

Economia & Ambiente

COMITATO SCIENTIFICO

Massimo Mario Augello, già Rettore Univ. di Pisa; **Vittorio Bonuzzi**, prof. nell'Univ. di Verona; **Giovanni Cannata**, Rettore dell'Università del Molise; **Orazio Ciancio**, Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali; **Romano Molesti**, prof. ord. nell'Univ. di Verona; **Ignazio Musu**, prof. emerito nell'Univ. di Venezia; **Giorgio Nebbia**, prof. emerito nell'Univ. di Bari; **Giovanni Padroni**, prof. ord. nell'Univ. di Pisa; **Fulco Pratesi**, Presidente onorario del WWF; **Sergio Vellante**, prof. ord. nella Seconda Univ. di Napoli; **Antonino Zichichi**, Presidente del World Lab.

Già membri del Comitato: **Rita Levi Montalcini**, Premio Nobel; **Ilya Prigogine**, Premio Nobel; **Kennet E. Boulding**, prof. ord. nell'Univ. del Colorado; **Barry Commoner**, prof. ord. nel Queens College; **Nicholas Georgescu-Roegen**, prof. ord. nell'Univ. di Nashville.

COMITATO REDAZIONALE

Sergio Bindi, **Stefano Presa**, **Stefano Zamberlan** Redattore Capo

DIRETTORE RESPONSABILE: Romano Molesti

Sommario

Anno XXXVII - N. 3-4 Maggio-Agosto 2018

EDITORIALE

Romano Molesti, *In ricordo di Giovanni Galloni* Pag. 3

ARTICOLI

Giovanni Galloni, *L'educazione ambientale* " 5

SAGGI

Paola Savi, *Stampa in 3d, territorio e sostenibilità ambientale* " 9

Fabio Ratto Trabucco, *La good governance delle aree protette in prospettiva diacronica* " 17

RUBRICHE

ENERGIA E AMBIENTE

Sfruttamento idroelettrico dei corsi d'acqua: incontro CAI " 29

INDUSTRIA E AMBIENTE

La canapa industriale, Convegno Confagricoltura " 35

AMBIENTE E AREE MONTANE

Turismo alpino e qualità della vita " 39

NOTIZIE DELL'AMBIENTE

"Brazconaggio connection": il Report WWF sui crimini ambientali e la perdita di biodiversità " 45

"Mediterraneo in trappola: salvare il mare dalla plastica": il report WWF " 51

I LIBRI " 61

ISSN 1593-9499

Economia & Ambiente, rivista bimestrale edita da EAS-Economia Ambiente Società Associazione di Promozione Sociale con sede in Vicenza, Via E. Fermi 230, 36100 (VI) in collaborazione con l'ANEAT-Associazione Nazionale Economisti dell'Ambiente e del Territorio Onlus con sede nazionale in Pisa, via Pratale, 64, 56127 (PI).

Condizioni di abbonamento annuale

Abbonamento ordinario € 46,00 – estero € 85,00 – sostenitore € 96,00 – benemerito € 196,00
Prezzo di un fascicolo € 15,00 – arretrato € 30,00 – Versamento tramite bollettino postale su C/C postale n. 001041857002 oppure con bonifico su IBAN: IT3610760112100001041857002 intestato a EAS-Economia Ambiente Società Associazione di Promozione Sociale, causale: AMBIENTE, Cognome o Ente Abbonato, Annata o Numero/Anno richiesto.

Gli abbonamenti non disdetti entro il 31 dicembre di ciascun anno si intendono tacitamente rinnovati per l'anno successivo

*Le foto di copertina, a pagina 7 e del retro di copertina sono di Stefano Zamberlan, quelle a pagina 33 sono fornite dal CAI e quella a pagina 51 dal WWF.
Gli articoli vengono esaminati da membri del Comitato Scientifico e della Redazione
Gli articoli firmati impegnano soltanto la responsabilità dei loro Autori*

www.economiaeambiente.it

redazione@economiaeambiente.it

STAMPA IN 3D, TERRITORIO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Il ruolo delle tecnologie abilitanti Industria 4.0 nell'organizzazione globale e locale della produzione – Manifattura additiva e potenzialità della produzione su piccola scala – La stampa in 3D è più sostenibile della manifattura tradizionale?

di

PAOLA SAVI

Premessa

La rivoluzione digitale, dal “mondo dei bit” si sta diffondendo al “mondo degli atomi”, all’economia reale delle cose e dei luoghi, dove potrebbe avere effetti dirompenti, trasformando l’organizzazione globale e locale della produzione di interi settori e aprendo la via a una nuova rivoluzione industriale (Anderson, 2013). Al centro di queste trasformazioni ci sono le tecnologie abilitanti Industria 4.0, le quali, si ritiene, renderanno possibile produrre in maniera più economica in piccole quantità, con maggiore personalizzazione dei prodotti e minore input di lavoro, grazie a nuovi materiali, nuovi processi come la manifattura additiva, robot meno costosi, più flessibili e sicuri, big data per fare lavorare macchine intelligenti e interconnesse e nuovi servizi alla produzione condivisi in rete (Boston Consulting Group, 2015; The Economist, 2012).

La manifattura additiva, nello specifico, è già entrata nelle imprese manifatturiere tradizionali e in quelle tecnologicamente avanzate e, sebbene con limiti e potenzialità di adozione differenti, riguarda sia le grandi che le piccole e medie aziende. Anche se molte trasformazioni sono ancora in divenire, essa sta già modificando il rapporto tra progettazione

e produzione, l’organizzazione d’impresa, la cultura del lavoro e le professioni, i materiali, i prodotti e i settori produttivi.

Partendo da questo scenario, il contributo presenta alcune riflessioni sugli effetti che una delle tecnologie della manifattura additiva, la stampa in 3D, potrebbe avere sulle decisioni localizzative delle imprese e sulla sostenibilità ambientale della produzione industriale nel prossimo futuro.

Le potenzialità della stampa in 3D

La manifattura digitale comprende un insieme di tecnologie di prototipazione rapida, la più diffusa delle quali è la stampante in 3D, innovazione che permette di costruire oggetti (componenti e prodotti finiti), teoricamente di ogni forma, a partire da disegni digitali elaborati al computer e inviati a una stampante 3D locale, per creare un prototipo o un oggetto singolo, o a un service, per produrre pezzi in più quantità. Gli oggetti vengono costruiti con le cosiddette tecniche “additive”, ovvero con sovrapposizione di sottili strati di materiale su un piano, mentre la manifattura tradizionale opera normalmente attraverso le tecniche “sottrattive”, cioè scavando o tagliando materiali, e per saldatura dei pez-

zi (Anderson, 2013). Nel caso di oggetti complessi o di grandi dimensioni, dove comunque è necessario saldare i pezzi, il numero di queste operazioni è molto ridotto rispetto alla manifattura tradizionale (Ben-Ner e Siemsen, 2017).

La stampa 3D presenta una serie di vantaggi sia sul piano tecnico e funzionale, per quanto riguarda le forme, i materiali e i processi produttivi, che dal punto di vista economico, in termini di costi di produzione. Rispetto alla manifattura tradizionale lascia più spazio alla creatività dei progettisti e dei designer, non essendo vincolata dalla rigidità delle geometrie tradizionali, consente di creare oggetti dalla forma complessa senza stampi e altre attrezzature e di utilizzare più tipi di materiali (plastica, resina, ceramica, gesso, metalli) a diverso stato (polveri, solidi, liquidi), oltre a nuovi materiali che non si possono ottenere con le tecniche di fusione tradizionali (Carus et al., 2014). La maggiore libertà di progettazione e la disponibilità di nuovi materiali andrebbero a vantaggio anche della funzionalità di prodotti e componenti, in termini di resistenza al calore, minore peso a parità di resistenza, migliori proprietà aerodinamiche (Beltrametti e Gasparre, 2014).

Secondo alcuni autori la manifattura additiva comporterebbe la perdita di importanza delle economie di scala dal momento che con queste tecniche il costo unitario di produzione rimane costante, indipendentemente dai volumi prodotti (The Economist, 2012). Il numero di oggetti che si possono realizzare in un ciclo di produzione dipende dalle dimensioni degli oggetti stessi e della camera di lavoro della stampante (Ben-Ner e Siemsen, 2017). Sotto il profilo dei costi, la manifattura additiva sarebbe quindi competitiva non tanto nella produzione su grande scala quanto piuttosto nelle produzioni in pezzo unico o in piccola serie dal momento che, realizzando le modifiche sul software di partenza, i costi delle varianti diventano irrilevanti (Beltrametti e Gasparre, 2014).

Se i prodotti e i pezzi di ricambio possono essere stampati *on demand*, cambia anche l'organizzazione della logistica d'impresa, sia per quanto riguarda il magazzino, che si riduce, sia per quanto riguarda la movimentazione e la spedizione dei prodotti e delle componenti. Questi vantaggi risultano particolarmente rilevanti quando il valore dei prodotti e delle componenti è elevato o questi devono arrivare a destinazione in tempi rapidi. Anche nei casi in cui il

costo della produzione con la manifattura additiva risulterebbe superiore rispetto al produrre con le tecniche tradizionali, l'aumento potrebbe essere compensato dai risparmi risultanti da una gestione più efficiente del magazzino (Beltrametti e Gasparre, 2014).

Le stampanti 3D non sono un'innovazione recente essendo entrate nel mondo della prototipazione rapida per lo sviluppo di nuovi prodotti già negli anni '80. A partire dal decennio successivo, stampanti molto avanzate e costose sono state introdotte in alcuni settori industriali, come l'*automotive*, l'aerospaziale e il biomedicale, dove erano impiegate principalmente per la produzione di componenti. Più recentemente, dopo che i primi brevetti sono scaduti e si sono abbassati i prezzi delle stampanti, il loro utilizzo si è esteso ad altri comparti (il mobile, l'arredamento, l'oreficeria, la moda) e all'universo del *fai-da-te* (Beltrametti e Gasparre, 2015). La stampa in 3D trova ormai ampia applicazione nella realizzazione di molti prodotti finiti; attualmente permette di creare anche modelli architettonici, stampare circuiti elettrici, cibi e addirittura interi edifici.

Le potenzialità della stampa in 3D per il sistema industriale sono in continuo divenire e secondo gli esperti quanto realizzato fino a questo momento sarebbe solo la "punta dell'iceberg" (Wohlers Associates Inc., 2014, p.6). Il numero di nuovi brevetti connessi con i prodotti e processi della manifattura additiva è in costante crescita così come i produttori di stampanti industriali a livello mondiale, passati da 31 nel 2011 a 135 nel 2017 (Wohlers Report, 2018). Il mercato della manifattura additiva¹ è cresciuto rapidamente negli ultimi anni fino ad arrivare a oltre 7 miliardi di fatturato nel 2017 (Wohlers Report, 2018).

Modelli d'impresa emergenti

Le nuove tecnologie della fabbricazione digitale, unite alle possibilità offerte dalla rete, sono all'origine di nuovi modelli di impresa creati da figure ibride, i *maker*, al contempo *inventori* e *imprenditori* (Anderson, 2013). Il *Movimento dei maker*² è nato negli Stati Uniti nella prima metà degli anni Duemila, come fenomeno culturale prima ancora che imprenditoriale. I *maker*, infatti, utilizzano

strumenti digitali desktop per creare progetti per nuovi prodotti e realizzare prototipi, lavorano in un'ottica di innovazione *opensource*, condividendo progetti e collaborando con altri in community online, e si finanziano principalmente attraverso il *crowdfunding*³, sebbene recentemente anche alcuni *venture capitalist* stiano rivolgendo l'attenzione a questo mercato emergente.

I *Fabrication Laboratory (Fab Lab)* sono una delle espressioni di questi nuovi modi di produrre, derivati dal modello originario del "Center for Bits and Atoms" (CBA) inventato agli inizi del 2000 da un docente del MIT, Neil Gershenfeld⁴. Sono laboratori dotati di una strumentazione minima di attrezzature per la fabbricazione digitale (stampanti 3D, frese a controllo numerico, laser cutter, materie prime, schede elettroniche, microprocessori) a cui si accompagnano spesso strumenti tradizionali (come torni e trapani a colonna), normalmente concentrati sulla prototipazione su piccola scala. I Fab Lab sono allo stesso tempo un banco di prova per hobbisti e studenti e uno spazio a disposizione degli imprenditori: accanto a pochi giorni alla settimana a libero accesso, che consentono ai primi di utilizzare gli strumenti senza pagare e di lavorare in modalità *opensource*, per il resto prevedono l'accesso a pagamento per gli imprenditori, i quali possono affittare il laboratorio e lavorare su progetti proprietari e chiusi.

I punti di forza dei Fab Lab sono «l'interdisciplinarietà dei saperi dei partecipanti (esperti di tecnologie, design, management, arte ...), la pluralità di soggetti connessi (scuole, università, imprese, artisti, musei), la condivisione delle conoscenze e delle tecnologie, l'apertura e la trasferibilità che li rende adattabili alle singole realtà locali» (Carrus et al., 2014, p.188).

Dagli Stati Uniti si sono diffusi in tutto il mondo, tanto che il numero è in continua crescita. Per diventare un Fab Lab, i laboratori devono sottoscrivere la "FabLab Charter", aderendo ai punti elencati nel manifesto originale del CBA⁵.

La fabbricazione digitale è ormai uscita dal mondo dell'hobbistica e del fai-da-te ed è entrata nella dimensione imprenditoriale. Grazie anche al progressivo abbassamento delle barriere all'entrata, molti maker hanno dato vita a vere e proprie imprese, spesso di micro-dimensioni, che producono nei settori dell'abbigliamento e accessori di moda, dell'arredamento, del food, dei dispositivi elettronici

connessi (Wolf-Powers et al., 2017). Alcune imprese lavorano a supporto di altri maker, occupandosi, ad esempio, dello sviluppo del prodotto e della produzione (Quirky) oppure della vendita dei prodotti online (Etsy), anche attraverso aste online (Anderson, 2013).

Nuove tendenze localizzative, riutilizzo degli spazi urbani dismessi e *reshoring*

Secondo alcuni autori l'adozione su ampia scala delle tecnologie di fabbricazione digitale trasformerebbe radicalmente anche l'organizzazione spaziale della produzione. La perdita di importanza delle economie di scala, ovvero del fattore che nel tempo ha determinato la crescita dimensionale e la concentrazione spaziale delle imprese, porterebbe alla scomparsa della grande impresa e della produzione di massa a favore di un'organizzazione basata su produzioni locali di piccola scala geograficamente disperse, in grado di offrire prodotti altamente personalizzati e di elevata qualità, focalizzate su mercati locali e regionali rispetto al proprio sito (Ben-Ner e Siemsen, 2017). Questa riorganizzazione della produzione su base locale causerebbe, a sua volta, il declino del commercio internazionale e l'accorciamento delle *global supply chain* che hanno caratterizzato la geografia della produzione nell'era della globalizzazione.

Piuttosto che ipotizzare scenari così radicali, sembra utile ragionare sull'impatto che potrà avere la fabbricazione digitale sulle economie e i sistemi territoriali locali in cui le imprese di piccola dimensione hanno da tempo un ruolo strategico costruito sulle economie esterne di agglomerazione come alternativa alle economie di scala interne. In questi contesti la diffusione della manifattura digitale potrebbe rilanciare la competitività proprio delle piccole imprese, dal momento che le sue tecniche di produzione consentono di realizzare prodotti di qualità con costi e investimenti inferiori rispetto alla manifattura tradizionale. La forte personalizzazione del prodotto che la fabbricazione digitale, grazie alla stampa in 3D, è in grado di assicurare valorizzerebbe la flessibilità, la creatività e la capacità di produrre su piccola scala, che sono caratteristiche peculiari della piccola impresa e dell'artigianato (Micelli, 2011).

La maggiore competitività della produzione su piccola scala, la bassa intensità di lavoro e il ridotto impatto ambientale della manifattura digitale, inoltre, potrebbero, nel prossimo futuro, favorire la riconcentrazione di nuove imprese anche all'interno delle città. Poche sono al momento le evidenze empiriche al riguardo, tuttavia indagini condotte sui maker americani mettono in evidenza come queste imprese siano attratte dai centri urbani dove trovano le economie esterne funzionali al proprio business: altri maker, mercato del lavoro qualificato, consumatori esigenti e a reddito elevato (Wolf-Powers et al., 2017).

In alcuni contesti, nuove imprese e Fab. Lab. hanno contribuito alla rigenerazione urbana grazie al riutilizzo di edifici dismessi. Un esempio è la già citata Quirky, nata in un magazzino riqualificato sulle rive dell'Hudson a New York City (The Economist, 2012). Anche il Manchester FabLab, aperto nel 2010, è stato creato non solo come spazio per creativi e imprenditori ma anche per rivitalizzare un'area industriale dismessa occupata da vecchie fabbriche tessili di epoca vittoriana, nel quartiere di New Islington (Figura 1). La riqualificazione, nelle intenzioni dei pianificatori, avrebbe dovuto innescare un processo di *gentrification*, tuttavia il processo è stato rallentato dallo scoppio della bolla immobiliare e molti edifici industriali sono rimasti semi-ristrutturati e abbandonati⁶.

Le nuove tecniche di fabbricazione potrebbero infine contribuire a cambiare le convenienze localizzative delle imprese, riducendo i vantaggi legati alla delocalizzazione in paesi a basso costo del lavoro e incentivando il *reshoring*, ovvero il rientro delle imprese nei paesi economicamente avanzati (Barbieri et al., 2017). Per le aziende digitali, a bassa intensità di manodopera, il lavoro incide in misura irrilevante sulla struttura dei costi di produzione, mentre diventano determinanti la prossimità ai clienti e ai consumatori, per seguire da vicino i cambiamenti della domanda e per garantire la personalizzazione del prodotto, e i contatti con i progettisti, considerata anche la sofisticatezza dei nuovi

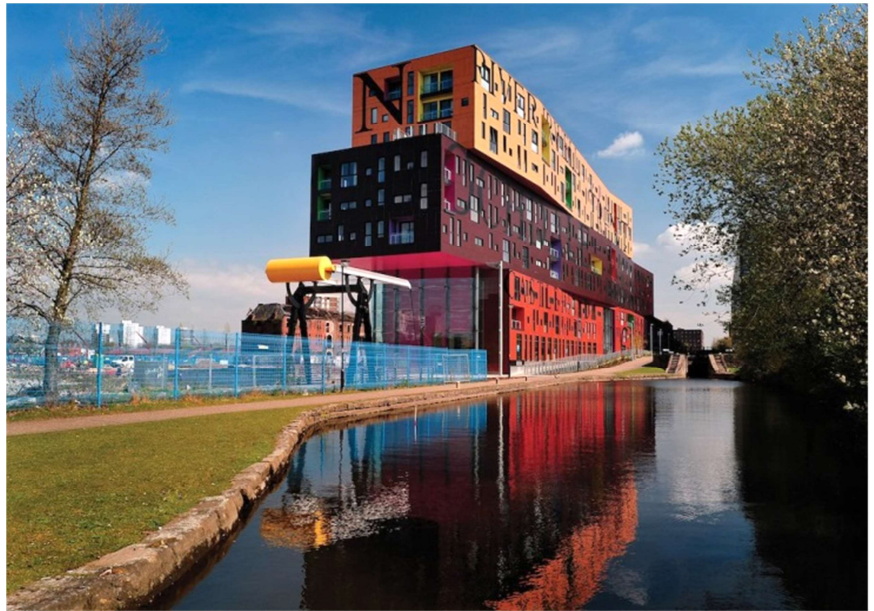


Figura 1: Il Manchester FabLab

progetti (Carrus et al., 2014).

Di fatto, però, il nesso tra i due fenomeni non è ancora dimostrato e scarse sono al momento le risultanze empiriche, come hanno segnalato recentemente alcuni ricercatori tedeschi (Müller et al., 2017). Inoltre, il produrre con queste tecnologie non necessariamente esclude la possibilità di delocalizzare: diverse imprese, comprese quelle che lavorano in modalità open source, ad esempio, progettano i beni i nei paesi economicamente avanzati ma li fanno produrre da imprese cinesi o asiatiche.

La sostenibilità ambientale della stampa in 3d

La manifattura digitale dovrebbe essere “più sostenibile” rispetto alla produzione tradizionale dal momento che le tecniche additive consentono di ridurre sia le materie prime che entrano nel processo produttivo sia gli sfridi delle lavorazioni e gli scarti finali. In pratica però è necessario che queste tecnologie siano inserite in una logica di circolarità dei processi produttivi e che questi principi trovino ampia diffusione a livello di sistema produttivo e non solo di singola impresa.

Il modello dell'economia circolare, che vuole riprodurre il funzionamento della Biosfera e dei suoi

“cicli chiusi”, è concepito e progettato per essere rigenerativo e fa leva su alcuni principi fondamentali, tra cui l’approvvigionamento sostenibile e la progettazione ecologica. È necessario quindi ridurre i materiali e adeguarli al principio della rigenerazione, cercando di sostituire le materie prime non rinnovabili con materiali rinnovabili, riciclati, biodegradabili o compostabili. I prodotti devono essere progettati per minimizzare la produzione di scarti di lavorazione, o per fare in modo che questi siano gestiti come sottoprodotti, per consentire una manutenzione e riparazione che ne allunghi il ciclo di vita e che ne permetta comunque la rigenerazione e il riutilizzo in altri cicli di produzione. Per favorire i processi di riciclo, i materiali non dovrebbero contenere sostanze tossiche.

I processi di simbiosi industriale sono un esempio di un modello di valorizzazione degli scarti dei processi produttivi che riduce i costi di smaltimento e consente di ottenere dei vantaggi dalla vendita dei sotto-prodotti di lavorazione. Essi hanno trovato applicazione nei parchi eco-industriali che costituiscono però delle realtà specifiche e limitate ad alcuni sistemi di produzione settorialmente e spazialmente circoscritti.

La stampa 3D, per le sue caratteristiche tecniche e flessibilità, sembra poter realizzare i principi della progettazione e produzione circolare in più settori e con pochi vincoli localizzativi. Il principio della riduzione delle materie prime viene rispettato dal momento che la stampa 3D lavora per addizione invece che per sottrazione e che può stampare oggetti di diversa forma ed uso a partire da un unico materiale. Da un unico polimero della plastica, come il nylon, si può produrre di tutto, da una tazza per il caffè a un dispositivo medico (Unruh, 2018).

I materiali con cui si alimentano le stampanti, sebbene entro certi limiti, possono derivare a loro volta da oggetti e altri materiali di scarto rigenerati e riutilizzati: ad esempio, la plastica può essere riciclata e convertita in filamenti utilizzati nei processi di stampa in 3D con un consumo di energia minore rispetto alla produzione degli stessi con le tecniche tradizionali. Se la catena del valore che comprende le funzioni di raccolta, trasporto e riciclo dei rifiuti, che di solito sono svolte da imprese terze specializzate, viene organizzata su scala locale ciò si può tradurre in un risparmio di emissioni dovute al trasporto e nella generazione di valore e occupazione.

In questa prospettiva, la stampa 3d può diventare un facilitatore per la realizzazione dell’economia circolare (Garmulewicz, 2018).

Le operazioni di riciclo sono possibili anche attraverso dispositivi hardware open-source, definiti *RecycleBots*, che trasformano in polveri scarti e oggetti di plastica prodotti con le stampanti 3D per produrre pellet, i quali sono poi trasformati in filamenti che vanno ad alimentare le stampanti 3D stesse. Gli stessi *RecycleBots* e anche le stampanti 3D possono a loro volta essere prodotti con la stampa 3D (Unruh, 2018).

Questi procedimenti incontrano tuttavia dei limiti perché non tutti i tipi di plastica possono sopportare il trattamento termo-meccanico del riciclo e si degradano progressivamente ad ogni ciclo; per ripristinarne le proprietà e per estenderne la vita, la plastica deve essere processata chimicamente. Rimane inoltre il problema della tossicità di molti materiali, come le resine o alcuni leganti, e della pericolosità di processi di produzione utilizzati nella stampa 3D, come quelli che si basano sulle polveri metalliche che sono potenzialmente esplosive (Unruh, 2018).

Dal punto di vista energetico, le stampanti 3D possono alimentarsi con fonti di energia rinnovabile, come l’energia solare, semplicemente collegandole a un pannello solare. Alcuni modelli recenti sono in grado di utilizzare l’energia termica del sole per sintetizzare materiali come il vetro, attraverso un trattamento termico che trasforma materiali in polvere in masse compatte con una forma (Unruh, 2018).

Conclusioni

Al di là degli scenari più estremi che arrivano a configurare la morte della grande impresa e della organizzazione spaziale della produzione incentrata sulle *global value chain* e quindi, implicitamente, la fine della globalizzazione stessa, i temi di Industria 4.0 e del *reshoring* hanno contribuito a riaccendere il dibattito sul ruolo e l’importanza dell’industria nei paesi economicamente avanzati. In particolare all’Industria 4.0. viene attribuita una capacità autonoma di indurre la rinascita dell’industria e quasi tutti i paesi puntano sulle nuove tecnologie per contrastare la deindustrializzazione, conseguente a de-

cenni di delocalizzazione produttiva e alla recente crisi finanziaria mondiale, e a rilanciare la competitività dei propri sistemi produttivi.

L'idea di una circolarità dell'economia non è nuova essendo emersa già negli anni '60 del secolo scorso (Boulding, 1966), tuttavia solo recentemente le nuove tecniche come la stampa 3d consentono di applicarne i principi alla produzione, al di fuori di un numero limitato di situazioni e su larga scala. Le tecnologie tuttavia non bastano. Come sottolinea la Commissione Europea, il passaggio all'economia circolare implica soprattutto un cambio di paradigma e un deciso «impulso innovativo, non solo sul piano della tecnologia, ma anche dell'organizzazione, della società, dei metodi di finanziamento e delle politiche»⁷.

Fondamentale è ripensare i modelli di consumo, facendo leva su un consumo responsabile e collaborativo, sul prodotto che diventa servizio, sulla *sharing economy* piuttosto che sull'economia *buy-and-consume*.

Secondo alcuni autori, al di fuori dei principi dell'economia circolare, la manifattura additiva potrebbe addirittura acuire determinati problemi ambientali (Unruh, 2018). La disponibilità di dispositivi che consentono a ciascun individuo di costruirsi da solo i propri oggetti, favorita anche dalla continua diminuzione dei prezzi dopo la scadenza di molti brevetti, può incentivare infatti la produzione di grandi quantità di oggetti inutili. Se si considera che spesso molti di questi oggetti sono in plastica, il problema assume dimensioni ancora più rilevanti.

Paola Savi

Paola Savi è professore associato di Geografia Economico-Politica nel Dipartimento di Culture e civiltà dell'Università degli studi di Verona.

Bibliografia

- Anderson C. (2013), *Makers. Il ritorno dei produttori. Per una nuova rivoluzione industriale*, Rizzoli Etas, Milano.
- Barbieri, P., Ciabuschi, F., Fratocchi, L., Vignoli, M. (2017). Manufacturing Reshoring Explained: An Interpretative Framework of Ten Years of Research. Vecchi, A. (a cura di), *Reshoring of Manufacturing. Drivers, Opportunities, and Challenges*. Cham, Springer, 3-37.
- Beltrametti L., Gasparre A. (2014), “La stampa 3D come nuova sfida tecnologica al lavoro manifatturiero”, *XXVI Convegno annuale di Sinergie Manifattura: quale futuro?* 13-14 novembre 2014, Università di Cassino e del Lazio meridionale, *Sinergie Referred Electronic Conference Proceedings*, pp. 197-213.
- Beltrametti L., Gasparre A. (2015), “Quella stampa in 3D: moda o rivoluzione?”, in Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici, *Fabbrica 4.0 La rivoluzione della manifattura digitale*, Il Sole24Ore, Milano, pp.21-34.
- Ben-Ner A. and Siemsen E., “Decentralization and Localization of Production: The Organizational and Economic Consequences of Additive Manufacturing (3D Printing)”, *California Management Review*, 59, 2, pp. 5-23.
- Boston Consulting Group (2015), *Why Advanced Manufacturing Will Boost Productivity*, <https://www.bcg.com/publications/2015/lean-and-manufacturing-production-why-advanced-manufacturing-boost-productivity.aspx>
- Boulding K.E. (1966), “The Economics of the Coming Spaceship Earth”, in Jarret H. (ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, John Hopkins University Press, Baltimora.
- Carrus P.P., Marras F., Pinna R. (2014), “Manifattura: quale futuro? La fabbricazione digitale” *XXVI Convegno annuale di Sinergie Manifattura: quale futuro?*, 13-14 novembre 2014, Università di Cassino e del Lazio meridionale, *Sinergie Referred Electronic Conference Proceedings*, pp. 183-196.
- Garmulewicz A., Holweg M., Veldhuis H. and Yang A (2018), “Disruptive Technology as an Enabler of the Circular Economy: What Potential Does 3D Printing Hold?”, *California Management Review*, 60, 3, pp. 112-132.
- Micelli S. (2011), *Futuro artigiano. L'innovazione nelle mani degli italiani*, Marsilio, Venezia.
- Müller J., Dotzauer V., Voigt K. (2017), “Industry 4.0 and its Impact on Reshoring Decisions of German Manufacturing Enterprises”, in Bode et al.

(Hrsg.), *Supply Management Research*, Springer, Wiesbaden, pp.165-179.

The Economist (2012), *Manufacturing and innovation. A third industrial revolution*, Special Report, april.

Unruh G. (2018), "Circular Economy, 3D Printing, and the Biosphere Rules", *California Management Review*, 60, 3, pp. 95-111.

Wohlers Associates Inc. (2014), *Wohlers Report 2014. 3D Printing and Addictive Manufacturing State of the Industry. Executive Summary*, Wohlers Associates Inc.

Wohlers Associates Inc. (2014), *Wohlers Report 2018*, Wohlers Associates Inc.

Wolf-Powers L., Doussard M., Schrock G., Heying C., Eisenburger M. & Marotta S. (2017), "The Maker Movement and Urban Economic Development", *Journal of the American Planning Association*, 83, 4, pp. 365-376.

Note

¹ Prodotti e servizi.

² Anderson fa risalire la nascita del Movimento dei Maker all'uscita della rivista *Make*, nel 2005, e alla prima *Maker Faire* tenutasi nella Silicon Valley. Altro passaggio fondamentale è stato il lancio, nel 2007, di RepRap, la prima stampante 3D desktop open source, dalla quale è derivata MakerBot, una stampante 3D *consumer* che ha ispirato un'intera generazione di maker (Anderson, 2013).

³ Negli Stati Uniti sono nati, negli ultimi anni, diversi siti di crowdfunding, come il noto Kickstarter sorto nel 2009, dove i maker raccolgono fondi per realizzare i loro progetti (Anderson, 2013).

⁴ L'esperienza è nata da un corso per studenti tenuto da Gershenfels al CBA, "How to Make (almost) Anything". Visto il successo dell'iniziativa, il CBA ha ampliato il progetto costruendo un laboratorio con il supporto della National Science Foundation.

⁵ <http://fab.cba.mit.edu/about/charter>.

⁶ <https://manchesterfablab.manufacturinginstitute.co.uk>.

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0398R%2801%29>.