MUSEOLOGIA SCIENTIFICA MEMORIE • N. 15/2016 • 151-155 ISSN 1972-6848

Allestire per comunicare nei Musei scientifici
Venezia, 13-15 novembre 2013
a cura di Mauro Bon, Raffaella Trabucco, Cecilia Vianello

Stampa 3D: una nuova risorsa per gli allestimenti museali

Ubaldo Betocchi
Nicola Madeddu
PaLEoS s.n.c., Via Sant'Angelo, 25. I-50142 Firenze. E-mail: info@paleos.it

RIASSUNTO
La stampa 3D FDM consente di realizzare oggetti attraverso un processo di deposizione per strati orizzontali di materiale plastico. Questa risorsa rappresenta una possibilità di sviluppo e trasformazione molto importante per i musei, perché permette di realizzare le repliche fedeli di reperti naturalistici o strutture biologiche.
La modellazione o la scansione 3D non hanno limiti dimensionali e i file ottenuti possono essere stampati un numero infinito di volte. La possibilità di ristampare l'oggetto permette inoltre di creare percorsi tattili e attività interattive senza il problema di preservare l'integrità del campione.
Grazie agli oggetti stampati i musei diventeranno più accessibili anche nei confronti delle persone diversamente abili. La stampa 3D, inoltre, genera attrazione nel pubblico: per questo motivo, creare all'interno dell'allestimento museale permanente un "maker-space" dove poter periodicamente eseguire queste attività può rappresentare una valida integrazione alla didattica classica e all'allestimento.

Parole chiave:
stampa 3D, didattica, maker-space, scansione, modello.

ABSTRACT
3D printing: a new resource for the museum exhibits.

3D printing is a process of making a three-dimensional solid object of virtually any shape from a digital model. 3D printing is achieved using an additive process, *where successive layers of material are laid down in different shapes. This resource is an opportunity to develop and to change the technologies in museum exhibits. It allows to print replicas of natural specimens and biological structures.*
The modeling or the 3D scanning, have no dimensional limits and the resulting files can be printed for ever and in a different scale without loss of information. This peculiarity also allows you to create tactile paths and interactive activities without the problem of preserving the integrity of the specimen.
Thanks to the 3D printed objects museums will be more accessible to disables people. 3D printing is really attractive for museum visitors, that's why setting a "maker-space" inside the museum can represent a valuable and endearing idea to enrich the educational offer.

Key words:
3D print, education, maker-space, scanning, model.

INTRODUZIONE

Le tecnologie di riproduzione 3D sono ampiamente applicate già da diversi anni in vari settori delle scienze, dell'industria e dei beni culturali, mentre nei musei non sono ancora largamente diffuse (Francescangeli & Monno, 2010).
La prototipazione rapida 3D ha avuto inizio tra gli anni '70 e '80 del secolo scorso con la costruzione di macchine estremamente costose che ne limitavano fortemente l'espansione.
Con la scadenza dei brevetti industriali per la stampa FDM (modello deposizione fluida), nel 2005, questa tecnologia ha cominciato a diffondersi grazie alla nascita del progetto Reprap.
Il Progetto RepRap, abbreviazione di Replicating Rapid Prototyper, è nato con l'intento di sviluppare una stampante 3D in grado di autoprodurre la maggior parte delle sue componenti. Tutti i lavori creati nell'ambito di questo progetto sono pubblicati con licenze open-source (Bowyer, 2006).
La stampa 3D FDM consente di realizzare oggetti attraverso un processo di deposizione di materiale plastico. L'FDM lavora su un principio "additivo" rilasciando cioè il materiale su strati orizzontali sovrapposti l'uno all'altro. Il filamento plastico è srotolato da una spirale che fornisce il materiale ad un ugello di estrusione da cui si può avviare e fermare il flusso. L'ugello è riscaldato per poter sciogliere il materiale e può essere spostato sia in direzione orizzontale che verticale da un meccanismo a controllo numerico, guidato da un software.

Questa nuova tecnologia è già ampiamente diffusa tra i designer di tutto il mondo ma può avere un vastissimo campo di applicazione anche nell'ambito della museologia: dall'allestimento di percorsi espositivi innovativi alla costruzione di esperienze tattili apposite per persone disabili e, soprattutto, può rivoluzionare l'approccio alla didattica classica.

ACQUISIZIONE REPERTI

Per poter stampare un oggetto in tre dimensioni è necessario possedere un modello digitale tridimensionale, che può essere ottenuto attraverso la modellazione manuale mediante il software CAD (Computer-Aided Design) oppure tramite l'acquisizione di nuvole di punti con un laser-scanner.
Per quanto riguarda la modellazione 3D, esistono moltissimi programmi che permettono di disegnare oggetti, da quelli estremamente complessi come per esempio Blender o Autocad a quelli entry level e gratuiti che si stanno diffondendo rapidamente via web come SketchUp, Tinkercad o Meshmixer.
Non sempre però le forme naturali possono essere facilmente riprodotte attraverso il disegno, quindi in molti casi risulta utilissimo l'utilizzo di un laser scanner. Il principio di funzionamento del laser scanner consiste nel proiettare sull'oggetto una lama o un punto di luce e, a fronte della deformazione subita dalla luce stessa sulla superficie bersaglio, viene ricostruito il modello tridimensionale (Adams et al., 2010). In un contesto museale dove la conservazione dei reperti spesso limita la replica di molti pezzi fragili o di piccole dimensioni questa tecnica ha notevoli vantaggi: non è invasiva in quanto lo strumento opera senza necessità di contatto con la superficie dell'oggetto, quindi è possibile misurare senza problemi oggetti soffici o delicati; ha un basso costo di manutenzione perché non sono necessari particolari accorgimenti per l'utilizzo della macchina e soprattutto ha una larghissima varietà di campi applicativi.
Una volta ottenuto il modello, questo va convertito in una lista di comandi che la stampante possa leggere ed eseguire, chiamati g-code.
Il materiale più largamente utilizzato per la stampa è il polilattato, o PLA, un polimero derivato da piante come il mais, il grano o la barbabietola, ricche di zucchero naturale (destrosio). Il destrosio è convertito in acido lattico attraverso un processo di fermentazione e successivamente in polimeri versatili, che possono essere utilizzati per produrre resine simili alla plastica. Il PLA è una bioplastica di alta qualità con ottime proprietà fisiche e meccaniche ed è un materiale biodegradabile: una volta utilizzati, infatti, i prodotti in PLA sono totalmente compostabili.

ALLESTIMENTO E RICERCA

L'utilizzo più immediato di queste tecniche è sicuramente quello di replicare i reperti conservati all'interno dei musei. In campioni o oggetti caratterizzati da

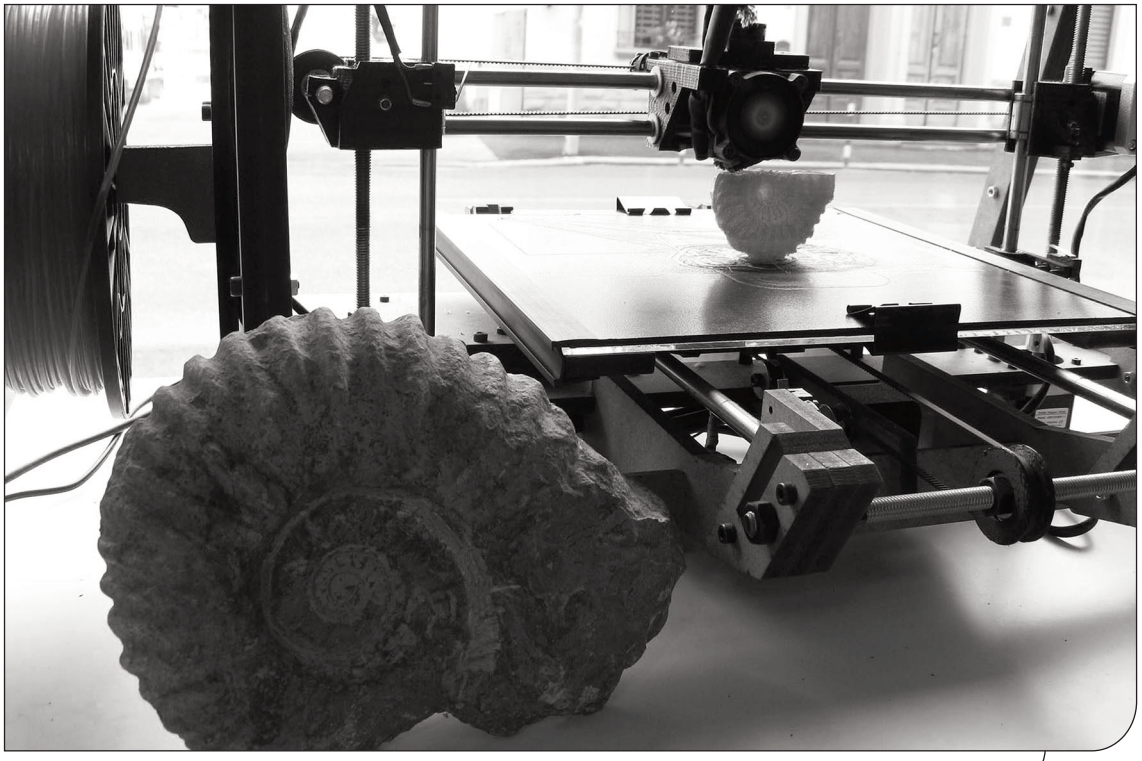

Fig. 1. Stampa in 3D di una ammonite (in scala).

evidenti simmetrie, è possibile riprodurre frammenti o parti mancanti degli stessi (Francescangeli & Monno, 2010; Canessa et al., 2013). Coniugando la tecnica della scansione 3D a quella della stampa si possono ridurre in scala reperti di grandi dimensioni (Francescangeli & Monno, 2010), ma anche ingrandire quelli di dimensioni microscopiche.
Questo può facilitare l'applicazione di queste tecniche a studi morfometrici in vari ambiti della scienza, dall'anatomia, alla zoologia, all'antropologia, alla paleontologia (Jones, 2012).
La scansione 3D dei fossili, per esempio, sta diventando un valido aiuto per la collocazione tassonomica del reperto e può dare importanti informazioni anche sul modo di vita di alcuni organismi del passato (Sellers et al., 2009; Görög et al., 2012; Iurino et al., 2013a, 2013b). La stampa di questi stessi reperti rappresenta sicuramente uno sviluppo importantissimo per valorizzare e rendere visibili al grande pubblico le ricerche effettuate all'interno dei vari istituti (fig. 1).
Questo modello è già affermato all'estero, come per esempio allo Smithsonian Institute dove è stato avviato un progetto per la completa digitalizzazione dei reperti conservati, chiamato "3D Digitization Project" (v. siti web 1).

DIDATTICA

La stampa 3D applicata alla didattica può rappresentare una vera e propria rivoluzione nell'approccio dei musei nei confronti del pubblico. Nei percorsi didattici museali, la possibilità di interattività attraverso il contatto con gli oggetti, incontra il parere favorevole della maggior parte degli operatori del settore (museologi, conservatori, pedagogisti, ecc.) e dei fruitori (visitatori, insegnanti delle scuole, ecc.) (Francescangeli & Monno, 2010). Questo il più delle volte non è però realizzabile perché spesso i musei espongono pezzi unici e di inestimabile valore e inoltre la legge italiana limita la riproduzione di tali oggetti con i metodi tradizionali del calco (D.L. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137).
Questi limiti sono facilmente aggirabili grazie alla scansione 3D e alla stampa in materiale plastico. In questo modo, una volta acquisito digitalmente, un reperto può essere replicato un numero illimitato di volte.
Il processo di scansione e di stampa, in più, può essere esso stesso parte dell'esperienza formativa in quanto la stampante 3D è uno strumento sicuro e assolutamente privo di rischi quando viene utilizzato da studenti (Lütolf, 2013). La stampa 3D FDM, inoltre, è una tecnologia poco ingombrante che non necessita quindi di grandi spazi progettati appositamente per lo scopo, ha il pregio di esercitare una grandissima presa sul pubblico e permette di creare supporti didattici personalizzati con un basso costo di realizzazione.

Fig. 2. Attività didattica di PaLEoS su fossili e stampa 3D svolta presso il MUSE in occasione del Wallace Day 2013.

Questo modello di didattica interattiva è già ampiamente utilizzato all'estero, soprattutto in America. Una realtà importante come l'American Museum of Natural History ha da poco inaugurato un percorso chiamato "Capturing Dinosaurs: Reconstructing Extinct Species Through Digital Fabrication" (v. siti web 2). Questa esperienza è stata proposta ad un gruppo di studenti delle scuole superiori che ha trascorso due settimane negli spazi del museo utilizzando i reperti delle collezioni e le più recenti tecnologie di scansione e stampa 3D per produrre modelli in scala di diversi dinosauri e avvicinarsi alla professione del paleontologo.
L'esperienza diretta e la manipolazione dei reperti, soprattutto nei giovani, esercita un ruolo sicuramente importantissimo nell'apprendimento (Dewey, 1993; Bion, 1996; Mortari, 2004; Di Nubila & Fedeli, 2010), per questo motivo PaLEoS porta avanti una serie di progetti che integrino la didattica classica con la "creazione" da parte dei ragazzi del loro reperto, o di un semplice (ma funzionante) strumento scientifico da utilizzare all'interno di un laboratorio. Abbiamo chiamato questi percorsi "Making Experience" (v. siti web 3) per dar risalto alla fabbricazione dell'oggetto in sé che stimoli nel ragazzo l'interesse verso l'apprendimento di uno specifico argomento (fig. 2).

DISABILITÀ

Grazie alla stampa 3D si possono creare gallerie di oggetti pensate e realizzate appositamente per disabili. In modo particolare questa tecnica può rivelarsi utile nell'allestimento di percorsi e laboratori didattici interattivi per persone videolese che potranno così accedere direttamente alle collezioni museali. Grazie alla modellazione e alla scansione 3D si può aggirare il problema dell'astrazione di forme complesse e si possono realizzare supporti didattici tattili di strutture come le proteine oppure ingrandire reperti di piccole dimensioni o ancora ricreare l'andamento di funzioni matematiche.

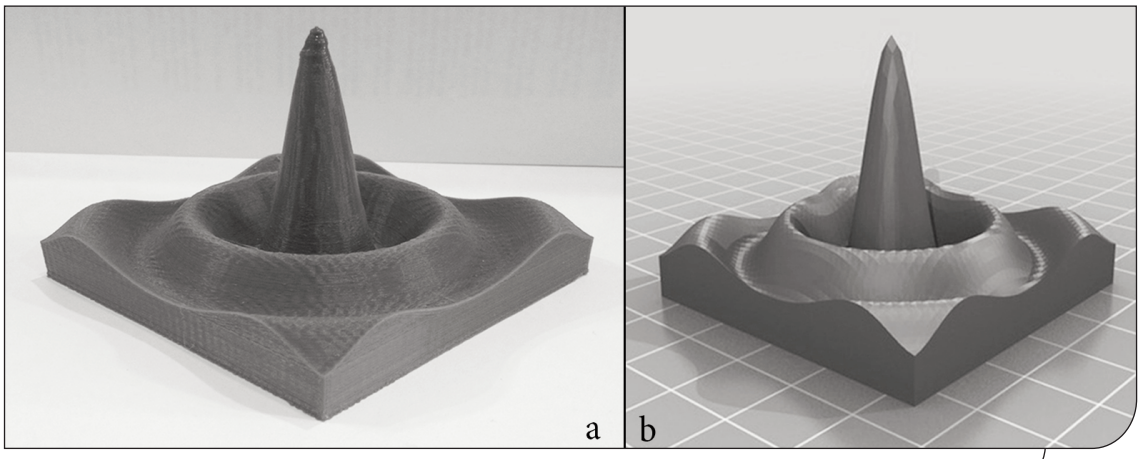

Fig. 3. Modello virtuale (a) e modello stampato (b) della funzione sinc.

In questa ottica PaLEoS si sta impegnando in alcuni progetti in collaborazione con la sezione di Firenze dell'Unione Italiana Ciechi per creare supporti stampati in materiale plastico per aiutare gli studenti videolesi nell'apprendimento di alcune materie (fig. 3).

STAMPA 3D E MUSEI

La stampa 3D genera attrazione nel pubblico e può essere un incentivo alla fruizione se integrata all'interno degli allestimenti delle collezioni museali già esistenti.
Per fare questo esistono sostanzialmente due strade, la creazione di un FabLab permanente all'interno dei musei o l'allestimento di uno spazio temporaneo, modulabile in base alle esigenze: un Maker Space Corner.
Il FabLab è una sorta di officina che fornisca agli utenti gli strumenti e le conoscenze per realizzare in proprio dispositivi tecnologici. Approntare all'interno di un museo uno spazio del genere è sicuramente un obiettivo ambizioso e un esempio recente lo abbiamo nel nuovo MUSE di Trento con l'istituzione del MUSE FabLab.
Il MUSE Fablab è un laboratorio di fabbricazione digitale, votato alla disseminazione della cultura del "fare" in una prospettiva di comunità, innovazione e condivisione. Sull'esempio del FabLab di Neil Gershenfeld, il MUSE Fablab ospita un set completo di strumenti per la fabbricazione digitale (stampanti 3D, frese a controllo numerico, macchine per il taglio vinilico, laser cutter, ecc.), oltre ad una postazione per le lavorazioni elettroniche, una parete attrezzata per le lavorazioni "analogiche" ed una piccola biblioteca di saggi e manuali relativi al mondo del "making" (v. siti web 4).
Questa è sicuramente una strada intrigante ma obbiettivamente efficace solo in uno spazio pensato e progettato appositamente per essa, come avvenuto al MUSE.
La creazione e l'allestimento di un FabLab è un modello difficilmente esportabile nella maggior parte dei musei italiani sia per gli alti costi dovuti all'acquisto dei macchinari necessari, che per la formazione del personale e, non ultimo, per l'assenza di spazi espositivi adeguati.
Tutto ciò non deve però fungere da deterrente per la diffusione e l'adozione di queste nuove tecnologie.
La nostra idea è quella di ridurre al minimo l'ingombro espositivo e i costi derivanti dall'acquisto dei macchinari e dalla formazione del personale, proponendo un "Maker Space Corner" allestito come una mostra temporanea ed itinerante. In questo modo si possono unire le tecnologie di stampa e scansione 3D che non richiedono grandi spazi espositivi con le esigenze dei musei.
Un allestimento temporaneo di qualche settimana eserciterebbe sicuramente un forte appeal sul pubblico dando al museo un grande ritorno in termini di visibilità e numeri di visitatori. La mostra non richiederebbe ai curatori particolari adattamenti del percorso espositivo già presente perché completamente modulabile in base allo spazio disponibile. Inoltre il Maker Space Corner sarebbe perfettamente integrato con le collezioni museali e la didattica dando anche la possibilità di creare percorsi interdisciplinari altrimenti difficilmente realizzabili.
In termini di ritorno economico, oltre ai ridotti costi di allestimento e a un sicuro aumento di pubblico pagante, anche i museum shop potrebbero beneficiarne perché tutti gli oggetti stampati possono essere rivenduti ai visitatori. Questo punto non è da sottovalutare perché la scansione e la stampa 3D permettono una completa personalizzazione del souvenir in modo tale da superare i classici "ricordini da museo" uguali o quasi in tutto il mondo proponendo invece per ogni istituzione i pezzi più rappresentativi.

CONCLUSIONI

Le metodologie di stampa 3D si stanno espandendo sempre di più in tutti gli ambiti della vita quotidiana. In quest'ottica i musei scientifici italiani, puntando su

queste nuove tecnologie, hanno la grande opportunità di rivoluzionare i propri percorsi espositivi, didattici e l'approccio con il pubblico.
Le esperienze didattiche che abbiamo condotto in questi mesi come realtà che opera privatamente nel campo della didattica e della divulgazione scientifica ci portano a credere fortemente che il futuro dell'insegnamento sia rappresentato da un ritorno al concreto.
Dopo che negli anni passati si è assistito al proliferare di svariate forme di e-learning nei diversi campi delle scienze oggi abbiamo la possibilità di affiancare a questo oggetti tangibili e interagire in prima persona con i supporti didattici più indicati per ognuno di noi.
Riteniamo inoltre che le tecniche di scansione e stampa 3D possano essere e debbano diventare un valido aiuto all'esposizione e alla didattica classica che ogni museo ha nella propria offerta formativa.
Per questo motivo nei prossimi mesi porteremo avanti e sottoporremo ai musei che saranno interessati la nostra proposta: Maker Space Corner Project (MSCP). MSCP è un allestimento itinerante, temporaneo e adattabile a tutti gli spazi e a tutti i tipi di museo, che con l'utilizzo di una stampante 3D, un laser scanner e un personal computer si prefigge lo scopo di far conoscere il mondo della fabbricazione digitale e dell'autocostruzione. Queste conoscenze potranno essere applicate alla realizzazione di veri strumenti scientifici e alla replica dei pezzi più rappresentativi che ogni museo può mettere a disposizione.

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento alla Dott.ssa Elisabetta Cioppi (Museo Storia Naturale di Firenze) per i preziosi consigli e l'aiuto.

BIBLIOGRAFIA

Adams T.L., Strganac C., Michael J.P., Jacobs L., 2010. High resolution three-dimensional laser-scanning of the type specimen of *Eubrontes* (?) *glenrosensis* Shuler, 1935, from the Comanchean (Lower Cretaceous) of Texas: implications for digital archiving and preservation. *Palaeontologia Electronica*, *13(3), 1T*, 11 pp. (accessed 27.02.2014).

Bion W.R., 1996. *Apprendere dall'esperienza*. Armando Editore (7ed), 184 pp.

Bowyer A., 2006. *The Self-replicating Rapid Prototyper - Manufacturing for the Masses*. http://reprap.org/wiki/PhilosophyPage (accessed 20.02.2014).

Canessa E., Fonda C., Zennaro M., 2013. *Low-Cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development*. (published online) http://sdu.ictp.it/3d/book.html 199 pp. (accessed 27.02.2014).

Di Nubila R.D., Fedeli M., 2010. *L'esperienza: quando diventa fattore di formazione e di sviluppo*. Pensa Multimedia, Lecce, 244 pp.

Francescangeli R., Monno A., 2010. Tecnologie 3D per i musei. *Museologia Scientifica*, *4(1-2)*: 111-117.

Görög Á., Szinger B., Tóth E., Viszkok J., 2012. Methodology of the micro-computer tomography on foraminifera. *Palaeontologia Electronica*, *15(1), 3T* (accessed 25.02.2014).

Iurino D.A., Fico R., Petrucci M., 2013a. A Pathological Late Pleistocene canid from San Sidero (Italy): implication for social- and feeding-behaviour. *Naturwissenschaften, 100(3)*: 235-243.

Iurino D.A., Danti M., Della Sala S.W., Sardella R., 2013b. *Modern techniques for ancient bones: Vertebrate Paleontology and medical CT analysis*. (published online) doi:10.4435/BSPI.2013.13 (accessed 15.02.2014).

Jones N., 2012. Three-dimensional printers are opening up new worlds to research. *Nature, 487*: 22-23.

Lütolf G., 2013. *Using 3D Printers at School: the Experience of 3drucken.ch*. In: Canessa E., Fonda C., Zennaro M., Low-cost 3D printing for science, education & sustainable development. (published online) http://sdu.ictp.it/3d/book.html pp. 149-158 (accessed 27.02.2014).

Mortari L., 2004. *Apprendere dall'esperienza*. Carocci Editore, Roma, 152 pp.

Sellers W.I., Manning P.L., Lyson T., Stevens K., Margetts L., 2009. Virtual palaeontology: gait reconstruction of extinct vertebrates using high performance computing. *Palaeontologia Electronica*, *12(3), 11A*, 26 pp. (accessed 26.02.2014).

Siti web (accessed 27.02.2014)

1 - Smithsonian Institute, progetto "3D Digitization Project" www.3d.si.edu/
2 - American Museum of Natural History
www.amnh.org/explore/news-blogs/education-posts/students-use-3d-printing-to-reconstruct-dinosaurs
3 - PaLEoS www.paleos.it
4 - Il MUSE Fablab
www.muse.it/it/esplora/Muse-Lab/Pages/FabLab.aspx