



UNIVERSITÀ DI PISA

LAUREA MAGISTRALE IN
INFORMATICA UMANISTICA

SEMINARIO DI CULTURA DIGITALE A.A. 2016/17

Sognare in 3D...

Quando i sogni prendono forma, strato per strato.

Jennifer Lotti

Matricola: 294268

Sommario

Stampare in 3D i propri disegni non è più solo un sogno, ma sta diventando una realtà. I cambiamenti che potrebbe portare sono innumerevoli ed il nostro modo di rapportarci alla produzione industriale potrebbe non essere più lo stesso.

Indice

1. Introduzione alla stampa 3D.
2. Dalla fantascienza...
3. ...Alla realtà.
4. Verso il futuro.
5. Conclusioni.
6. Bibliografia.



Illustrazione 1: binarioprint.it - Guida pratica alla post-produzione per la stampa 3D

1. Introduzione alla stampa 3D.

La stampa 3D è una rivoluzione tecnologica? In realtà no, perché esiste già da più di 30 anni. Rappresenta la naturale evoluzione della stampa 2D da cui differisce, sostanzialmente, per il tipo di supporto e per il tipo di inchiostro che vengono utilizzati. Nelle stampanti tradizionali il supporto utilizzato in genere è la carta e vi vengono impressi testi ed immagini mediante la deposizione di strati di inchiostro. Quando si parla di stampante 3D, invece, la differenza è sostanziale e piuttosto evidente: si passa dalla creazione di documenti alla creazione di **oggetti** reali. In genere una stampante 3D permette la lavorazione di diversi materiali allo scopo di creare molteplici funzionalità meccaniche e fisiche e per adattarsi al meglio all'utilizzo che se ne desidera fare. Ma sostanzialmente cos'è una **stampante 3D**?

La stampa 3d (3D printing o 3d-P) è un processo di produzione di oggetti tridimensionali a partire da un modello digitale che permette di creare oggetti completi o parti di oggetti e macchine, attraverso una stratificazione sequenziale (layering), ottenuta deponendo in sequenza vari strati di materiali che sovrapponendosi compongono via via l'oggetto da produrre. È una tecnica di produzione additiva detta anche fabbricazione additiva (FA) o manifattura additiva (additive manufacturing, AM), caratterizzata dal fatto che costruisce gli oggetti aggiungendo materiale invece di asportare porzioni di materiali esistenti (produzione sottrattiva) come fanno le tradizionali macchine utensili ad asportazione di truciolo (torni, frese, trapani). Mentre la produzione sottrattiva è paragonabile alla scultura di marmo e legno, la produzione additiva è paragonabile alla realizzazione degli oggetti di argilla, vetro o porcellana.

Esistono vari metodi di stampa 3D, vediamo in breve i più comuni.

La **fabbricazione a fusione di filamento (FFF)**, nota anche come **FDM** o modellazione a deposizione fusa, è una tecnica di realizzazione additiva cioè si basa sulla sovrapposizione progressiva di porzioni di materiale fino ad arrivare ad ottenere un oggetto tridimensionale. In questa tecnica vengono utilizzati soprattutto, materiali **plastici**, ed è usata sia in ambito professionale sia nelle apparecchiature di largo consumo. Un filamento plastico (solido) viene srotolato dalla bobina nella quale è stato composto e condotto ad un ugello di estrusione dove si può avviare e fermare il flusso. Il materiale fuso viene depositato a filamenti molto sottili, uno sopra all'altro, fino al completamento del modello desiderato. I filamenti possono essere di varie tinte e, pur non essendo miscelabili in fase di stampa, si possono ottenere oggetti costituiti da strati di colori differenti.

Fra tutti è il più economico e permette, comunque, una discreta qualità. Molte stampanti FDM – FFF hanno la capacità di lavorare anche altri materiali con caratteristiche differenti, come ad esempio materiali termoplastici che si fondono entro un definito valore massimo di temperatura, considerando però anche le caratteristiche di ritiro che hanno.¹

La **Stereolitografia (SLA)** è un metodo di stampa 3D che usa la luce ultravioletta per trattare o solidificare la **resina**, uno strato dopo l'altro.

La sua principale applicazione è la prototipazione rapida, che permette di avere oggetti fisici da testare prima della produzione industriale oppure preparare modelli per realizzare stampi di colata. Può essere impiegata anche per produrre velocemente pezzi di ricambio. Un'importante applicazione si ha nell' **imaging medico** dove è possibile realizzare in tempi brevi modelli di protesi, parti di ossa, tumori, vasi e altre parti anatomiche su cui il chirurgo può preparare l'intervento.²

1- <http://www.3dprint-av.com>

2- wikipedia.org.

Abbiamo, in fine, la **Sinterizzazione laser selettiva (SLS)**. Si tratta di un metodo di stampa 3D generalmente utilizzato per la produzione industriale. Durante il processo un raggio laser si muove attraverso un letto di **polvere** rilasciando alta energia sotto forma di calore. Questo fondendo il materiale va a generare lo strato dell'oggetto tridimensionale. Il materiale non fuso è usato come sostegno per l'oggetto e al termine dell'operazione può venire riutilizzato. L' SLS permette una maggiore precisione, una maggiore continuità fra i vari strati rispetto alle tecniche precedenti ed una maggiore ricchezza di dettagli minuti nell'oggetto realizzato. Purtroppo è anche un metodo molto più costoso, soprattutto se si aggiunge l'uso di polveri già colorate, e non è molto spesso, la soluzione più indicata al fine che si vuole ottenere.

L'FDM resta ancora la tecnica più usata in moltissimi ambiti avendo raggiunto il migliore equilibrio fra prezzo/qualità del risultato/ tempi di realizzazione.

Il **PLA** (acido poliattico) è uno dei materiali più utilizzati dato che è economico, resistente ed, essendo derivato da sostanze naturali, non emana cattivo odore durante la stampa. Rispetto ad altri materiali fonde a temperature più basse, non richiede un piano riscaldato ed è adatto, quindi anche alle stampanti più economiche. Gli svantaggi sono comunque diversi, essendo di origine naturale si deteriora facilmente e gli oggetti sono sensibili all'umidità ed ai raggi UV.

Ne esistono varietà più costose di qualità superiore, varietà colorate o fluorescenti o resistenti a temperature maggiori. Al PLA può essere addizionato un altro materiale. Nel **PLA con cariche metalliche, per esempio**, i filamenti che includono una percentuale anche rilevante (sino all'80%) di polveri metalliche. Sono utilizzati per simulare oggetti in rame, bronzo, alluminio etc. Hanno un peso specifico elevato (a causa della componente metallica) e di conseguenza anche il costo è molto maggiore rispetto al comune PLA.³



Illustrazione 2: www.think3d.in

Il vantaggio principale della stampa 3d si ottiene nella produzione di oggetti unici o in piccola serie, questo strumento si presta in modo ottimale a migliorare la competitività delle aziende del Made in Italy: auto o moto sportive di alta gamma, artigianato, oreficeria, oggetti di design e arredamento, accessori per l'abbigliamento, protesi ortopediche e strumentazione medica...

2. Dalla fantascienza ...

Poter disporre di macchine in grado di "creare" oggetti è da sempre una delle maggiori aspirazioni umane ed è entrata nell'immaginario in modi e sotto forme diverse. L'idea, il poter ottenere qualcosa di reale partendo da un'immagine o anche solo da un'idea viene rappresentata in racconti, storie film. Vediamo alcuni di questi esempi nel dettaglio e come questa forma di "tecnologia" esra

3- www.sharemind.eu

stata pensata ed immaginata. **Primo Levi** nel libro di racconti **Storie Naturali** (pubblicato nel 1966 con lo pseudonimo di Damiano Malabaila) crea il **Mimete**, una macchina in grado di replicare qualsiasi oggetto grazie all'utilizzo di un materiale tuttofare chiamato **pabulum**, che in pratica anticipava la possibilità di riprodurre oggetti con scanner e stampanti 3D. Gilberto, il protagonista del racconto, prova a duplicare vari oggetti, prima una banconota, poi un diamante, poi una salamandra senza riscontrare alcuna difficoltà. Duplica persino la moglie, ma poi, stanco di averne due, duplica anche se stesso per ricreare due coppie uguali. Un macchinario simile lo si ritrova nel romanzo **The Prestige** (1995) di Christopher Priest, la cui trasposizione cinematografica è stata diretta nel 2006 da Christopher Nolan. In quest'ultimo, il protagonista finge di aver scoperto il segreto del teletrasporto, ma in realtà ogni volta duplica se stesso e distrugge il duplicato.

Anche nei romanzi e nei film di fantascienza abbondano sistemi di teletrasporto e materializzatori di oggetti come il famoso "replicatore di materia a matrice molecolare" in dotazione alla famosissima astronave Enterprise di **Star Trek**.

Il **replicatore** (nome completo: replicatore di materia a matrice molecolare) è una tecnologia immaginaria dell'universo fantascientifico di Star Trek, capace di ricreare qualsiasi varietà di cibo o di oggetto inanimato, partendo dall'energia pura o da una materia inerte. Le prime navi stellari, anche se dotate di un'autonomia di circa 5 anni, dovevano comunque sostare durante i loro viaggi in varie stazioni di rifornimento per fare scorte di cibo, di parti di ricambio o di qualsiasi oggetto potesse essere utile durante i lunghi viaggi. Grazie all'introduzione del replicatore tutto ciò non è più necessario. Il replicatore, infatti, permette di ricreare qualsiasi varietà di cibo o di oggetto inanimato con il solo limite del software e della complessità dell'oggetto richiesto. Si tratta, in pratica, di un'evoluzione della tecnologia alla base del teletrasporto. La differenza principale riguarda il fatto che, mentre nel teletrasporto ci si limita a trasferire oggetti e persone da un punto all'altro, il replicatore consente di modellare la materia a livello molecolare e di ricreare qualunque tipo di oggetto o cibo, a partire da materia grezza di base, inerte e facilmente immagazzinabile. Alla base della creazione dell'oggetto vi era la **matrice spaziale** il modello a cui la macchina doveva far riferimento e del tutto analoga al nostro modello virtuale 3D realizzato mediante CAD.

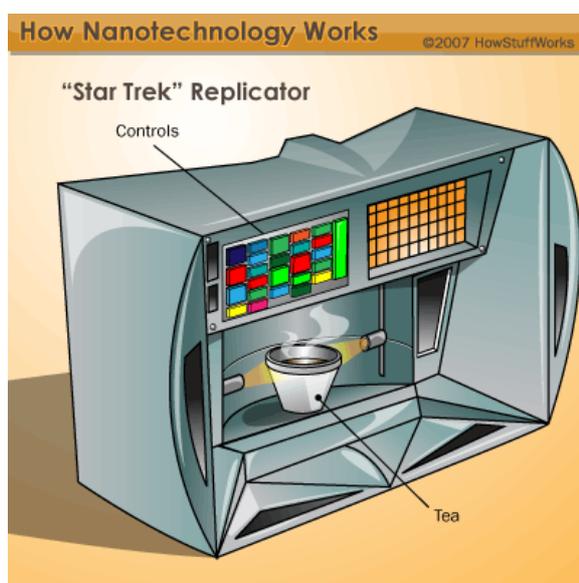


Illustrazione 3: <http://visitcryptoville.com>

I pionieri della stampa 3D sono già entrati nella leggenda, come dimostra il film documentario **Print the Legend**, presentato nel marzo 2014 al festival del cinema di Austin (Texas) con la seguente logline: “La stampa 3D sta cambiando il mondo. Print the Legend segue le persone che concorrono per portare questa nuova tecnologia nelle nostre case, documentando l’ascesa e la diffusione di questa rivoluzione ed esplorando ciò che serve per vivere il sogno americano. Questo film racconta come una rivoluzione industriale è cominciata e come cambierà le nostre vite”.⁴

3. ... Alla realtà.

Abbiamo visto come cinema e letteratura avevano pensato ed immaginato questo tipo di macchinari, ma non tutto è rimasto un segno, molte di queste idee sono state, anche solo, in parte realizzando oppure sono state una grande fonte di ispirazione.

Pur non essendo ai livelli del replicatore di Star Trek la stampa 3D è oggi una realtà accessibile. L’applicazione esponenziale della stampa 3D, dalla produzione al **cibo**, sta digitalizzando e democratizzando l’accesso a esperienze culinarie del tutto nuove ma non per questo meno affidabili, portando un approccio esclusivo verso una nuova ed esaltante base per la nutrizione che sarà di beneficio a miliardi di persone. In questo tipo di macchinari ogni cartuccia contiene un ingrediente. Prendiamo, ad esempio, **The Sugar Lab**, si tratta di un’azienda che realizza oggetti in **zucchero** che ha sposato già da tempo la tecnologia di stampa 3D per la realizzazione di particolari sculture dal design “dolce”.⁵



Illustrazione 4: <http://www.knstreet.com>

Sono moltissime le aziende che hanno visto nella stampa 3D un ottimo strumento per realizzare oggetti utilizzando i propri materiali preferiti. Per realizzare oggetti in **cioccolato** esiste un apposito modello di stampante 3D chiamato “Chocolate Choc Creator VI”.

La **Choc Edge** realizza in questo modo delle fantastiche decorazioni interamente commestibili.⁶

⁷Alcuni modelli di **stampate 3D alimentare** sono già disponibili sul mercato, vediamo adesso i modelli principali.

4- Giancarlo Magnaghi, *Stampa 3D. applicazioni di un’idea innovativa*, Editore Este, 2015.

5- www.3dsystems.com

6- <http://chocedge.com/>

7- <http://www.selltek.it>

3D Foodini: è la stampante 3D della Natural Machines che stampa cibo pronto di piccole dimensioni, ideale per uno snack. Il suo funzionamento è facile ed intuitivo, si inseriscono gli ingredienti freschi dentro capsule di acciaio dopodiché si seleziona la ricetta di interesse direttamente dal display dell'apparecchio o da tablet/smartphone e la macchina procede alla stampa del cibo assemblandolo strato per strato. Per poterli utilizzare è necessario ridurre prima gli ingredienti allo stato liquido o, almeno, della consistenza di una pastella. Ovviamente, a differenza del nostro modello di partenza fantascientifico, Foodini non cuoce il cibo. Dopo la stampa sarà consigliabile porre tutto in forno prima di servirlo a tavola.

FoodForm è la stampante 3D dell'azienda spagnola Robots in Gastronomy, stampa vero e proprio gelato. Il suo funzionamento è abbastanza semplice. L'impasto liquido alla base del gelato viene inserito dall'alto all'interno della macchina e viene poi depositato in un piatto sottostante con un movimento che può riprodurre praticamente qualsiasi forma. La consistenza voluta è ottenuta grazie all'azoto liquido.

La Barilla, ha come ambizione di portare in tutti i ristoranti nel giro di qualche anno una stampante 3D per pasta, in collaborazione con la TNO EINDHOVEN dei Paesi Bassi.

Candy è la stampante 3D della Londinese 3D Ventures con estrusore elettrico che consente di stampare qualsiasi tip di cibo semi-solido permettendo così la decorazione di torte e biscotti, con scheda SD per la scelte dei disegni pre-caricati.

Rova 3D è la stampante 3D della società Canades Ord Solutions permetterà di stampare con paste a base alimentare come Nutella ma anche con altri prodotti non alimentari tipo gesso o silicone.

Naturalmente l'uso domestico di queste stampanti non sono che una minima parte del loro potenziale. Una conferma arriva dalla Germania, dove un'azienda, la **Biozoon**, stampa **purè** dalla consistenza morbidissima con l'aspetto di carote tagliate, asparagi o prosciutto. I destinatari del prodotto sono gli anziani e chiunque abbia difficoltà a masticare. La loro forma non è che un'illusione ottica, è evidente, ma se c'è una cosa che «MasterChef» e affini ci hanno insegnato, è che mangiamo innanzitutto con gli occhi.⁸



Illustrazione 5: Il Concetto di Smoothfood (cibo morbido)

Lo smoothfood (letteralmente cibo morbido) viene già preparato in molte cucine di ospedali e case di cura per tutte quelle persone che, a causa di demenza, cancro o ictus, sono diventate permanentemente dipendenti da purè e cibi molli. Questi pasti possono essere arricchiti con sostanze nutritive e vitamine in modo da garantirne un apporto adeguato ed equilibrato.

L'arricchimento e il **monitoraggio** dell'assunzione di cibo reale è controllato via software e attraverso Applicazione sviluppata dalla società tedesca IT SANALOGIC. Questi particolari cibi arricchiti possono essere prodotti con l'ausilio di una stampante 3D. Il processo di stampa è più complesso di quello che potrebbe sembrare a prima vista e si basa sulla **stampa a getto**. Il progetto

8- panorama.it

è stato convalidato anche grazie ai commenti positivi ricevuti a seguito di degustazioni effettuate presso numerose case di cura.⁹

La possibilità di dare forme simpatiche ed esteticamente gradevoli al cibo potrebbe essere, in futuro, anche un buon modo per far mangiare le verdure ai bambini.

Nei laboratori di ricerca di Agraria dell'università di **Foggia** è stato effettuato il primo esperimento in Italia riguardo agli alimenti realizzati mediante stampa 3D. Sono stati preparati biscotti dalle forme originali contenenti frutta, legumi, latte in polvere e funghi, tutte importanti fonti di calcio, ferro e vitamina D.

Grazie alla loro forma accattivante ed alla consistenza soffice saranno, senza dubbio, più graditi ai bambini del più classico minestrone di verdure.¹⁰

Christopher Priest e Primo Levi parlando di riprodurre interi esseri umani, ovviamente siamo molto lontani da questo livello di tecnologia in bilico fra Stampa 3D (per il macchinario usato) e clonazione (per il risultato effettivamente ottenuto), ma qual cosa in quella direzione viene fatta con la **bio-stampa 3D**. Questo tipo di stampante utilizza **cellule in sospensione** in un gel a base d'acqua (idrogel) come materia prima e permette di ottenere veri organi utilizzabili nei trapianti. Gli organi ed i tessuti sono prodotti a partire da uno stampo in materiale sintetico e biodegradabile. Questi sono realizzati con una struttura reticolare costituita da canali sottilissimi che consentono ad acqua, ossigeno e sostanze nutritive, di raggiungere ogni cellula trattenuta nel gel. Via via che l'organo va a formarsi la struttura biodegradabile si dissolverà fino a scomparire del tutto. Il dispositivo è finora stato testato su topi da laboratorio, sui quali sono stati impiantati con successo orecchie, mandibole e muscoli. Due settimane dopo, i risultati hanno confermato che i muscoli stampati sono resistenti abbastanza da mantenere le caratteristiche strutturali nel tempo, vascolarizzandosi e inducendo la formazione di nervi. Nonostante siano necessari ancora molti perfezionamenti per rendere i tessuti trapiantabili sugli esseri umani, l'esperimento si è rivelato una vera e propria rivoluzione, che, nonostante sia ancora allo stato sperimentale, ha già dato ottimi risultati, anche perché i tessuti prodotti non hanno evidenziato nessun segnale di necrosi.¹¹

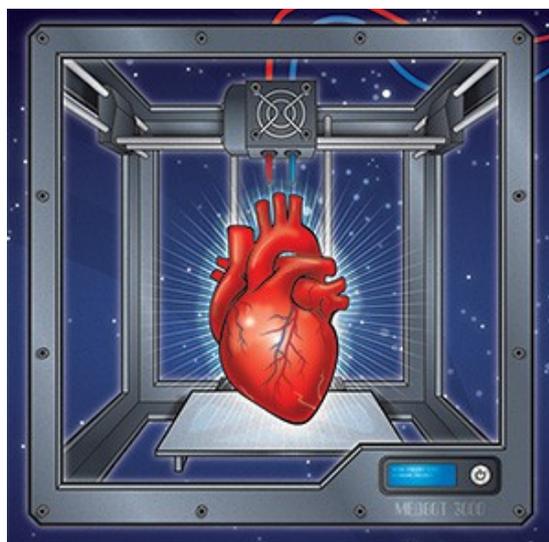


Illustrazione 6: <http://stampiamoin3d.com>

9- <http://www.stampa3dstore.com>

10- La Gazzetta del mezzogiorno del 5 Agosto 2017, *Foggia, ad Agraria il cibo si crea con la stampante 3D*, Anna Langone.

11- Focus, *La bio-stampa 3D per produrre organi* (21 Febbraio 2016), Davide Decaroli.

Un **fegato** stampato in 3D è attualmente in uso per vari test antidroga, ma sorgono problemi quando si vuole creare un organo completo al 100% e non si tratta di un semplice foglio di tessuto organico. Il problema principale è la vascolarizzazione. Realizzare tutta la fitta rete di vene e capillare necessaria alla sopravvivenza del tessuto organico non è cosa da poco e senza avremo ottenuto soltanto un organo 3D senza una effettiva valenza medica.

Dopo un' intenso lavoro da parte degli scienziati delle Università di Sydney, Harvard, Stanford, oggi sono liete di annunciare che è stata scoperta una tecnica che riesce a ricreare un organo con tanto di vascolarizzazione.

Per ricreare questa struttura estremamente complessa, i ricercatori delle quattro università hanno utilizzato un bio-printer estremamente articolato. Hanno ricoperto le fibre con cellule umane endoteliali e poi ricoperte a loro volta da un materiale a base di proteine. Il materiale è stato poi trattato con una particolare luce per attivare il processo di indurimento e consolidamento.

Una volta terminato il processo di indurimento, i ricercatori hanno rimosso le fibre rivestite lasciando dentro le cellule endoteliali umane all'interno di un' intricata rete di piccoli spazi, i quali nel giro di una settimana sono diventati capillari funzionanti.¹²

Già oggi la tecnologia consente agli scienziati di stampare, anche se quasi sempre solo in via sperimentale, diversi organi umani o anche semplicemente parti di essi, ecco quali:

L'**orecchio**: un bambino su 12.500 nasce affetto da microtia, una grave malformazione dell'orecchio esterno sulla quale oggi si interviene con la chirurgia tradizionale finalizzata alla ricostruzione della funzionalità e dell'estetica dell'organo. I ricercatori della Cornell University hanno però messo a punto una metodologia che in poche settimane permette di avere a disposizione un orecchio nuovo di zecca pronto da essere impiantato nei piccoli pazienti. L'organo viene disegnato al computer con un sistema CAD e, successivamente, il modello, diviso in 7 parti, viene stampato con una stampante 3D. Il calco viene poi riempito con un gel a base di cartilagine ottenuta da bovini e topi. Nel giro di 3 mesi il tessuto avrà colonizzato interamente lo stampo e il nuovo orecchio sarà pronto per il trapianto.

Le **ossa**: messa a punto da un team di ricercatori della Washington State University, la stampa 3D delle ossa permette ogni anno a milioni di vittime di incidenti stradali di tornare a una vita del tutto normale. I medici stampano l'impalcatura per l'osso artificiale utilizzando polvere di ceramica e lo stesso macchinario impiegato nell'industria meccanica per produrre le parti che costituiscono i motori elettrici. Questa anima sintetica viene poi ricoperta con materiale plastico e cotta in un altoforno per circa 2 ore. Una volta raffreddata, la struttura viene messa in coltura con cellule ossee umane che la colonizzano nel giro di 24 ore. Questo procedimento permette di rimpiazzare ossa intere troppo rovinare per poter essere curate con i metodi tradizionali, ma anche parti più o meno grandi di un singolo osso. Una risonanza magnetica permette ai medici di avere l'esatta impronta della parte da ricostruire in modo da avere un'unione assolutamente perfetta tra l'osso del paziente e l'inserito artificiale.

La **pelle**: un team di scienziati del Wake Forest Institute for Regenerative Medicine ha messo a punto un'innovativa tecnica per produrre lembi di pelle da utilizzare nei trapianti.

Per prima cosa si procede con lo scansionare e mappare la ferita del paziente che verrà ricoperta dal tessuto artificiale. In questo modo saranno identificati con precisione forme e spessori.

La pelle sintetica viene quindi prodotta utilizzando una speciale stampante simile dotata di diversi ugelli: uno secerne l'enzima trombina, indispensabile per la coagulazione del sangue, l'altro un mix di collagene e fibrinogeno, una proteina sintetizzata dal fegato. Sopra questi elementi la stampante deposita successivamente uno strato di tessuto connettivo umano ed infine uno strato di cheratinociti, il tipo cellulare più abbondante nella pelle dell'uomo.

I vasi sanguigni: l'apparato circolatorio (attualmente solo i capillari) possono essere prodotti artificialmente utilizzando una stampante a basso costo, zucchero e polimeri vegetali. Il

12- Mironov, V. et al. *Organ printing: tissue spheroids as building blocks. Biomaterials* 30, 2164–2174 (2009).

procedimento è stato sviluppato da un team di scienziati del MIT e della Pennsylvania University. I ricercatori hanno creato uno software apposito per il controllo delle stampanti RepRap (macchine completamente open source) a basso costo per la modellazione 3D. Grazie a questo programma hanno stampato una rete di filamenti di zucchero e li hanno ricoperti con un polimero sintetico ottenuto dal mais. Hanno poi, alla fine, rivestito il tutto con cellule tissutali.¹³ Successivamente hanno lavato con acqua i minuscoli tubicini così ottenuti per scioglierne e levarne l'anima di zucchero. La sfida degli scienziati sarà quella di mettere a punto una tecnologia che permetta di produrre vasi più grandi e robusti come le vene e le arterie. Queste sono indispensabili per arrivare, in futuro, alla stampa 3D di interi organi e perfettamente funzionanti.¹⁴

4. Verso il futuro.

Quella a cui stiamo assistendo è, in un certo senso, una vera rivoluzione industriale. Invece di realizzare vari macchinari per poter costruire più esemplari dello stesso oggetto, stiamo imparando a produrre una sola macchina che ha la capacità di realizzare un numero praticamente infinito di oggetti tutti molto diversi tra loro. In un futuro, non molto lontano, la stampa 3D darà a tutti la possibilità di portare nel mondo fisico gli oggetti virtuali. In questo futuro non sarà più necessario comprare alcuni prodotti, almeno non fisicamente. Sarà sufficiente comprarne il modello virtuale per poi stamparli comodamente a casa propria. Questo varrà sia per oggetti semplici come soprammobili o giocattoli, fino ai più complessi come alimenti oppure persino farmaci. Gli esperimenti scientifici a riguardo sono numerosissimi ed il numero di cose “stampabili” aumenta di giorno in giorno ed alcuni sono veramente bizzarri. Alcuni di questi oggetti sono veramente stupefacenti ed estremamente vari sia per destinazione d’uso che per dimensioni.¹⁵ Vediamo, adesso, alcuni esempi di prodotti realizzati in 3D che in un futuro, forse nemmeno troppo lontano, potremo avere a nostra disposizione. Molti restano solo progetti, ma le basi sono già state poste, non resta che aspettare... Iniziamo con qualcosa di particolarmente grande e decisamente ambizioso.

Una casa: recentemente anche l’architettura sta usufruendo di questa particolare tecnologia, anche se resta un settore decisamente di nicchia. Un esempio è **Villa Asserbo**.

Non è stampa additiva, ma sempre stampa è: Villa Asserbo, a 60 km da Copenaghen, è la prima casa realizzata con 820 fogli di legno multistrato, stampati in base a uno schema digitale da una fresatrice a controllo numerico e assemblati sul posto. Per costruirla non ci vogliono più di due persone e non c’è bisogno di macchinari pesanti, nemmeno per le fondamenta, perché la casa poggia su 28 pali infissi profondamente nel terreno. Il progetto Print a House è stato realizzato dagli architetti Frederik Agdrup e Nicholas Bjorndal dello studio Entileen di Copenaghen, per ottenere un’abitazione facilmente riproducibile a basso impatto ambientale in tutte le fasi della vita, dalla costruzione allo smantellamento, che può essere compiuto facilmente, con la piena riciclabilità di tutte le sue parti.¹⁶ Behrokh Khoshnevis, della University of Southern California è il principale studioso (e promotore) del Contour Crafting, un tecnologia che permetterà di stampare interi edifici, piano dopo piano.

In un futuro prossimo potrebbe essere possibile costruire da soli la propria casa in legno usando una stampante 3D e sfruttando come base di partenza gli schemi dei Lego. I vantaggi della tecnica “D-Process” riguarderanno praticamente ogni aspetto della costruzione. Sarà decisamente molto più veloce da assemblare: una casa di quattro camere da letto potrà essere realizzata in meno di una

13- *Corriere - futuro stampa 3D*, su corriere.it.

14- *Focus, 5 parti del corpo che possono essere stampate in 3D (21 Agosto 2013)*, Rebecca Mantovani.

15- *le 50 cose più incredibili che si possono stampare in 3D*, di Davide Sher, da *Wired* del 13 Dicembre 2013.

16- <http://www.gruppomade.com>

settimana. Avrà bisogno di un minor numero di materiali, il che significa che sarà anche, sostanzialmente più ecologica. Richiederà una forza lavoro ridotta e sarà anche più economica.



Illustrazione 7: By Ellen Sturm Niz, Country Living on October 15, 2014

La possibilità di stampare le case non è passata inosservata all'ESA (The European Space Agency) che vorrebbe usare la stessa tecnologia per stampare **basi lunari** e ha commissionato uno studio alla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. La Mars Foundation, una delle organizzazioni che studia la possibilità di colonizzare Marte, ha presentato il progetto Mars Homestead, che prevede la realizzazione di **strutture** stampate in 3D per ospitare i primi coloni. La costruzione impiegherebbe due diversi tipi di robot capaci di "stampare" l'habitat da zero. Uno, conosciuto come **WaSiBo**, una volta arrivato in superficie raccoglierebbe la regolite marziana e la userebbe per creare le fondamenta delle strutture. Successivamente, in un secondo momento, il robot **IBO**, tramite un triplo ugello andrebbe ad erogare un composto di acqua, fibre e aerogel per creare le pareti dell'habitat. WaSiBo in questa fase contribuirebbe facendo da supporto ed estraendo acqua ghiacciata dal terreno.

Il prodotto finale sarà un habitat isolato, traslucido e capace di proteggere i suoi abitanti dalle radiazioni. Allo stesso tempo, permette agli utenti di vedere il mondo esterno, mantenendo così il contatto visivo con il loro ambiente e beneficiando della luce naturale.¹⁷



Illustrazione 8: COME ARRIVEREMO SU MARTE?- <http://www.flyorbitnews.com>

17- <http://www.marsfoundation.org/>

Passando dai mattoni veri e propri a quelli in miniatura troviamo la **Legó** ed i suoi progetti per un prossimo futuro. In passato l'azienda danese, nata nel 1934, è stata più volte in grado di reinventarsi seguendo gli sviluppi tecnologici, a partire dall'adozione della plastica per i suoi mattoncini nel 1949 e a quella della stampa a iniezione (injection molding) nel 1947. Durante lo scorso decennio, in un momento storico che ha visto i videogiochi e i giocattoli interattivi affermarsi come possibili antagonisti, Lego ha reagito abbracciando le nuove tecnologie e, invece di soffrire per la concorrenza, è cresciuta in maniera esponenziale.¹⁸

Con l'avvento delle nuove tecnologie di stampa 3D, però, Lego si trova di fronte alla più grande sfida che abbia mai affrontato. Potrebbe, in futuro, decidere di aprire un mercato digitale per i suoi modelli, cioè permettere di acquistare un modello virtuale e di stamparlo (come pezzo unico oppure mattoncino per mattoncino) nei negozi di giocattoli, nei 3D Print Shop o addirittura in casa se si possiede una stampante 3D. Una simile iniziativa avrebbe sia lati positivi che negativi, si esporrebbe infatti allo stesso rischio di pirateria digitale che ha colpito le industrie dei contenuti (film, musica...). Allo stesso tempo, però, aprirebbe le porte a molteplici e nuove possibilità di business e riuscirebbe a raggiungere milioni di nuovi potenziali appassionati.



Illustrazione 9: Foto di Davide Sher da Wired

Resta la questione dei **costi**: stampare un mattoncino Lego in alta risoluzione oggi costa molto di più che acquistarlo originale. Allo stesso tempo andranno prese in considerazione anche diverse possibili soluzioni intermedie, come ad esempio la possibilità di stampare i giocattoli nei negozi attrezzati con stampanti 3D industriali o magari solo di stampare un singolo mattoncino necessario per portare a termine un particolare progetto. Potrebbe anche essere reso possibile creare mattoncini con forme che le fabbriche Lego non producono.

Ciò non significa che Lego stamperà in 3D tutti i suoi giocattoli, almeno non nell'immediato futuro: *“La stampa 3D non può ancora essere considerata un'alternativa valida alla stampa a iniezione per i prodotti Lego a causa dei nostri elevatissimi requisiti di qualità, durabilità e sicurezza che le attuali tecnologie di stampa 3D non sono in grado di soddisfare. Inoltre, al momento, i costi e i tempi per la manifattura diretta attraverso la stampa 3D non sono commercialmente validi per noi, tranne che per le attività di prototipazione.”* ha precisato **Trangbæk**.

HD Vinyl: è il **vinile del futuro** e, grazie alla stampa 3D invaderà il mercato nel giro di 3 anni. Esteticamente si presenta molto simile ad un disco tradizionale, ma non lo è. La tradizionale incisione meccanica della lacca viene sostituita da una tecnica laser basata su un software di modellazione 3D.

Il nuovo sistema consentirebbe la creazione di dischi analogici di migliore qualità, con il 30% in più di capacità, il 30% di volume in più e il doppio della fedeltà audio di una tipico LP venduto oggi.

18-lego.com

Questa nuova tecnologia andrà anche ad abbassare notevolmente i costi fino ad una riduzione del **50%** ed anche i tempi di produzione di ben il **60%**. Ovviamente, per sfruttare pienamente le caratteristiche delle nuove incisioni ed i miglioramenti a livello audio, sarà consigliato l'uso di apparecchiature apposite. Tuttavia si tratta di una nuova tecnologia totalmente **retrocompatibile** e sarà, quindi, possibile anche utilizzare i comuni giradischi. Il deposito del brevetto non garantisce naturalmente che il progetto vada a buon fine. Tuttavia la solidità delle due società austriache coinvolte, Joanneum Research e Rebeat sembra garantire qualche possibilità di successo.¹⁹



Illustrazione 10: Da LifeHacker, The white Vinyl Desktop.

Una menzione speciale spetta a **Clip** una nuova tecnica di stampa 3D ad opera dell'azienda Carbon3D che, oltre a velocizzare notevolmente i tempi di stampa sembra ispirarsi al T-1000 di Terminator 2. Avete presente il T-1000 di Terminator 2 nella memorabile scena in cui emerge da una pozza di metallo liquido? L'azienda Carbon3D ha ideato un nuovo sistema di stampa 3D che sembra ispirarsi al cyborg antagonista di Arnold Schwarzenegger nella celebre pellicola cinematografica. Questa nuova tecnica di stampa 3D è stata soprannominata **Continuous Liquid Interface Production**, abbreviato, per l'appunto "CLIP". Secondo l'azienda la creazione di oggetti è da 25 a 100 volte più rapida rispetto a quanto è possibile ottenere con le tradizionali soluzioni di stampa 3D. Il segreto è usare un serbatoio di resina, mantenuta liquida grazie all'ossigeno. Per indurire la sostanza sono poi utilizzati dei fasci di raggi di luce, che modellano la resina e permettono di dare vita a dei veri e propri progetti. Il risultato è davvero d'effetto ed il solido sembra emergere letteralmente dalla resina liquida. Non è al momento possibile prevedere quando questa tecnologia potrà arrivare nelle stampanti 3D acquistabili liberamente dagli appassionati, ma gli impatti potrebbero essere notevoli, sia in termini di velocità di stampa sia a livello di qualità degli oggetti riprodotti. Ma volete mettere il gusto di vedere la propria creazione prendere vita da una massa informe di resina come uno dei cyborg più pericolosi del cinema?²⁰

5. Conclusioni.

La stampa 3D come la conosciamo oggi è una tecnologia che viene da un passato relativamente prossimo, ma che sta subendo un'incredibile accelerazione, negli ultimi anni. La rete internet, lo studio e l'applicazione di nuovi materiali, oltre alla diffusione di una nuova consapevolezza e di un

19- Digital Music News, *Exclusive: Patents Filed for 'High Definition Vinyl' Technology*, di Paul Resnikoff.

20- www.tomshw.it, *Stampante 3D super veloce che s'ispira al T-1000 di Terminator 2*, di Roberto Caccia.

nuovo modo di concepire il lavoro, la società e la produzione, stanno lanciando questa tecnologia verso un futuro che oggi appare estremamente promettente, ma molto difficile da prevedere. La sola cosa che possiamo fare, ad oggi, è prendere atto di quante tipologie di oggetti si possano realizzare, con queste macchine e dei rapidissimi progressi che stanno coinvolgendo i materiali di stampa. La stampa 3D avrà, molto probabilmente, un impatto molto elevato sulla vita delle persone, che sempre più potranno rendersi indipendenti dalla produzione industriale o cambiarne radicalmente l'aspetto e le dinamiche.

Il modello economico dell'usa e getta ha fallito, perché non è minimamente sostenibile e, soprattutto, perché ha distrutto la filiera che per molto tempo aveva tenuto insieme il sistema, garantendo lavoro e guadagni relativamente equamente distribuiti. Ridurre il ciclo di vita dei prodotti non ha sufficientemente aumentato la frequenza di sostituzione e di acquisto, ma ha semplicemente reso inutili alcune figure professionali, generando una crisi economica che non sembra trovare una soluzione. La stampa 3D, come molte altre tecnologie del presente e del futuro, non cambierà il mondo da sola, ma permetterà alle persone di guardarlo con occhi diversi, recuperando indipendenza e capacità di produrre in proprio un numero molto elevato di oggetti. Il concetto di produzione in serie sarà completamente rivoluzionato. Oggi abbiamo fabbriche in fallimento per sovrapproduzione, reti di vendita che non riescono a piazzare i prodotti, negozi che chiudono perché pieni di merce invenduta e superata, perché fuori moda o tecnologicamente arretrata. I cicli di produzione sono talmente veloci ed in continuo mutamento che il mercato non riesce ad assorbirli. Un sistema economico di questo genere non può avere una vita molto lunga. Miliardi di persone non bastano, con i loro acquisti compulsivi, a tenerlo in piedi. Le nuove tecnologie e la rete potrebbero permetterci di superare questo stallo dando vita ad un nuovo modello di economi e, forse, anche di società.²¹

E' naturalmente troppo presto per dire che potrebbe essere la fine delle industrie per come le conosciamo, ma sicuramente è destinato a cambiare il rapporto che abbiamo con loro come quello che abbiamo con gli oggetti che non ci saranno più imposti dalle aziende e dalla distribuzione, ma saranno parte di un nuovo processo di elaborazione della realtà, delle nostre necessità e dei nostri desideri.

21- www.seidigitale.com, *Stampa 3D: quali prospettive per il futuro?*, Claudio Gagliani.

6. Bibliografia.

- Corriere.it, *Corriere - futuro stampa 3D*.
- Chocedge.com, *Creating Your Chocolate in Style*.
- Digital Music News, *Exclusive: Patents Filed for 'High Definition Vinyl' Technology*, di Paul Resnikoff.
- Economist.com, *The printed world*.
- Flyorbitnews.com, *Come arriveremo su Marte?*, Alessandro Iacopini.
- Focus, *La bio-stampa 3D per produrre organi* (21 Febbraio 2016), Davide Decaroli.
- Focus, *5 parti del corpo che possono essere stampate in 3D* (21 Agosto 2013), Rebecca Mantovani.
- Giancarlo Magnaghi, *Stampa 3D. applicazioni di un'idea innovativa*, Editore Este, 2015.
- Insider.pro, *La stampa 3D sarà la nuova rivoluzione industriale?*
- Lachiavedisophia.com, *Organi umani stampati in 3D: come supplire alla carenza di donatori*, Silvia Pennisi.
- La Gazzetta del mezzogiorno del 5 Agosto 2017, *Foggia, ad Agraria il cibo si crea con la stampante 3D*, Anna Langone.
- Linkiesta.it, *Le stampanti 3D? Una rivoluzione industriale soft*, Gabriele Catania.
- Nature.com, *Science in three dimensions: The print revolution*, Nicola Jones.
- Primo Levi, *Storie Naturali*, Einaudi Tascabili.
- Publicknowledge.org, *What's the Deal with Copyright and 3D Printing?*, Michael Weinberg.
- Pulmed.gov, *Biofabrication: an overview of the approaches used for printing of living cells*, Ferris C.J, Gilmore KG, Wallace G.G.
- Pulmed.gov, *Organ printing: tissue spheroids as building block*, Mironov V, Visconti R.P, Kasyanov V, Forgacs G, Drake C.J, Markwald R.R.
- Sciencedirect.com, *Hydrogels for biomedical applications*, Allan S.Hoffman.
- Seidigitale.com, *Stampa 3D: quali prospettive per il futuro?*, Claudio Gagliani.
- Tomshw.it, *Stampante 3D super veloce che s'ispira al T-1000 di Terminator 2*, di Roberto Caccia.
- Wired.it, *La stampa 3D è davvero la prossima rivoluzione industriale?*, Philip Di Salvo.
- Wired.it, *le 50 cose più incredibili che si possono stampare in 3D*, di Davide Sher, da Wired del 13 Dicembre 2013.
- Zeppelinmaker.it, *Introduzione alla stampa 3D*, Paolo Aliverti.