

centimetri a 3 metri e la ricerca/sperimentazione è in continua evoluzione. Un altro limite non trascurabile è rappresentato dal fatto che il tempo per produrre un oggetto è lungo.

Ma nel nostro Paese qual è la percezione che le imprese hanno di questa tecnologia, della sua strategicità e dei suoi possibili effetti sull'attività manifatturiera? Si può pensare a un suo maggior utilizzo? La nostra inchiesta comincia proprio a partire da queste domande.

Una ricerca sulla manifattura digitale

Brescia è la prima tappa della nostra inchiesta sulla 'manifattura additiva' in un'area limitata – la grande macroregione del Nord –, con il settore manifatturiero più sviluppato del Paese, composto da imprese di medie e soprattutto piccole e piccolissime dimensioni. E per molte di esse sarebbe forse più esatto parlare di imprese artigiane. Quando la stampa mobilita la nostra fantasia intorno all'idea che ognuno di noi possa diventare un imprenditore manifatturiero – piccolo o grande, si vedrà – o almeno produrre i 'suoi' oggetti con le stampanti 3D, come un *bricoleur* dell'era digitale, è della tecnologia della manifattura additiva che sta parlando. Ma perché Brescia? Perché al dipartimento di Ingegneria meccanica e industriale presso l'Inf-Os, la community per la promozione di una 'nuova' cultura dell'innovazione del centro di ricerca SCMS, Andrea Bacchetti (responsabile di ricerca) e Massimo Zanardini (ricercatore), entrambi ingegneri gestionali, hanno appena avviato un'indagine – una delle prime in Italia – sulla manifattura digitale, di cui quella additiva è solo un aspetto.

«La ricerca che vogliamo fare è a base nazionale, anche se ci è chiaro che la presenza delle imprese del Nord sarà predominante. La ragione sta tutta nella geografia della manifattura italiana. È chiaro che il tessuto industriale è molto sviluppato in Lombardia, Piemonte e Veneto. L'idea è di avere un numero significativo di imprese che partecipino rispondendo alle domande del questionario che sottoporremo a imprenditori, responsabili di produzione, dell'Ufficio tecnico, dei sistemi informativi. Pronti a cambiare modalità – per esempio concentrarci su un numero ristretto di interviste, dirette e più approfondite – qualora l'ipotesi iniziale presentasse qualche difficoltà», spiega Bacchetti. Ma trattandosi di un questionario non certo semplice qualche precauzione i due ricercatori l'hanno presa in anticipo. «Faremo», afferma Zanardini, «dei test per verificare se la compilazione autonoma da parte delle imprese risulta problematica o meno. E solo dopo questa verifica partiremo. Non prima dell'inizio del 2014. Dedicheremo circa sei mesi alla raccolta dati e altri sei alla loro elaborazione e analisi. Contiamo di poter presentare i risultati dell'indagine entro la fine di settembre del prossimo anno». Dato l'impegno con cui hanno affrontato in questi anni il tema della manifattura digitale, organizzando incontri con imprenditori, investitori, professionisti e partecipando a fiere e convegni, non dubitiamo che la divulgazione dei risultati sarà oggetto di altrettanta premura.

Una tecnologia dirompente, più altre due

Per conoscere con maggior precisione il coinvolgimento delle imprese manifatturiere nell'uso dei nuovi strumenti digitali all'interno dei loro processi produttivi (aree d'impatto, tipi di innovazione...) dovremo aspettare ancora un po'. Domandiamo ai nostri interlocutori: «Ma dopo tanti incontri e la messa a punto del questionario per l'indagine, vi sarete fatti un'idea sulla propensione dei nostri imprenditori a utilizzare queste tecnologie digitali?». I risultati di una ricerca promossa di recente dalla Camera di Commercio di Milano e dall'associazione Globus et Locus⁴ mostrano infatti che Milano (ma i dati sono estendibili a tutta la Lombardia) non ha finora conosciuto una relazione virtuosa tra internet e crescita economica. «Media-

⁴ «I flussi immateriali dell'economia milanese», *Imprese & Stato*, n. 95, 2012, pp. 12-68, con contributi di Piero Bassetti, Paolo Perulli, Francesco Sacco, Francesco Profumo, Ben Derudder, Alfonso Fuggetta, Filippo Galimberti e Joy Marino.

mente oggi l'impresa manifatturiera», sostiene Bacchetti, «non ha ancora colto – ed è anche uno dei motivi per cui facciamo l'indagine – tutte le opportunità che la sperimentazione e poi l'introduzione delle tecnologie digitali nel processo produttivo offrono. Ci sono, per esempio, Paesi europei con una scarsa industria manifatturiera, ma che stanno lavorando più e meglio dell'Italia su queste tecnologie, stimolando l'imprenditorialità locale». E aggiunge Zanardini: «È evidente, guardando ad alcuni di questi Paesi, penso all'Estonia, che a portare avanti tale rivoluzione non può essere la vecchia generazione imprenditoriale. Innanzitutto per motivi anagrafici e predisposizione all'utilizzo delle tecnologie digitali. Se una persona fa fatica a usare uno smartphone, è difficile pensare che possa cogliere appieno le opportunità legate, per esempio, alle tecniche della manifattura additiva. E quindi il *digital manufacturing* diventa interessante perché si lega al tema della nuova imprenditorialità, quindi alle start up».

C'è qualcosa di magico nel semplice fatto che, dopo aver immaginato e disegnato al computer un oggetto, grazie a un prezioso e specifico software, sia poi sufficiente inviare il file contenente la sua 'matematica' a una macchina per vederselo realizzato: un manufatto, preciso a com'è stato ideato e progettato, costruito strato dopo strato, lentamente, resistente e pronto all'uso. «Qualsiasi tecnologia sufficientemente avanzata», sosteneva lo scrittore di fantascienza, ma con laurea in fisica e matematica al Kings College di Londra, Arthur C. Clarke, «è indistinguibile dalla magia». Riprende Zanardini: «Le tecnologie digitali sono nuove e vanno capite a fondo. Mediamente la nostra industria manifatturiera non ne ha ancora colto tutte le potenzialità. In quale misura cercheremo di determinarlo con la ricerca che stiamo avviando. La tecnologia della manifattura additiva è la più emblematica e dirompente, ma è evidente che non c'è solo questo. Altrimenti non si parlerebbe, come fanno molti tecnologi e gestionali, di rivoluzione industriale». A questo punto è Bacchetti a intervenire per mettere un punto fermo, non conclusivo: «Bisogna vedere quante tecnologie e tecniche specifiche collegate alla manifattura additiva si sono sviluppate in questi anni, trovare dei punti di collegamento, delle sinergie, così da avere qualche elemento in più per parlare di una nuova rivoluzione industriale che trasforma interi settori di business». Si riferisce a tecnologie e tecniche che convergono e proprio per questo sono dirompenti? Prosegue: «Stiamo parlando di tecnologie digitali. A nostro modo di vedere le più dirompenti sono tre, anche se noi ne abbiamo individuate complessivamente sei. Al primo posto, dal momento che sconvolge il modo di produzione tradizionale, c'è la manifattura additiva. Al secondo l'internet delle cose (*internet of things*), che dà la possibilità di progettare e realizzare oggetti capaci di connettersi ad altri oggetti attraverso la rete. Questo crea un mix di condivisione delle informazioni che aumenta di molto la funzionalità dei singoli oggetti. E questo sostanzialmente senza modificarli».

Chiediamo di fare qualche esempio. «Il più semplice è la sveglia intelligente. Poniamo che lei debba svegliarsi alle sette per essere a una certa ora in ufficio o a un appuntamento. La sveglia, collegata al sistema GPS, rileva la viabilità dell'area interessata, programma il percorso che lei dovrà fare in macchina ed eventualmente ricalibra la sveglia in base all'andamento del traffico. La connessione degli oggetti in rete aumenta la funzionalità di ognuno di loro». Questo è un esempio semplice, ma ne esistono di più complessi, come sottolinea Bacchetti. «Prenda la Rolls-Royce. Fa motori aeronautici ed è seconda solo alla General Electric. Attraverso un complicato sistema di sensori in rete l'azienda è in grado di avere un quadro aggiornato sullo 'stato di salute' di ogni singolo motore venduto e che sta circolando nei cieli del mondo. Sa dove sono, su quali aerei, che tratta stanno percorrendo, se sono in volo o fermi, grazie a un cruscotto centrale al quale sono collegati i sensori. Questa è un'innovazione tecnologica radicale, che ha permesso alla Rolls-Royce di cambiare il modello di business. Un'innovazione non proprio di prodotto, perché è stata semplicemente aggiunta un'interfaccia con sensori a un manufatto già esistente. Ma neppure di processo in senso stretto, perché non è cambiato il modo di concepire e realizzare il prodotto. È un'innovazione di business, perché grazie a que-

sta applicazione la Rolls-Royce non vende più ad Airbus o a Boeing motori, quindi l'oggetto fisico, ma 'ore di volo', cioè un servizio a esso associato». Insomma tu mi dai il motore e io pago in relazione alle effettive ore di volo che gli faccio fare. Ora, non resta che passare alla terza tecnologia dirompente. «Si tratta della 'realità aumentata' (*augmented reality*)», dice sempre Bacchetti, «un'evoluzione della realtà virtuale, che consiste nel mettere a disposizione di chiunque delle informazioni attraverso l'utilizzo di alcuni precisi dispositivi». Sta parlando dei 'Google glass'? domandiamo. Bacchetti sorride, poi bonariamente prosegue. «Ci sono altri tipi di visori che, una volta indossati, consentono di poter sovrapporre la realtà fisica con una forma di realtà virtuale fatta d'informazioni. Da qui l'espressione 'realità aumentata' perché accresce la possibilità di disporre di diverse informazioni. Un visore di questo tipo può essere dato a un operatore che per svolgere meglio una specifica attività ha bisogno di informazioni». Per capire di più, chiediamo all'ingegnere di farci qualche esempio. «Un caso che non afferisce al processo produttivo ma alla post-vendita, a tutte le attività di manutenzione che una vettura o un impianto richiedono.

Smontare, verificare, riparare e rimontare sono tutte operazioni di manutenzione complesse, articolate, lunghe. In questo caso dobbiamo pensare a un operatore che, indossando un visore, ha l'opportunità di vedere quello che sta facendo e, contestualmente, disporre di informazioni e procedure che possano guiderlo mentre svolge la sua attività. Questo significa ridurre il tempo di lavoro, essere più efficienti e, perché no, più efficaci. Si segue una procedura appositamente progettata e che è direttamente sotto gli occhi dell'operatore.

La BMW sta sperimentando in un'officina della sua rete questo tipo di visore. Un altro esempio che potrei fare riguarda la gestione del magazzino, che acquista in efficacia ed efficienza con l'uso integrato di un visore di questo tipo». «E così torniamo», aggiunge Zanardini, «al discorso sull'interconnessione tra le varie tecnologie. Il sospetto che abbiamo è che siano possibili vere sinergie quando l'impresa riesce a utilizzare in modo integrato le diverse tecnologie digitali di cui dispone. Si tratta di tecnologie dirompenti che vanno intercettate e fatte proprie dalle nostre imprese manifatturiere».

È Bacchetti a tirare le conclusioni: «Questo integrare il prodotto con il servizio riguarda anche la manifattura additiva. La 3D System è tra le più grandi aziende mondiali di stampanti 3D. Le sue acquisizioni non riguardano solo aziende che producono stampanti, ma anche quelle che usano le sue macchine per la prototipizzazione e la pre-serie. Acquisizioni in Europa, e quindi anche in Italia, dove recentemente ha assunto la proprietà della Provel di Pinerolo, specializzata nella costruzione di prototipi e stampi rapidi per l'industria automobilistica e aeronautica (FIAT, Ferrari e Aermacchi tra i clienti). In questo modo si propone sia come produttore di macchine sia come service provider».

Questo ritorno alla stampa 3D dopo un percorso in crescendo evoca cose che prima si credevano fantascientifiche. Non più magazzini di pezzi di ricambio di motori o di altri componenti, da rifornire periodicamente. Per i pezzi d'usura più veloce o più rara, un cantiere o



un'officina potrà 'rifornirsi' diversamente: basterà avere un accesso condiviso in rete ai modelli e una macchina professionale locale stamperà il pezzo necessario. Boeing, per esempio, ha prodotto attraverso stampa 3D duecento differenti pezzi di dieci tipi di aerei. Sembrano pochi, ma un aereo è composto di milioni di pezzi!

Trasformare dati in oggetti reali

«Lo stesso giorno del passaggio da Boeing a Ford, Alan Mulally, amministratore delegato della multinazionale automobilistica, ha chiamato Bernard Charlès, direttore generale di Dassault Systèmes. Gli ha detto: 'Bernard, puoi essere domani nel mio ufficio. Pensa che qui in Ford fanno ancora i prototipi in argilla!'. Era il 2006. Dieci anni prima Mulally aveva lanciato il Boeing 777 senza realizzare nessun prototipo. L'aereo era stato interamente progettato al computer e in 3D grazie a Catia, un sistema di software che ha reso famoso Dassault Systèmes in tutto il mondo». È l'attacco di un articolo apparso su *Le Nouvel Observateur*, il noto settimanale francese che leggiamo all'ingegnere Uberto Bozza. Lui sembra voler dire qualcosa di *tranchant*, ma da persona cortese e mite si limita a precisare: «Esagerato! Non c'è solo Catia. Io mi trovo più a mio agio con l'NX della Siemens, sua diretta concorrente. E poi, senza il prototipo di nessun pezzo...!».

Bozza ha una notevole esperienza nella progettazione con i più sofisticati software CAD. Non oggetti semplici, ma carri ferroviari per trasporti di grandi dimensioni. Trasporti speciali come generatori, turbine, tubi particolari. Vive e lavora a Bergamo ma ha clienti sparsi in tutto il mondo e in passato ha anche commercializzato i software Siemens, adattandoli alle specifiche esigenze progettuali e produttive delle imprese acquirenti. Il CAD, l'abbiamo visto, è uno strumento importante per progettare l'oggetto che si vuole produrre e, nello stesso tempo, trasformare il suo disegno in una 'matematica', cioè in un formato compatibile con la stampante 3D. Insieme ripercorriamo quella che è stata negli anni ottanta una vera e propria rivoluzione nel modo di produrre, avvenuta appunto grazie all'uso della microelettronica e dell'automazione per integrare in modo sistematico i diversi aspetti del processo produttivo. Una rivoluzione che non si è ancora arrestata. «La stampante 3D è un po' l'evoluzione della macchina a controllo numerico: entrambe partono dal CAD», dice. «Il CAD è un programma di computer con cui devi prendere confidenza se vuoi progettare oggetti o componenti e tradurre poi il modello realizzato in comandi da impartire alla macchina che stamperà il manufatto depositando il materiale strato dopo strato nel punto giusto. Prenda, per esempio, la lavorazione di un manufatto che all'interno ha delle scanalature per lasciar passare l'olio di lubrificazione. Realizzarlo con il metodo tradizionale significa praticare dei fori e poi chiuderli e rimuovere metallo e saldatura. Con la stampante 3D realizzo il manufatto a strati, come se fosse un pezzo unico. Senza problemi, in modo automatico e senza attrezzaggio della macchina».

Da questo scorciò di storia della tecnologia si comprende quanto possa essere mutato anche il lavoro del progettista, prima sconvolto dall'introduzione del CAD e che ora deve saper incorporare anche la tecnologia della stampa 3D, in grado sì di realizzare oggetti dalle forme più astruse e complesse, ma solo se adeguatamente programmata. Allargando il discorso, si può osservare che spesso si tratta di pezzi dalla geometria complessa che devono assolvere a funzioni speciali, in particolare componenti dell'industria aeronautica, navale, automobilistica. Non produzioni di massa, però. Bozza prosegue. «La nuova tecnica è molto indicata quando devo fare oggetti dalle forme complesse lavorando materiali costosi. Il titanio è uno di questi. Se parto da un pezzo unico, prima di arrivare alla forma desiderata dell'oggetto, agendo per sottrazione con una fresatrice a controllo numerico, butto via molto materiale. Con la tecnica della manifattura additiva utilizzo solo il materiale che mi serve. È un tipo di procedimento in cui devi saper integrare il tradizionale 'saper fare' manuale con la strumentazione digitale,