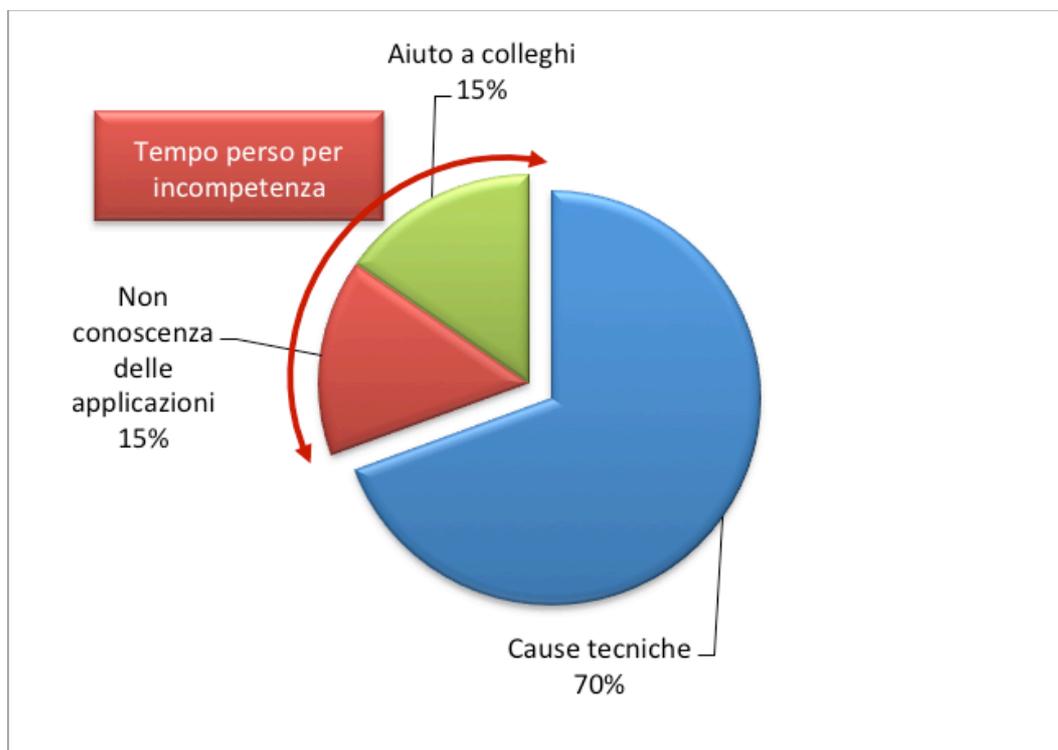


Figura 2
Scomposizione del tempo di lavoro al computer improduttivo

Nella Tabella 3 sono riportati i valori ottenuti nelle campagne di ricerca effettuate in Italia da AICA, raffrontati anche con alcuni valori misurati con metodi comparabili in alcuni contesti stranieri di riferimento. Sembrerebbero cifre piuttosto modeste per ogni addetto di settore, ma se si considera il valore economico di tale perdita di tempo per un intero settore si raggiungono valori tutt'altro che trascurabili. Come si può vedere si tratta di 5,8 miliardi di € all'anno per l'intero settore economico italiano, che poi è stato successivamente scomposto in quote relative a settori specifici calcolato in indagini specifiche. Per esempio nel caso della Pubblica amministrazione centrale il costo varia da 151 a 277 milioni di € l'anno, a seconda che si faccia rientrare nella pubblica amministrazione centrale gli addetti degli Enti, che ad essa fanno riferimento, oppure ci si attenga ai soli ministeri. Il settore industriale italiano (qui inteso come insieme d'impresе che producono beni fisici e delle aziende di logistica che ad esse fanno riferimento) si segnala per un costo di circa un miliardo di € l'anno. A questo punto un quesito legittimo è se tale improduttività si possa o no ridurre.

Contesto	% del tempo di lavoro passata al computer	% del tempo di lavoro persa al computer	Costo annuo per addetto del tempo perso al computer	Costo annuo del tempo perso per ignoranza informatica		Fonte
				Per ciascun addetto	Per tutti gli addetti del settore (€)	
Aziende USA			3.400 \$	2.600 \$		Kierwin, Mieritz 2002
Aziende Scandinave	60%	7,13%	3.209 €	2.567 €		Nielsen 2002
Sistema economico italiano			2.564 €	885 €	5.860 Mil €	Camussone, Occhini 2003
Settore Sanità italiana (impiegati)	67%	7,90%	2.842 €	855 €	287 Mil €	Borgonovi, Camussone, Occhini 2004
Settore bancario italiano	80%	2%	1.124 €	237 €	104 Mil €	Camussone, Occhini, Santececca 2006
PA centrale italiana	61%	3,2%	1.439 €	561 €	151-277 Mil €	Bielli, Camussone, Sala 2008
PA locale italiana	70%	2,2%	989 €	346 €	205 Mil €	Bielli, Camussone, Sala 2011
Settore industriale	73,5%	1,7%	690 €	242 €	1.035 Mil €	Bielli, Camussone, Sala, Sampietro 2014

Tabella 3
Il costo dell'improduttività per chi lavora al computer

4. Formazione informatica e produttività degli utenti

A questo proposito i ricercatori hanno formulato l'ipotesi che vi sia una relazione di causa-effetto tra conoscenze informatiche possedute e capacità di usare meglio gli strumenti informatici. Per conseguenza ad una maggiore padronanza degli strumenti informatici dovrebbe corrispondere una più elevata produttività individuale e aziendale. In base a quanto già riscontrato nelle precedenti campagne di ricerca sono state formulate le seguenti tesi:

- I. la formazione informatica può aumentare il livello delle conoscenze informatiche e contribuire pertanto alla riduzione del cosiddetto costo dell' "ignoranza informatica" nel settore industriale
- II. l'aumento delle conoscenze informatiche, determinato dalla formazione, può aumentare l'efficienza delle persone che lavorano al computer (riduzione del tempo di svolgimento del lavoro) aumentando la produttività individuale e -per conseguenza- l'efficienza del settore industriale nel suo complesso.

Come nelle precedenti campagne di ricerca si è cercato di capire se la situazione potesse migliorare colmando le lacune conoscitive dell'utenza con interventi di formazione sugli strumenti informatici. Anche in questo caso si è

scelto di utilizzare l'ECDL⁶ come corso di formazione, in ragione del suo livello di standardizzazione, diffusione e accettazione da parte degli organismi europei. Sono state formate classi di circa una quindicina di persone ciascuna e sono stati erogati ai partecipanti i corsi di preparazione al conseguimento della patente europea (ECDL).

I corsi prevedono dei test per verificare il livello di conoscenza di uno strumento software. Tale livello è misurato da un punteggio su una scala che va da 0 (nessuna conoscenza) a 100 (conoscenza completa dello strumento). I partecipanti ai corsi hanno eseguito i test di valutazione del loro grado di conoscenza degli strumenti informatici sia prima, che dopo il corso. La variazione del punteggio ottenuto rappresenta l'incremento di conoscenza derivante dalla partecipazione al corso.

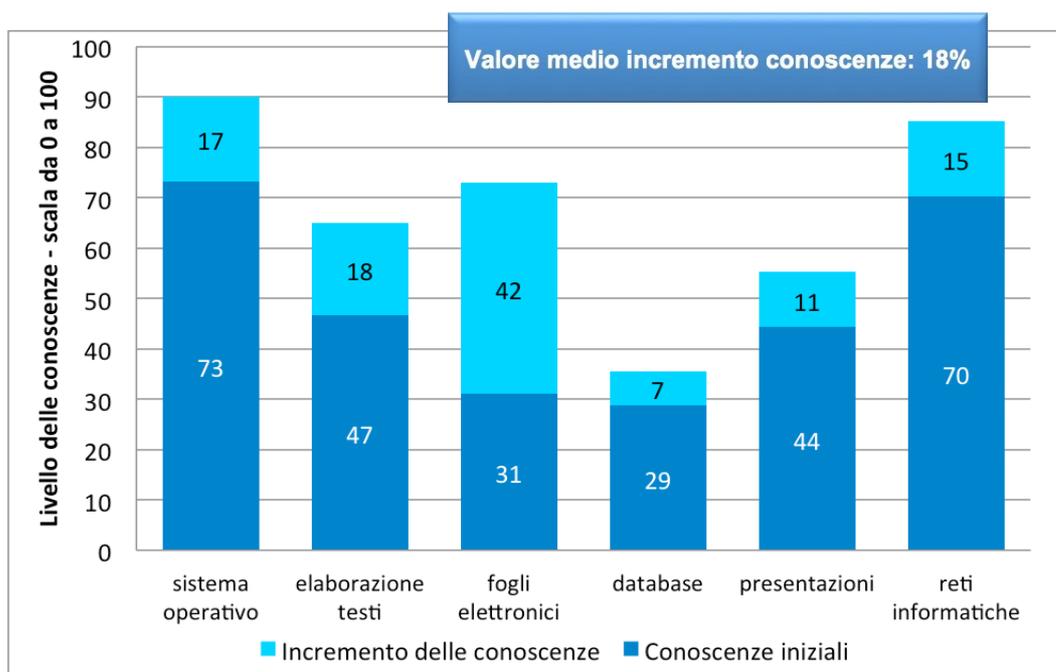


Figura 3
Stato delle conoscenze dei diversi moduli ECDL prima e dopo il corso

Come si può vedere dalla Figura 3, prima del corso il livello delle conoscenze informatiche del campione era già piuttosto elevato, posizionandosi per i diversi moduli tra il 29% (per i moduli meno utilizzati abitualmente come la gestione dei data base e gli strumenti di *effective presentation*) e il 70% del valore massimo della scala per il *sistema operativo* e la posta elettronica, con un valore medio complessivo di 49/100. Questo valore di conoscenze iniziali sta ad indicare un

⁶ *European Computer Driving Licence: corso per l'ottenimento della certificazione (patente) europea di uso del computer; per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 3.*

buon livello di alfabetizzazione del campione sottoposto ai test. In altri termini i dipendenti del settore industriale dispongono già di una base di conoscenze che consente loro di usare gli strumenti informatici. In questo caso i corsi ECDL dovrebbero servire a sistematizzare e completare le conoscenze, che spesso si sono sviluppate in base ad autoistruzione e ad esperienze maturate sul campo. D'altro canto non è pensabile che persone che trascorrono circa il 73% del proprio tempo lavorativo davanti ad un computer possano essere del tutto impreparate nell'uso del software di produttività personale.

Nel caso del settore industriale i corsi ECDL producono buoni risultati, ma non così elevati come nel caso di ambienti meno acculturati informaticamente, perché le conoscenze di partenza sono approssimativamente vicine al 50% del massimo raggiungibile. Si ha pertanto a che fare con una "classe" di partecipanti già preparati, che quindi conosce gli strumenti, ma che ha ancora qualcosa da imparare (Tabella 4).

<u>Settori</u>	<u>Livello delle conoscenze iniziali</u>	<u>Livello delle conoscenze finali</u>	<u>Variazione</u>
<u>Aziende Italiane</u>	40	60	+20
<u>Settore Sanitario</u>	25	43	+18
<u>Settore Bancario</u>	77	93	+16
<u>Settore Pubblico centrale</u>	53	82	+29
<u>Settore Pubblico locale</u>	53	76	+23
<u>Settore industriale</u>	49	68	+19

Tabella 4

Gli effetti della formazione sul livello delle conoscenze informatiche (scala delle conoscenze: 0 – 100)

In seconda istanza si è misurato il tempo impiegato dai partecipanti ai corsi di formazione nello svolgimento dei test prima e dopo aver frequentato i corsi medesimi. Come si può vedere dalla Figura 4 per quattro argomenti del corso si è effettivamente riscontrata una diminuzione del tempo, di circa il 7%. Mentre nel caso della gestione del Data Base e degli strumenti di presentazione il risultato è stato un allungamento del periodo di svolgimento del test. Questo può spiegarsi tenendo conto che i partecipanti sono risultati poco acculturati su questi argomenti e poco interessati ad approfondirne l'uso perché nelle loro aziende tali software erano poco utilizzati.

Comunque, dalle misure empiriche sul campione di individui che ha affrontato i test si è rilevata una riduzione media del 3% nel tempo di svolgimento delle varie attività sul computer per effetto del corso di formazione frequentato. A questo punto è lecito domandarci quali effetti si determinerebbero se questo risultato si potesse estrapolare alla realtà lavorativa di tutti gli addetti che usano l'informatica nel settore industriale italiano; in questo modo potremmo valutare gli effetti economici della formazione, ovvero il cosiddetto "ritorno della formazione".

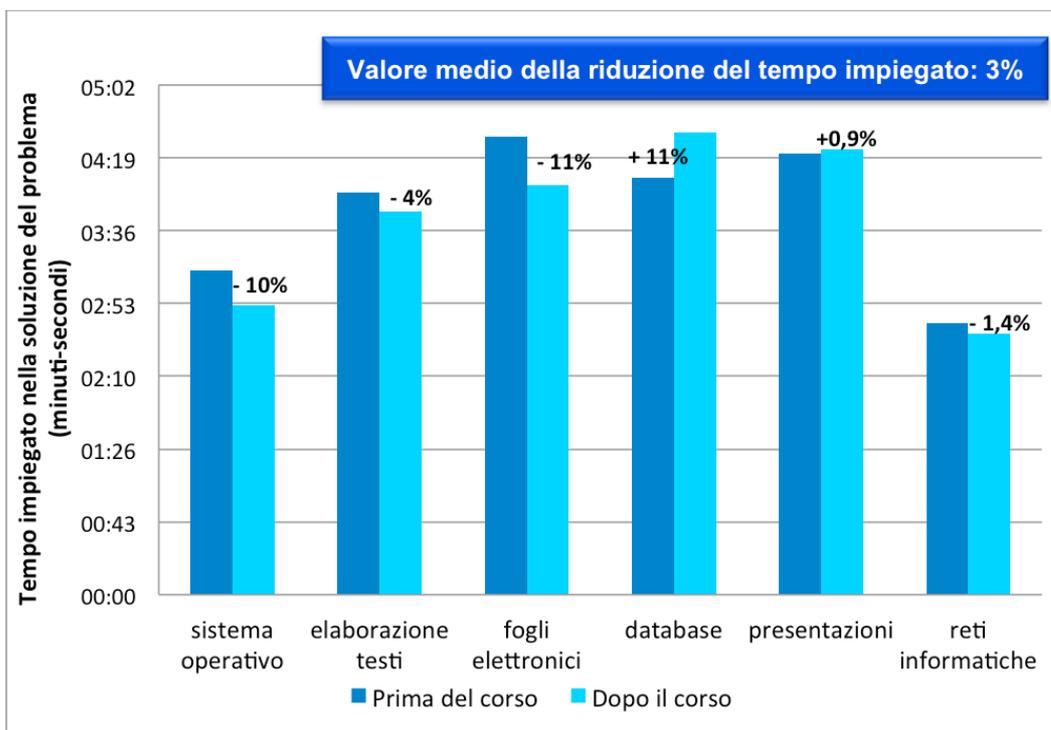


Figura 4
Tempo impiegato nella risoluzione di problemi prima e dopo il corso

In Tabella 5 sono riportati i calcoli che si riferiscono all'aumento di efficienza sul lavoro delle diverse categorie di occupati nel settore industriale. Come si può vedere un miglioramento di efficienza del 3% delle attività informatizzate produrrebbe un risparmio di oltre tre miliardi di euro l'anno.

	Totale informatizzati	Imprenditori e Dirigenti	Quadri	Impiegati	Operai
Occupati informatizzati	4.413.367	221.776	236.540	2.017.772	1.020.545
Tempo di lavoro passato al computer		66%	73%	81,40%	30%
Tempo di lavoro passato al computer in ore settimanali		26,4	29,2	32,56	12
Incremento di efficienza		3%	3%	3%	3%
Aumento di produttività in ore alla settimana		0,792	0,876	0,9768	0,36
Aumento di produttività in ore all'anno (settim. lavorat. 44)		34,848	38,544	42,9792	15,84
Costo aziendale (€)		100.000	48.500	45.600	36.200
Costo orario (ore lavorative annue 1760)		56,8	27,6	25,9	20,6
Costo risparmiato per l'incremento di produttività (aumento di produttività per ogni occupato informatizzato)		1.980	1.062	1.114	326
Valorizzazione dell'incremento di produttività del settore		439.116.876	251.240.961	2.246.894.046	332.493.561
Totale dell'incremento di produttività dell'intero settore		3.269.745.444			

Tabella 5
Calcolo del miglioramento della produttività nel settore del settore industriale per effetto della formazione informatica
(Fonte: elaborazione SDA Bocconi su dati ISTAT)

I benefici tangibili della formazione informatica, oltre a consistere in un aumento di produttività nel lavoro svolto con il computer, riguardano anche la riduzione del tempo perso al computer per ignoranza sull'uso dello strumento, fenomeno questo che in letteratura [13] è indicato con l'espressione "costo dell'ignoranza informatica". Nel caso del settore industriale tale perdita di tempo è stata quantificata in 242 euro all'anno per ogni impiegato che usa il computer (Tabella 3). Tale valore può ridursi per effetto della formazione informatica, anche se non si può pensare che tutti i dipendenti raggiungano una perfetta conoscenza degli strumenti informatici, tale da evitare qualsiasi effetto derivante dalla "ignoranza informatica". Dal momento che i test effettuati sul campione dei dipendenti pubblici hanno mostrato un incremento medio del livello delle conoscenze informatiche del 18% (Figura 3) si può ragionevolmente ritenere che di una percentuale equivalente si riducano le occasioni di perdita di tempo a causa della ignoranza informatica. Si può quindi calcolare a che cosa equivale, in termini economici, una riduzione del 18% del tempo perso per ignoranza informatica dai dipendenti del settore industriale (Tabella 6).

	Totale informatizzati	Valore annuale del tempo perso per impreparazione informatica pro capite (€)	Percentuale del tempo perso recuperabile con la formazione informatica	Valore annuale del tempo perso per ignoranza recuperabile con la formazione	Valore annuale del tempo perso per ignoranza recuperabile per tutto il settore
Settore industriale in senso lato	4.413.367	242	18%	43,56	192.246.275

Tabella 6

Calcolo della riduzione del costo della impreparazione informatica nel settore industriale per effetto della formazione informatica

Il ritorno economico della formazione informatica, per quanto concerne la riduzione del tempo perso per ignoranza, non è comparabile con quanto si ottiene come miglioramento nella produttività del lavoro sul computer. Nel caso degli occupati del settore industriale si otterrebbe -per ogni addetto- un beneficio di circa 43 euro l'anno, a fronte di un aumento di produttività ben superiore ai 1000 euro per ogni dirigente, quadro o impiegato (Tabelle. 5 e 6).

La ricerca empirica sui ritorni della formazione informatica basata sul corso ECDL porta quindi alla seguente conclusione: nel settore industriale gli addetti sono già abbastanza "alfabetizzati" dal punto di vista informatico, e quindi i benefici maggiori della formazione non derivano dalla riduzione della "ignoranza informatica", quanto piuttosto dall'aumento di produttività nell'uso del computer, che consegue ad un maggior livello di conoscenza degli strumenti software.

In Tabella 7 sono riportati i valori economici dei risparmi di tempo derivanti dalla formazione, e -come si può vedere- il risparmio di tempo nell'uso del computer (aumento di produttività pro capite) è di un ordine di grandezza di circa 10 volte superiore al valore della riduzione del tempo perso per incompetenza informatica.

	Totale informatizzati	Valore annuale dell'incremento di produttività per effetto della formazione informatica (€)	Valore annuale del tempo perso per ignoranza recuperabile con la formazione (€)	Valore annuale del ritorno della formazione informatica per tutto il settore (€)
Settore industriale in senso lato	4.413.367	3.269.745.444	192.246.275	3.461.991.719

Tabella 7

Il ritorno complessivo della formazione informatica (ECDL) nel settore industriale

Infine, la ricerca ha cercato di rilevare il punto di vista degli utenti sugli effetti della formazione. Sempre tramite un questionario strutturato gli utenti sono stati invitati a indicare gli effetti percepiti dopo aver frequentato un corso di formazione sugli strumenti informatici. Le risposte hanno messo in evidenza la prevalenza di due differenti tipologie di conseguenze (Figura 5). La prima riguarda il miglioramento della modalità di svolgimento del proprio lavoro. A tal proposito sono stati indicati i seguenti effetti percepiti:

- un miglioramento della qualità dei risultati del proprio lavoro,
- la riduzione del tempo di lavoro,
- la possibilità di svolgere compiti nuovi e più interessanti grazie alla padronanza dell'ICT.

Il secondo insieme di conseguenze, percepite in modo significativo, si riferisce alla riduzione del senso di frustrazione che precedentemente provavano gli intervistati quando dovevano lavorare con il computer. A tal proposito sono stati indicati i seguenti effetti derivanti dalla formazione informatica:

- una riduzione del tempo improduttivo, ovvero "perso" al computer,
- la maggior soddisfazione nello svolgimento del proprio lavoro con il computer,
- la riduzione della dipendenza da colleghi più esperti in caso di difficoltà.

Dalla osservazione di quanto illustrato in Figura 5 appare evidente che chi partecipa a corsi di formazione percepisce due differenti tipologie di effetti: da un lato avverte una sensazione di crescita della produttività del proprio lavoro e dall'altro sente aumentare la consapevolezza delle proprie capacità di lavoro.

I benefici della formazione, quindi, sono apprezzabili sia sotto il profilo economico, che sotto quello motivazionale (dei dipendenti). Per il primo aspetto (Tabella 5) si stima che ogni dirigente adeguatamente formato possa dar luogo ad un miglioramento di efficienza produttiva di circa 1.980 € all'anno, ogni quadro un incremento di circa 1.062 € e ogni impiegato un aumento di circa 1.114 €. A questi valori si deve aggiungere per ogni dipendente formato 43,56 euro corrispondenti al costo evitato per incapacità nell'uso degli strumenti informatici. Si ottiene così un valore di aumento di produttività annuale di circa

1600 € per ogni soggetto formato che consente di calcolare il *Return of Investment* (ROI) della formazione, rapportando i benefici ottenuti che si presume si manifestino per almeno tre anni con il costo di erogazione del corso di circa 350 € per partecipante. Ne deriverebbe un valore assolutamente eccezionale pari a

$$\frac{\text{Valore del beneficio netto}}{\text{Valore del costo sostenuto}} = \frac{1.600€ \cdot 3}{350 €} = \frac{3.300 €}{350 €} = 13,71 (1.371\%)$$

A ciò deve essere aggiunta una valutazione dei benefici di tipo “soft” derivanti dalla formazione, quali ad esempio la maggior soddisfazione sul lavoro da parte di chi usa in modo più consapevole gli strumenti informatici, la crescita del potenziale esprimibile sul lavoro da parte di chi ha accresciuto il proprio livello di conoscenza, la sensazione di sicurezza nel risolvere problemi prima ritenuti troppo difficili e così via.

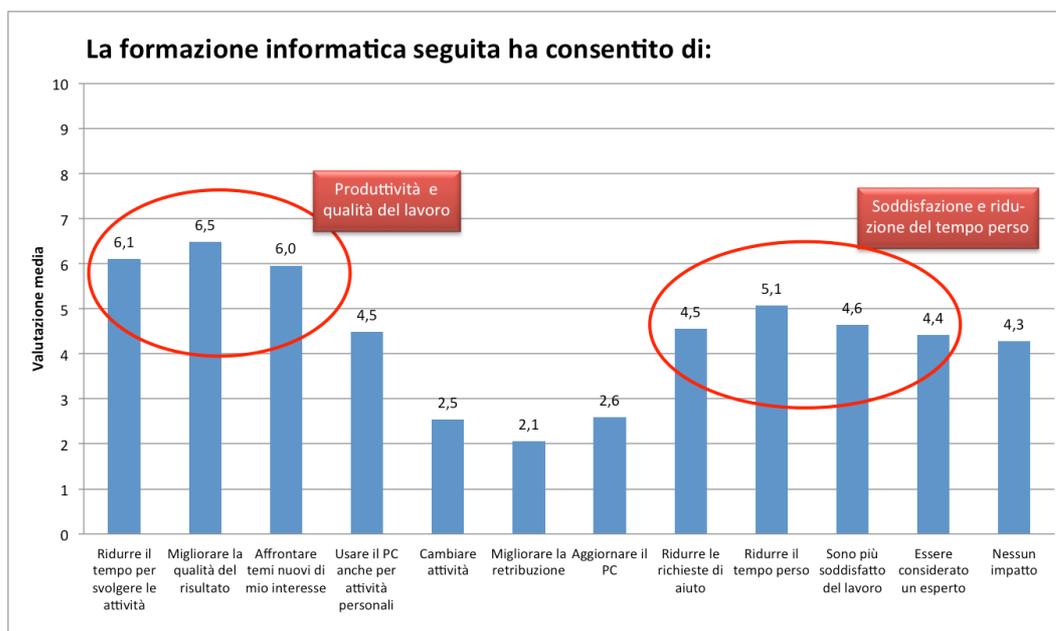


Figura 5
Gli effetti derivanti dalla formazione informatica secondo gli utenti

5. Le responsabilità degli specialisti informatici

L'improduttività che si manifesta durante il lavoro al computer è solo per il 30% addebitabile all'ignoranza informatica degli utenti. La maggior parte deriva da disfunzioni, o indisponibilità della infrastruttura informatica. I ricercatori hanno pensato che sarebbe stato interessante analizzare le origini e le cause di quel restante 70% di tempo improduttivo che che in Figura 2 viene indicato come risalente a “cause tecniche”.

Per avere qualche informazione al riguardo abbiamo analizzato le chiamate che gli utenti fanno all'help-desk in cerca di aiuto quando si trovano in difficoltà. Alcune aziende⁷, che hanno partecipato alla ricerca, hanno fornito la registrazione delle chiamate all'help-desk da parte degli utenti per più mesi consecutivamente. Le chiamate (depurate da quelle che segnalano la necessità di modificare il software applicativo per tener conto di adeguamenti al contesto o di errori di funzionamento si possono ricondurre a 7 diverse tipologie (Figura 6):

1. lacune di conoscenze che dovrebbero essere possedute dall'utente,
2. malfunzionamenti derivanti dalla progettazione, o gestione della infrastruttura e delle applicazioni (cattiva configurazione, tuning non svolto, tempi di risposta inaccettabili, ecc.),
3. problemi attinenti le procedure di sicurezza (perdita di password, precauzioni non rispettate per cui si è stati colpiti da virus, perdita di dati - da ripristinare- perché non si è provveduto ad effettuare il back-up, ecc.),
4. malfunzionamenti dell'hardware o del software di base del PC,
5. malfunzionamenti della rete,
6. problemi concernenti i dispositivi mobili (notebook, tablet, palmari, ecc.).

I malfunzionamenti di tipo 1 e 3 sono ragionevolmente attribuibili a scarse competenze degli utenti: se fossero più preparati, o più attenti a seguire le procedure consigliate, potrebbero non cadere in questi inconvenienti.

I malfunzionamenti di tipo 2 sono in parte attribuibili a incompetenza degli specialisti: ciò si evince leggendo le diagnosi che accompagnano le richieste (*tickets*) e soprattutto i commenti che vengono registrati a chiusura dell'intervento. Ma vi sono anche dei malfunzionamenti che non sono esplicitamente imputabili a un errore di chi gestisce l'infrastruttura, si tratta comunque di anomalie o disfunzioni che richiedono l'intervento di specialisti, che non hanno anticipato i problemi che potevano sorgere in fase operativa. Questa categoria di cause d'interruzione del lavoro degli utenti è stata classificata come "*defaillance da correggere*". Secondo quanto ammesso da chi interviene poi su richiesta degli operatori di help-desk, anche questi problemi si sarebbero potuti evitare se gli specialisti «ci avessero pensato prima».

Infine, per completare la classificazione, è stata rilevata l'entità delle richieste derivanti da problemi sui dispositivi mobili, ovvero portatili.

Dall'esame del grafico di Figura 6 appare evidente che i veri e propri guasti di rete, o di hardware elaborativo, rappresentano solo il 18% delle chiamate degli utenti. Il 27% delle chiamate deriva da lacune nelle conoscenze degli utenti, cui si dovrebbero sommare anche un 11% di chiamate che derivano da non osservanza delle procedure di sicurezza. Nell'insieme, se gli utenti fossero ben preparati all'uso degli strumenti, cioè fossero stati adeguatamente istruiti, si dovrebbe ridurre quel 38% di chiamate, che attualmente deriva dalla loro insufficiente preparazione.

⁷ Si tratta di 5 grandi aziende che hanno fornito la registrazione delle chiamate all'help desk di due mesi consecutivi nel corso del 2013 per un totale di oltre 100.000 tickets.

L'ignoranza degli utenti rappresenta il 38% delle disfunzioni per cui si ricorre all'help-desk, mentre il 42,5% degli inconvenienti segnalati può essere fatto risalire a impreparazione, o leggerezza di comportamento degli specialisti.

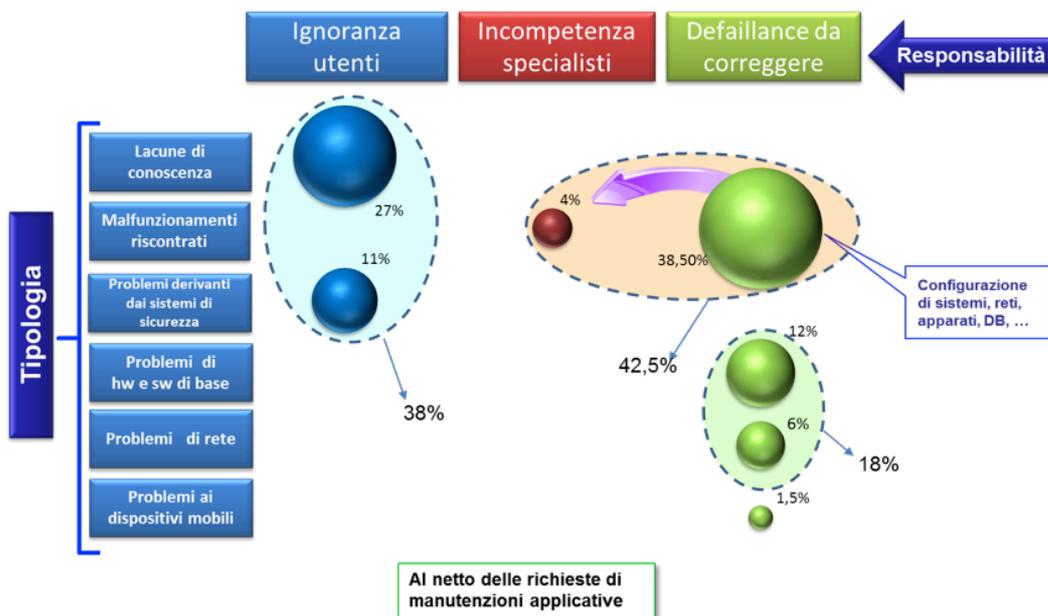


Figura 6

Le cause di interruzione del lavoro al computer in base alle chiamate all'help-desk. (valori depurati dalle richieste di manutenzioni sugli applicativi)

Se possiamo ridurre, come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, le conseguenze della ignoranza degli utenti con interventi di formazione, è lecito domandarsi se gli specialisti siano preparati per i loro compiti e se siano sufficientemente istruiti.

A tal fine, vista la rilevanza del fenomeno segnalato dall'help-desk, si è pensato di sottoporre un questionario agli specialisti per appurare il livello della loro preparazione. Tale questionario è stato suddiviso logicamente in tre parti: inizialmente si acquisiscono informazioni sui rispondenti (per esempio che ruolo svolgono in azienda, se sono manager, sviluppatori di applicazioni o sistemisti di infrastrutture). In una seconda parte si rileva il profilo tecnologico dell'ente in cui il rispondente lavora, infine nell'ultima parte si chiede di dichiarare il livello delle proprie competenze tecniche (auto-assessment). Nonostante questo metodo comporti di solito una sopravvalutazione delle proprie competenze in questo caso le risposte ottenute sono state preoccupanti. Per esempio pochissimi specialisti hanno ottenuto certificazioni tecniche da enti qualificati (Figura 7).

Proseguendo si scopre una situazione sorprendente: per ammissione degli stessi intervistati la loro preparazione è quasi sempre inferiore al profilo ottimale richiesto (Figura 8), con aree di carenze conoscitive assai pronunciate che riguardano la gestione e il tuning dei Data Base e il governo della posta elettronica.

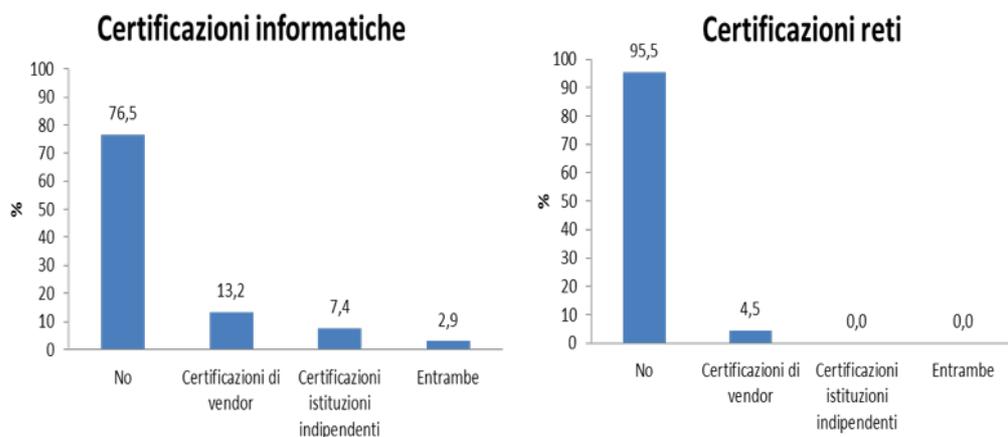


Figura 7
Certificazioni possedute dagli specialisti

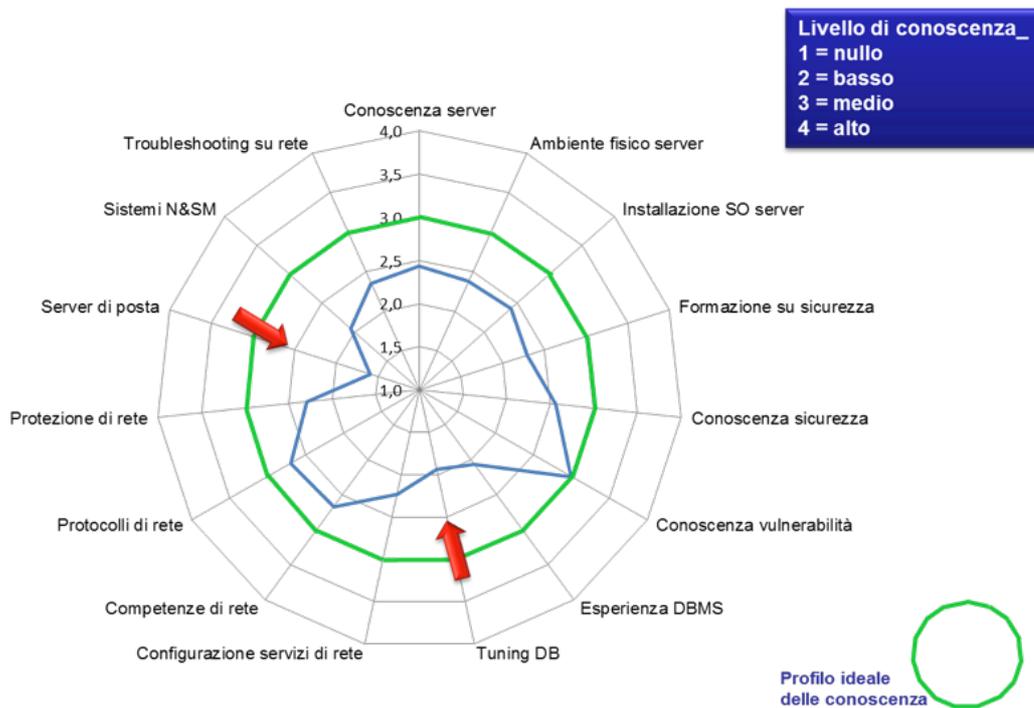


Figura 8
Le conoscenze tecnologiche possedute mediamente dagli specialisti che svolgono attività di gestione

Nel riflettere sul grado di preparazione generale degli specialisti informatici non può sfuggire che il loro livello medio di conoscenze raggiunge il valore di 2,5 su una scala che va da 1 a 4; un livello non esaltante e che può essere considerato una sufficienza, ma non di sicuro una eccellenza. E si ricordi che stiamo considerando il risultato di una autovalutazione, pur effettuata con domande precise e circostanziate, ma non una valutazione tramite test sulla conoscenza effettiva!

Questa situazione potrebbe spiegare l'elevata incidenza delle chiamate all'help desk per mancanze imputabili agli specialisti, e dovrebbe richiedere un'attenzione maggiore sul livello di formazione dei sistemisti.

Questi risultati sono preoccupanti non solo laddove l'attività sistemistica è svolta dal personale interno, ma anche laddove è affidata in outsourcing, poiché le competenze tecniche sono indispensabili per elaborare capitolati di servizio in grado di tutelare appropriatamente la propria azienda.

La riduzione di quella parte significativa di costi dell'ignoranza dovuta ai tecnici, può essere ottenuta con un piano di formazione finalizzato ad allineare le loro competenze al modello e-CF⁸, che fa riferimento alle best practices, e con il pretendere che il personale dei provider esterni sia a sua volta allineato a tale standard, documentabile attraverso una specifica certificazione.

Bibliografia

- [1] Lyotard, J.F. (1984): *The postmodern condition: A report on knowledge*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN (1984).
- [2] Stehr, Nico (1994): *Arbeit, Eigentum und Wissen*; Suhrkamp.
- [3] Stehr, Nico (2002): *Knowledge & Economic Conduct*; University of Toronto Press.
- [4] Richta, Radovan (1977): *The Scientific and Technological Revolution and the Prospects of Social Development*. In: Ralf Dahrendorf (Ed.) (1977) *Scientific-Technological Revolution. Social Aspects*. Sage.
- [5] Drucker, Peter (1969): *The Age of Discontinuity*; Heinemann
- [6] Negroponte, Nicholas (2004): *Essere digitali*; Sperling & Kupfer
- [7] Brynjolfson e McAfee (2014): *The second machine age*, Norton.
- [8] Colecchia A., Schreye P. (2001): *ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: is the United States a unique case? A comparative study of nine OECD countries*; OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2001/7

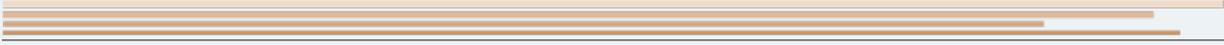
⁸ Lo European e-Competence Framework (e-CF) fornisce un riferimento di 40 competenze richieste e praticate nel contesto lavorativo dell'Information and Communication Technology (ICT); l'uso di un linguaggio condiviso per descrivere competenze, skill e livelli di proficiency lo rende facilmente comprensibile in tutta Europa. L' e-CF come sistema di classificazione costituisce un importante punto di riferimento anche per lo standard del CEPIS EUCIP, che risulta pienamente compatibile con le indicazioni del nuovo framework. CEPIS e AICA, in collaborazione con gli esperti del Tavolo CEN/ISSS, hanno infatti contribuito alla definizione del nuovo Framework Europeo mettendo a disposizione, attraverso Fondazione Politecnico di Milano, la ricca esperienza insieme maturata per la messa a punto dello standard indipendente EUCIP.

- [9] Brynjolfsson, Erik, and Lorin Hitt (2003). "Computing Productivity: Firm Level Evidence". MIT Sloan Working Paper No. 4210-01.
- [10] Rossi, Cristina (2006): *L'impatto delle ICT sui fondamenti dell'economia: produttività, occupazione, crescita*; Laboratory of Economics and Management Paper Series - Sant'Anna School of Advanced Studies
- [11] Hammer M., Champy J. (1993), *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*, Harper Business
- [12] Bielli P., Camussone P.F., Sala F. (2008): *L'ignoranza informatica: Il costo nella pubblica amministrazione centrale*, EGEA 2008
- [13] Camussone P.F., Occhini G. (2003): *Il costo dell'ignoranza nella società dell'informazione*, ETAS, 2003
- [14] Borgonovi E., Camussone P.F., Occhini G. (2004): *L'ignoranza informatica: il costo nella sanità*; McGraw-Hill , 2004
- [15] Camussone P.F., Occhini G., Santececca D. (2006): *Competenze digitali e produttività nel settore bancario italiano*; McGraw-Hill , 2006
- [16] Camussone P.F., Occhini G., Sala F. (2006): *Le conoscenze informatiche in Italia: Siamo pronti per la società dell'informazione?*; Egea, 2006
- [17] Bielli P., Camussone P.F., Sala F. (2011): *L'ignoranza informatica: Il costo nella pubblica amministrazione locale*, EGEA 2011
- [18] Bielli P., Camussone P.F., Sala F., Sampietro M. (2014): *L'ignoranza informatica: Il costo per il sistema industriale*, AICA SDA, 2014

Biografia

Pier Franco Camussone è Professore Ordinario di "Organizzazione e sistemi informativi" presso l'Università di Trento. In passato è stato Direttore dell'Area Sistemi Informativi della SDA Bocconi. E' membro di comitati scientifici di diverse riviste (tra cui *Economia e Management*, *Mondo Digitale*) e autore di numerosi libri e pubblicazioni riguardanti i sistemi informativi e l'impiego delle nuove tecnologie informatiche in chiave strategica ed organizzativa. E' inoltre consulente per grandi aziende e gruppi bancari sull'uso delle nuove tecnologie informatiche e telecomunicative.

e-mail: pierfranco.camussone@unibocconi.it



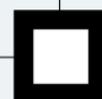
Innovazione 3D: una chance per le piccole imprese italiane

Intervista ad Alessandra Benedini

Alessandra Benedini, specialista di ricerca presso Prometeia, si occupa di indagini in ambito industriale-economico e, in particolare, dell'impatto delle nuove tecnologie sulle attività imprenditoriali.

D. Il settore manifatturiero italiano è in difficoltà da diversi anni e, tra i vari motivi, c'è l'evoluzione tecnologica. La dimensione dell'impresa ha avuto un ruolo nel gestire l'impatto delle nuove tecnologie ?

Nell'ultimo decennio le piccole imprese si sono trovate ad operare all'interno di uno scenario competitivo radicalmente diverso rispetto al passato. Da un lato, infatti, la competizione si è inasprita in seguito ai processi di globalizzazione, che hanno esposto alla concorrenza dei nuovi produttori anche le imprese attive solo sul mercato interno. Dall'altro, il contesto di domanda è mutato profondamente in seguito al crollo dei consumi e degli investimenti interni, che le ha obbligate ad affidare la crescita ai mercati internazionali. Tali mutamenti hanno imposto alle imprese italiane di accelerare i processi di internazionalizzazione e innovazione, ampliando significativamente il numero di mercati esteri serviti e la gamma di prodotti esportati. Le grandi imprese sono risultate mediamente più attrezzate per operare nel nuovo contesto e gestire i processi di riorganizzazione internazionale di produzione e vendita, mentre le piccole - e in particolare quelle dipendenti principalmente dagli ordini interni e prive di un marchio riconosciuto - hanno accusato maggiori difficoltà, mostrando un forte calo di redditività e produttività rispetto ai livelli con cui si era avviato il nuovo millennio. Dopo la forte flessione del 2009, la produttività del capitale delle imprese di maggiori dimensioni (ovvero con fatturato > 50 mil. di euro) è infatti risalita a livelli pressoché analoghi a quelli di inizio 2000 (un anno molto positivo per il ciclo economico italiano), mentre quella delle piccole imprese risulta attualmente inferiore di oltre il 20% rispetto ai livelli con cui si avviò il nuovo millennio.



D. Le piccole imprese sono dunque state quelle più penalizzate. Le tecnologie 3D potrebbero essere un fattore significativo per diminuire il gap rispetto alle aziende maggiori? Per quali ragioni?

Attrezzarsi per rispondere alle richieste di un mercato più vasto, complesso e mutevole è un processo costoso (e rischioso) per una piccola impresa e richiede la capacità di gestire efficacemente non solo gli aspetti produttivi, ma anche le attività a monte e a valle di essi, dotandosi di competenze professionali e strutture organizzative adeguate a gestire questa maggiore complessità. Prescindendo da tali aspetti, è indubbio che le opportunità offerte dalle nuove tecnologie siano in grado di giocare un ruolo rilevante per consentire alle piccole imprese italiane di colmare, almeno in parte, il gap di produttività che le separa dalle imprese di maggiori dimensioni e migliorare la propria competitività. Tali tecnologie, agevolando le piccole imprese nella produzione a partire dalla fase di prototipizzazione dei prodotti, sono infatti in grado di supportare efficacemente le strategie di ampliamento di gamma e rendere più conveniente la produzione di piccoli lotti, anche altamente customizzati, limitando al contempo gli sprechi di materiale e le (costose) giacenze di magazzino. Esse consentirebbero pertanto di ridurre il differenziale di costo fra le produzioni in larga scala e quelle in piccoli lotti, di abbattere i costi legati all'introduzione di nuovi prodotti e, conseguentemente, di migliorare la produttività del capitale delle piccole imprese.

Non è poi da trascurare il fatto che tali tecnologie consentono di abbattere anche i rischi legati all'innovazione di prodotto, elemento al quale le piccole imprese sono molto sensibili.

D. A parte le considerazioni di carattere generale, quali la riduzione dei costi e la velocità di risposta, ci può fare qualche esempio specifico in termini quantitativi?

Una simulazione effettuata da Prometeia nell'ambito dello studio promosso da Aica «Il Rilancio delle Imprese Manifatturiere e le Nuove Tecnologie Digitali» a partire dai microdati d'impresa su 29 microsettori che coprono circa il 30% circa del fatturato complessivo del manifatturiero italiano mette in luce come qualora l'adozione delle nuove tecnologie consentisse alle piccole imprese di allineare la propria produttività del capitale a quella delle aziende di maggiori dimensioni, il fatturato manifatturiero complessivo potrebbe aumentare del 2%, crescita non certo trascurabile e decisamente superiore a quella sperimentata dalla nostra industria negli ultimi anni.

D. Dalle vostre indagini, quali sono i settori produttivi che in Italia potrebbero maggiormente beneficiare delle tecnologie 3D?

Fra i microsettori considerati nella simulazione (Figura 1), l'adozione delle nuove tecnologie offrirà un impatto decisamente rilevante ai settori del mobile, sia imbottiti che da cucina, degli organi di trasmissione, degli aeromobili e veicoli

spaziali (dato l'impatto particolarmente rilevante che le nuove tecnologie hanno nella produzione di componenti altamente specializzate) e, soprattutto, della gioielleria. Qualora le piccole imprese attive in quest'ultimo microsettore riuscissero a colmare il gap di produttività che le separa dalle medio-grandi, il fatturato complessivo della gioielleria italiana potrebbe quasi raddoppiare. Meno intenso, ma comunque significativo (in media del 5%) anche l'aumento di fatturato stimato per i microsettori della moda, che hanno un peso rilevante per il manifatturiero italiano.

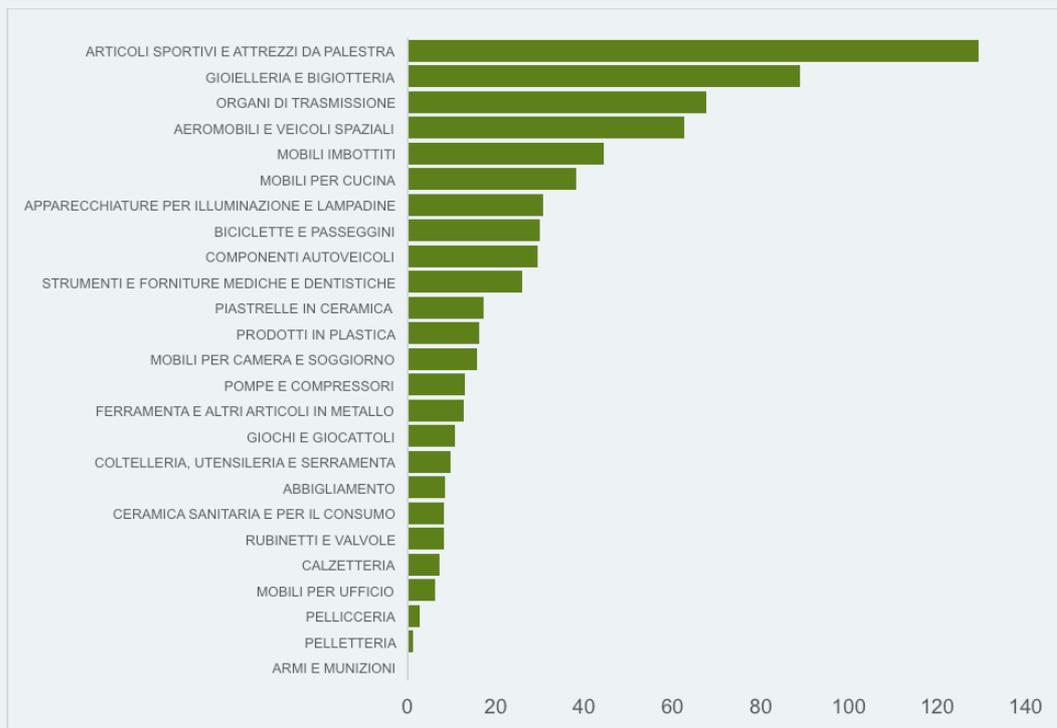
Benché sia ipotizzabile che i guadagni di produttività indotti dalle nuove tecnologie intervengano più gradualmente di quanto ipotizzato nella simulazione e che le opportunità non siano colte dalla totalità delle imprese, è tuttavia da segnalare come la stima sia stata effettuata solo su un gruppo di settori (rappresentativi del 30% del fatturato manifatturiero) e come l'impatto delle nuove tecnologie non si esaurisca solo a questi.

Considerando tutti i settori di attività economica – sia manifatturieri che dei servizi - le ricadute sarebbero decisamente più rilevanti, evidenziando come le opportunità create dalla manifattura digitale siano un'occasione che l'economia italiana non può lasciarsi scappare per riavviarsi su un percorso di maggiore competitività e più solida crescita.

D. Quale può essere un arco di tempo ragionevole per una evoluzione significativa delle nostre piccole imprese ?

E' difficile ipotizzare un arco temporale preciso. La spinta all'innovazione è legata anche a fattori esogeni al mondo delle imprese, quali ad esempio il costo dei nuovi macchinari e/o la presenza di eventuali incentivi all'adozione degli stessi. E' però da sottolineare come le vendite di stampanti 3D – il cui costo sta scendendo velocemente, data la scadenza di alcuni brevetti – siano cresciute in misura esponenziale negli ultimi anni e come queste nuove tecnologie siano in grado di offrire un supporto rilevante alla competitività del nostro sistema manifatturiero, che ha nella differenziazione di prodotto e nella capacità di servire velocemente nicchie di domanda su mercati molto lontani un fattore chiave di crescita.

Dato il peso che le piccole imprese rivestono per la nostra industria, accelerarne l'adozione delle nuove tecnologie è pertanto un'opportunità che non può essere persa, al fine di rafforzare la competitività di tutto il nostro sistema industriale e di consentire all'Italia di recuperare il gap di crescita che la separa dalle altre economie avanzate.



Fonte: elaborazioni Prometeia su banca dati Analisi dei Microsettori

Figura 1
 Fatturato aggiuntivo delle PI: crescita % del fatturato indotta dal guadagno di produttività del capitale delle PI che le porti al livello delle imprese medio-grandi (dati riferiti al 2012)

Tecnologie 3D: stato dell'arte negli USA

Intervista a Georges Kassabgi

Georges Kassabgi ha una lunga ed ampia esperienza internazionale nel campo delle tecnologie e delle applicazioni informatiche. E' stato ricercatore e progettista alla Olivetti, General Electric e Honeywell, e ha poi operato come consulente (General Management) in diversi paesi con base in USA, dove vive da molti anni. Inoltre, durante gli ultimi dieci anni, si è dedicato ad un progetto filosofico ("What gave you that idea?") di cui alcuni dettagli sono disponibili sul sito www.ugik.com. Un suo articolo su guerra e pace è stato tradotto e pubblicato dalla Rivista Marittima nel settembre 2013. In vista del Congresso Nazionale 2014, AICA lo ha incaricato di fare una ricerca sullo stato delle tecnologie 3DP/AM negli USA. Il testo dell'indagine è disponibile negli Atti del Congresso, cui si rimanda per una trattazione dettagliata del tema. Qui si riporta una intervista fatta all'autore a Milano in occasione della presentazione del suo rapporto.

D. - La Stampa 3D e il concetto di Additive Manufacturing sono nati negli Stati Uniti parecchio tempo fa e si sono poi sviluppati in anni più recenti. Quali sono le tappe principali di questo percorso?

L'inizio della stampa 3D viene attribuita a Charles Hull nel 1986 per la sua invenzione del processo di "stereo lithography", nonché della creazione dell'impresa 3D Systems. Tale processo innovativo di stampa deve molto ai progressi fatti, in particolare, con il CAD (Computer Aided Design) nei dieci anni precedenti.

Nel 1995, la stessa 3D Systems mette in produzione il processo SLA (Stereo Lithography Apparatus) per fotopolimeri con la prima commercializzazione di una stampante 3D con processo *Additive Manufacturing* (AM).

Altre tappe da sottolineare sono, da una parte, i lavori presso MIT (Boston) e, dall'altra, l'iniziativa del RepRap (open source software) di Adrian Boyers dell'Università di Bath (UK): questi due lavori rappresentano l'avvio di un

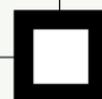
0

1

0

1

0



interesse generalizzato per il nuovo processo di stampa 3D sia in USA sia in molti paesi dell'Europa, nonché in Cina.

Segue poi un periodo di circa quindici anni in cui processi AM sono messi a punto e vari studi sui materiali permettono l'applicazione della stampa 3D a diversi materiali (metalli inclusi). Inoltre, vengono approvati standards internazionali in merito.

Gli ultimi cinque anni sono senz'altro i più attivi per la stampa 3D/AM con una serie di iniziative sia nel campo di nuovi processi (SLS o Selective Laser Sintering, Stampa usando materiali diversi) sia per una maggior varietà di materiali (incluso oro ed argento), nonché nelle applicazioni (prima stampante 3D nello spazio, AM nella industria meccanica, in medicina e biologia).

D. - Queste tecnologie sono state pensate inizialmente per fare dei prototipi in tempi rapidi, ma poi sono diventate parte integrante di processi di fabbricazione. Quali sono i settori produttivi che maggiormente possono trarre vantaggio da queste tecnologie?

I settori industriali che hanno per primi adottato AM e tratto qualche vantaggio dall'AM quale parte integrante del processo di fabbricazione (ossia, al di là della fase prototipale) sono: (a) trasporto: automobili, aerei, navi; (b) medicina: protesi dentaria e ortopedica, chirurgia, biologia, farmacologia; (c) costruzioni: case individuali, in particolare per situazioni di emergenza; (d) vari altri settori come quelli degli oggetti per la casa, dei gioielli, dei giocattoli, della moda e dei vari accessori.

D. - A parte la fabbricazione, queste tecnologie hanno un impatto sull'intero ciclo di un prodotto, dalla ideazione alla collocazione sul mercato. Che cosa cambia in particolare?

In futuro, lo scenario più probabile è infatti quello in cui l'AM impatterà su quasi tutti gli aspetti del business: dalla ideazione/progettazione ed ingegnerizzazione, alla produzione, vendita, distribuzione, e manutenzione.

In particolare, l'adozione di AM nel ciclo produttivo significa che i compiti di progettazione e di produzione coinvolgeranno diversi reparti aziendali, e gli esperti di IT avranno un ruolo cruciale nella progettazione con l'uso di scanner, CAD/CAM e Reverse Engineering. I progettisti dovranno lavorare da vicino sia con i colleghi della produzione sia con esperti nella fisica e chimica dei materiali. Nella distribuzione dovrà essere (gradualmente) rivista la strategia e ridimensionato l'inventario con certe riparazioni direttamente effettuate dai clienti.

Va precisato che quanto sopra riguarda l'adozione dell'AM nel campo delle applicazioni a carattere industriale: questi cambiamenti non sono strettamente necessari quando si tratta di produrre accessori per un individuo, un giocattolo, oppure di personalizzare utensili da cucina in occasione di un ricevimento.

Si deve anche sottolineare che il successo globale dell'AM (sia a livello aziendale che nazionale) dipenderà da quanto meglio il processo AM sarà integrato nel processo produttivo dell'azienda, anziché sostitutivo del processo di manufacturing tradizionale (che è già in parte "digitale" con macchine a controllo numerico).

L'aspetto che penso sia più importante sottolineare è che l'adozione di AM nel ciclo produttivo di un'azienda debba andare di pari passo a un piano strategico a lungo termine che tenga conto degli impatti sia economici che organizzativi (senza trascurare le nuove esigenze di formazione e training).

D. – Può fornire qualche dato statistico sul valore economico (ricavi, investimenti) delle applicazioni tipiche negli USA? Quali proiezioni nel prossimo futuro?

Per il 2014, in USA, vediamo i dati seguenti per l'AM:

Totale ricavi di circa \$2 miliardi, di cui il 50% per i sistemi (stampanti ed altro hardware) e materiali, e il restante 50% per servizi (consulenza, sviluppo software CAD ed altri).

Circa il 70% del totale dei ricavi si riferisce ad applicazioni industriali, di cui:

- 40% in auto, aerei e trasporti in generale;
- 20% in medicina e biologia;
- 20% per costruzioni;
- 20% per vendite al compratore;

mentre circa il 20% dei ricavi rappresenta spese per hardware e software acquistati per uso personale e circa il 10% si trova nelle scuole e nelle università (con coinvolgimento del governo statale o federale).

La crescita annua del totale dei ricavi tra il 2011 e 2013 è stata di circa 30%, mentre alcuni analisti prevedono una crescita annua superiore al 40% per gli anni 2014-2018.

Interessante è anche la distribuzione delle applicazioni nel 2013:

- 10% per nuove parti progettate per AM quale parte del ciclo produttivo;
- 15% per componenti funzionali con AM in sostituzione del processo tradizionale;
- 40% quale supporto alla produzione (ossia: utensili, prototipi);
- 35% quale supporto per modelli (presentazioni, per ricerca e sviluppo).

Aggiungerei 3 note per meglio valutare le previsioni di cui sopra:

1. Globalmente, l'AM nel 2014 non rappresenta che una frazione di meno del 1% del totale dell'ambito manifatturiero.
2. I fattori per l'ottenimento, nonché per il mantenimento, di una crescita di AM in ambito industriale superiore al 30% sono diversi e impegnativi: (a) materiali con costi inferiori a quelli di oggi; (b) un salto qualitativo nella

semplificazione del CAD; (c) personale IT impiegato già nella fase di progettazione; (d) collaborazione tra design e manufacturing; (e) realizzazione di stampanti meno costose e più veloci, nonché capaci di stampare molti materiali per un dato prodotto; (f) realizzazione di stampanti per prodotti di grande dimensioni a un costo inferiore a quello odierno.

3. La qualifica "circa" si riferisce al fatto che spesso i risultati di queste indagini non specificano esattamente cosa sia incluso; ad esempio, con ricavi AM in crescita come sono considerate le vendite di scanners o software CAD?

D. - Oltre che in ambito produttivo/industriale, le tecnologie 3D P/AM possono essere uno strumento innovativo per la ricerca scientifica, in particolare in campo biologico. Può fare qualche esempio?

Per i ricercatori in campo biologico avere a disposizione il processo e i materiali per AM adeguati rappresenta senz'altro un aiuto decisivo.

L'esempio di attualità riguarda l'ottenimento di un tessuto umano con stampa 3D (partendo da cellule e liquidi speciali), permettendo così la sperimentazione di nuovi farmaci in laboratorio onde verificare la loro interazione/trasformazione nei processi metabolici ossia senza ricorrere a prove su animali o esseri umani. Con tali mezzi, l'industria farmaceutica USA potrebbe risparmiare miliardi di dollari ogni anno. Molti lavori sono in corso (con la collaborazione delle università), compresi lavori che includono nei loro obiettivi l'ottenimento di organi completi (per il trapianto).

Un secondo campo di ricerca è quello dell'industria elettronica dove si sta introducendo l'AM quale processo preferibile per l'ottenimento di circuiti stampati miniaturizzati, semiconduttori inclusi. Nuove stampanti capaci di utilizzare una varietà di materiali sono in via di sviluppo per tali applicazioni specializzate (per veicoli spaziali, per protesi super miniaturizzate e per robot).

D. - Nel suo rapporto si cita, tra i settori interessati, quello dei cibi. Metteremo delle stampanti 3D in cucina?

Circa un anno fa, MacDonald annunciò che stava pianificando di avere una stampante 3D in ogni suo ristorante. Ma non si trattava di produrre i popolari hamburgers con una stampante 3D. Si trattava di dare ai giovani clienti l'opportunità di produrre/comprare il giocattolo preferito mentre i genitori ordinano e mangiano...

Ciò detto, ci sono due considerazioni a favore dell'AM abbinato alla cucina. La prima è la personalizzazione della presentazione del cibo. E' pur vero che questo vale solo per certi ricevimenti, matrimoni e simili manifestazioni sociali... , ma rimane una realtà per il futuro delle nostre cucine: con l'AM non sono necessarie attrezzature diverse per forme diverse (come è invece il caso con la fabbricazione tradizionale). Per un numero limitato di unità, l'AM permette una personalizzazione a prezzi convenienti.

La seconda considerazione per la cucina è legata a un possibile aumento della produttività. Il cuoco farà uso di un file di bits nella stampante 3D per ogni ricetta anziché riaprire il libro (delle ricette). Ovviamente, ciò riguarderà soprattutto le occasioni speciali o le ricette difficili; non credo che ciò si verificherà per panini, spaghetti o bistecche (ma forse per gli gnocchi... staremo a vedere!).

Inoltre, pensando non tanto a chi vuole mangiare bene, ma a chi deve seguire un regime alimentare preciso (per cause mediche o equivalenti), una stampante 3D in cucina potrebbe rappresentare un progresso in termini sia di produttività sia di affidabilità.

D. - Ci tolga un'altra curiosità: che cosa sono le tecnologie 4D citate nella sua relazione? Per usare queste tecnologie dovremo ripassarci la teoria della relatività?...

Niente del genere. La quarta dimensione è per tener conto delle variazioni nella geometria in funzione del tempo. Possono essere variazioni volute dal design (per ottimizzare l'interfaccia con altri materiali dopo la formazione dell'oggetto ottenuto con l'AM) oppure per tener conto delle caratteristiche del o dei materiali usati in funzione della temperatura dell'oggetto (che varia da molto caldo sotto il laser a una temperatura ambiente negli altri casi). Ossia, alcuni casi di AM avranno la loro problematica "tempo". Più precisamente, riprendendo il caso dell'applicazione in biologia qui sopra menzionata del progetto di produzione di tessuto umano, il processo di AM deve tener conto della dimensione "tempo", sia che si tratta di un tessuto che vive (a secondo dei casi, espansione o contrazione che seguiranno la stampa), sia della necessaria modifica quando il prodotto si accoppia con organi o altre sostanze (fuori dalla stampante).

D. - Secondo alcuni analisti di business l'Additive Manufacturing rappresenterà la terza rivoluzione industriale. E' una esagerazione?

Non è una esagerazione, ma occorre sottolineare che la parte "rivoluzionaria" (intesa come profondo mutamento di un'organizzazione) si verificherà probabilmente nei dettagli della gestione del business piuttosto che nell'organizzazione dell'azienda, una volta che si saranno ottenuti i progressi menzionati in risposta alla domanda precedente relativa ai dati statistici ed alle previsioni in USA.

L'innovazione dell'AM, come quella del PC e di Internet, è nell'infrastruttura di business a cui si fa riferimento quando parliamo di "supply chain" e includendo la progettazione di nuovi prodotti.

L'adozione dell'AM richiede: progettazione in stretta collaborazione tra reparti diversi (e quindi l'esigenza di nuovo tipo di formazione non solo volta all'acquisizione di competenze ma per incoraggiare la collaborazione tra individui di reparti diversi dell'azienda); manufacturing ibrido che combina processi tradizionali e AM, aprendo ulteriormente la porta dell'introduzione dei robots; distribuzione nella rete commerciale sia di prodotti finiti sia di polveri e

liquidi e filamenti per stampanti 3D connesse in una rete ("internet of things"); riparazioni in parte fatte dall'utente; personalizzazioni del prodotto fatte dall'utente.

Siamo all'inizio di una serie di cambiamenti ma penso dovremo aspettare i prossimi progressi nell'AM (stampanti con output veloce, stampanti meno costose, ecc.) che presumibilmente avverranno entro i prossimi cinque anni.

D. - La sua relazione è centrata sull'ambiente produttivo ed economico statunitense. Ma lei ha anche esperienza diretta del contesto italiano: come vede il futuro di queste innovazioni nel nostro paese?

Avendo in mente il concetto di rivoluzione nell'infrastruttura (anzichè industriale), per parlare del futuro in Italia (o in altri paesi) bisognerebbe tenere conto di molti dettagli di cui non ho una buona conoscenza. Mettere in atto un cambiamento nell'infrastruttura vuol dire capire bene quello che sottostà alle abitudini dei managers e dei lavoratori ... Ciò detto, il futuro di queste innovazioni in Italia dipenderà molto da come certi investimenti saranno in grado di influenzare la cultura. Nota (pro-memoria) a tale riguardo: innovare vuol dire essere al corrente di un problema ed essere in grado di lavorare con altri. Crescerà, spero, quindi l'interesse nelle aziende per la messa a disposizione di tutti di un "centro di collaborazione" sui prodotti dell'azienda, nonché sui problemi relativi a ogni prodotto a cui ciascuno potrà contribuire.

Coi dati oggi a mia disposizione, l'industria auto e meccanica in generale saranno i leaders dell'AM in Italia, assieme ad iniziative individuali. Il rapporto AICA sul mercato Italiano parla delle molteplici realizzazioni sia nelle grandi aziende di meccanica (GE, Fiat) sia in quelle medio-piccole soprattutto nei campi della farmaceutica, della medicina, dei prodotti individuali e degli accessori personalizzati.

Il futuro si vede già all'orizzonte non lontano ... ricordando che quasi tutto nel mondo organico inizia e cresce in modo che potremmo definire di AM.

Grazie.