

# IMPACTE DE LES TECNOLOGIES DE FABRICACIÓ ADDITIVA (3D) EN ELS PROCESSOS CREATIUS

Ariadna Fàbregas Domingo

Eina, Centre Universitari de Disseny i Art de Barcelona. Adscrit a la UAB.

## Resum

Les tecnologies de fabricació additiva són uns nous mitjans digitals que les disciplines creatives estan començant a utilitzar d'una forma cada vegada més normalitzada. Aquest treball de recerca analitza les transformacions que es donen en els processos creatius a través dels diferents usos que fan d'aquestes tecnologies.

L'art, el disseny i l'arquitectura utilitzen les tecnologies com a eines de representació, que fan de mediadores entre el pensament i l'acció creadora. La impressió 3D té una doble naturalesa que condiciona la manera de pensar el projecte: com a mitjà instrumental només es pot pensar servint-se del software i tenint en compte les restriccions físiques del hardware i com a mitjà cultural dialoga amb el context i resignifica el món artificial.

Posar en ús la tecnologia també significa transformar-la. Des de les diferents disciplines creatives es fan usos poc convencionals de la tecnologia, adaptant-la a diferents necessitats i conceptualitzacions que condueixen a canvis de formats i innovació tècnica.

**Paraules clau:** tecnologies de fabricació additiva, impressió 3D, procés creatiu, tecnologia digital, projecte

# IMPACT OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES IN THE CREATIVE PROCESSES

Ariadna Fàbregas Domingo

Eina, Barcelona's University School of Design and Art. Attached to the UAB.

## Abstract

Additive manufacturing technologies are new digital media that the creative disciplines are beginning to use in an increasingly standardized manner. This paper analyses the transformations that occur in the creative processes through the different uses made of these technologies.

Art, design and architecture use technology as tools of representation, which mediate between thought and creative action. 3D printing has a dual nature that determines the way we think about the project: as an instrumental medium, it can only be considered through the mediation of the software and taking into account the physical constraints of the hardware; as a cultural medium, it dialogues with the context and resignifies the artificial world. To use technology also means to transform it. The different creative disciplines use technology unconventionally, adapting it to different needs and ideas leading to changes of formats and technical innovation.

**Keywords:** additive manufacturing technologies, 3D printing, creative process, digital technology, project

## Introducció

Les tecnologies de fabricació additiva, popularment conegudes com a «impressió 3D», van aparèixer als anys 80 com a suport a la indústria de producció massiva. Des d'aleshores, han evolucionat tècnicament i el seu ús s'ha diversificat.

A principis del s. XXI, les disciplines creatives van començar a utilitzar la impressió 3D. L'art, el disseny i l'arquitectura adoptaran aquest nou mitjà que possibilita maneres de pensar el projecte i formes de producció que responen a un nou estat tècnic i cultural.

La impressió 3D s'ha d'entendre com a mitjà instrumental, tecnologia de fabricació digital, i com a mitjà cultural, lligat a la cultura digital que neix als anys 80. Des de la perspectiva dels processos creatius, la tecnologia com a instrument és condició de possibilitat de l'existència material dels objectes. El context cultural és el marc dins del qual es pensa el projecte i des d'on es força, s'eixampla i es reconfigura.

Tenint en compte aquesta doble naturalesa, l'objectiu d'aquest article és entendre el potencial creatiu d'aquesta tecnologia i valorar l'efecte que ha tingut la seva introducció en les formes de pensar el projecte. Aquesta tasca es realitza a partir de l'anàlisi d'alguns projectes realitzats entre els anys 2000 i 2014.

## Usos de la impressió 3D

Nigel Cross defineix el procés creatiu com una manera particular de pensar allò que hi ha entre un problema i una solució. Anomena «*design thinking*» a aquesta manera de pensar i la defineix com una tercera àrea del coneixement, al costat de les ciències i les humanitats.

De la mateixa manera que la ciència té les seves pròpies metodologies per enfrontar-se amb el món natural i les humanitats per treballar l'esfera de l'experiència humana, el disseny, com a tercera àrea del coneixement, ha desenvolupat les seves pròpies estratègies per bregar amb el món artificial. Aquestes estratègies són comunes a totes les disciplines creatives: art, disseny i arquitectura.

Tal com descriu Nigel Cross a *Designerly ways of knowing*, el procés de disseny es divideix en tres etapes:

1. Formulació de problemes: definició del context.
2. Generació de solucions: definició de possibles camins d'exploració.
3. Ús d'estímuls que impulsen el moviment d'exploració i que defineixen les solucions. Les representacions (dibuixos, imatges, maquetes,

etc.) construeixen ponts (fan de mediadors) entre el problema i la solució. Són maneres de pensar en l'acció i tenen la capacitat de portar el pensament cap a solucions que no estaven incloses dins dels plantejaments inicials dels problemes.

La impressió 3D, sota diferents formes, pot aparèixer en les diverses etapes del procés creatiu. Cada forma implica un ús particular de la tecnologia i uns resultats de projecte. En el quadre següent es mostra la relació entre forma i ús de la impressió 3D, i a continuació es descriu l'impacte que té aquesta correlació en el projecte creatiu.

	1	2	3
FORMES QUE ADOPTA LA IMPRESSIÓ 3D	Sistema de representació: maquetes i prototips (Rapid Prototyping)	Tecnologia de fabricació (Rapid Manufacturing)	Objecte de reflexió
ÚS DE LA IMPRESSIÓ 3D	Fabricació tradicional de producció massiva	Fabricació postindustrial	Transformació de l'eina i resignificació del món material

### La impressió 3D com a sistema de representació: maquetes i prototips

El dibuix i les maquetes són sistemes de representació que fan la funció de processadors associatius, és a dir, la persona dialoga amb el projecte gràcies a la seva mediació.

Amb la impressió 3D com a *rapid prototyping* es fabriquen maquetes de comprovació. Apareixen en les últimes etapes del projecte, quan gairebé totes les decisions estan preses i es pot fer un dibuix exacte de la peça. Un producte fabricat per la indústria convencional utilitza la impressió 3D com a eina per produir prototips, però el producte final es fabricarà amb altres tecnologies, com ara injecció de plàstic, fosa de metall, etc.

Aspectes positius de la Impressió 3D com Rapid Prototyping	Aspectes negatius de la Impressió 3D com Rapid Prototyping
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocitat de fabricació alta</li> <li>- Representació exacta de l'objecte final</li> <li>- Capacitat de produir formes complexes, imprimir ensamblatges, encaixos, etc.</li> <li>- Es poden fer modificacions al dibuix digital i tornar a imprimir la peça modificada, aconseguint un mostrari de la peça amb modificacions.</li> <li>- Material resistent i durador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baix grau de performativitat.</li> </ul> <p>El material de fabricació és massa rígid i no es pot modificar. Es perden els valors positius de les maquetes fetes a mà.</p>

### La impressió 3D com a tecnologia de fabricació

Hi ha tecnologia de fabricació 3D prou desenvolupada com per poder imprimir productes acabats. En aquest cas ja no estem parlant de maquetes de treball, sinó de productes de consum amb unes característiques noves i d'uns sistemes de producció que s'han d'adaptar als nous processos productius. Aquests objectes es caracteritzen pel seu alt grau de llibertat formal, no condicionada pels sistemes productius tradicionals, i per la possibilitat que proporciona el software de fabricar edicions limitades, peces úniques i personalitzades.

El més destacat pel que fa a l'efecte de la introducció de la impressió 3D dins del procés creatiu és l'aparició del disseny paramètric, que ha modificat totalment la conceptualització de l'activitat de dissenyar:

- No es pensa la forma final, sinó un context on aquesta sigui possible: s'ha de dissenyar un sistema de relacions matemàtiques basades en paràmetres els valors dels quals estan oberts. La forma final serà el resultat dels valors donats per aquests paràmetres.

- El model paramètric introdueix una racionalització constructiva des de l'inici del projecte: és un sistema que permet detectar i avaluar automàticament i en temps real, mentre es dissenya, una sèrie d'alternatives al projecte, d'acord amb uns paràmetres preestablerts. S'obté així una quantitat infinita de variants o un disseny altament optimitzat.

Els sistemes de representació digitals passen de ser tècniques descriptives constatatives a tècniques performatives. Es pensa el projecte a través del disseny de paràmetres que són comprovats automàticament mentre es pensen. Això significa que no es dissenya l'objecte, sinó una eina (model) de creació de variables d'un mateix objecte.

Amb aquestes possibilitats, la fabricació 3D no competeix amb la fabricació industrial tradicional i troba els seus propis espais dins del mercat: el món del luxe, la indústria aeroespacial, esports d'alta competició, biomedicina, odontologia i tots aquells sectors que necessiten peces úniques i personalitzades.<sup>1</sup> Les tecnologies de fabricació digital han donat lloc a un nou paradigma productiu, la fabricació postindustrial.

### La impressió 3D com a objecte de reflexió

Quan la tecnologia d'impressió 3D és el tema del projecte es converteix en l'objecte de reflexió. Es tracta de valorar les possibilitats que ofereix el medi i posar-les a discurs dins del context de creació.

Amb «usos creatius de la impressió 3D» es fa referència a la creació d'estratègies per utilitzar la tecnologia de tal manera que els resultats obtinguts són una crítica que reverteix sobre la mateixa tecnologia i sobre el món artificial que genera.

Quan la impressió 3D és l'objecte de reflexió del procés creatiu es detecten dues tendències en l'enfocament dels problemes que plantegen els projectes:

A. La impressió 3D com a instrument de fabricació: observar els seus límits i anar més enllà.

Es posa atenció en la doble naturalesa del mitjà: software i hardware. Ambdós són la condició de possibilitat de l'existència física d'uns productes amb una morfologia condicionada pel llenguatge de representació del software i per les restriccions físiques del hardware.

Els projectes giren entorn del tema de la representació (software) i entorn del hardware com a condició de possibilitat de l'existència material dels productes representats.

B. La impressió 3D com a mitjà cultural: dialogar amb el context a través del mitjà que el fa possible. La lògica del mitjà digital encaixa amb altres paradigmes estètics: la postproducció com a eina de resignificació de la cultura.

A continuació, utilitzaré exemples de projectes realitzats, des de diferents àmbits creatius, que introdueixen reflexió i eixamplen la mirada sobre les possibilitats de la impressió 3D com a eina de treball.

## El llenguatge del software

El disseny industrial i l'arquitectura dibuixen els objectes amb programes de disseny assistits per ordinador (CAD), que redueixen les figures a la seva geometria. Aquesta manera de dibuixar és una convenció que respon a les metodologies de fabricació industrial; la producció en massa de productes estandarditzats obliga a aquesta economia de la forma. La indústria fabrica unitats modulars de productes iguals que es poden assemblar per crear unitats més complexes.

Les tecnologies digitals modifiquen els paràmetres tradicionals de producció perquè estan alliberades dels principis de repetició de la producció massiva. Ara, la producció és més flexible i adaptable i es poden fabricar peces diferenciades. La tecnologia d'impressió 3D, a més, té la capacitat de fabricar figures d'una gran complexitat formal i sembla una contradicció utilitzar només el programari CAD per representar els objectes. Es necessiten mitjans de representació que s'adeqüin a les possibilitats formals de les noves tecnologies.

S'ha de reconsiderar quin és el paper del dissenyador i l'usuari davant d'aquest nou panorama productiu on hi ha, a més, tècniques obertes de disseny i producció en xarxa. La diferència entre dissenyador i usuari ja no és tan accentuada: el dissenyador ja no només dissenya per a la indústria de producció massiva d'objectes iguals, sinó que ha de tenir en compte paràmetres de personalització i individuació dels productes; l'usuari participa en la creació del seu propi món material.

## Buscar nous llenguatges constructius

LAURELINE GALLIOT

Contour &Mass, 2012

laureline-galliot.fr

Amb aquest projecte, Laureline Galliot fa una reflexió sobre els sistemes de representació com a mitjans que determinen la manera de pensar i construir els objectes. Tradicionalment, el disseny industrial dibuixa els objectes amb programes de disseny assistits per ordinador (CAD), que obliguen a reduir la figura a la seva geometria. Galliot troba en el llenguatge d'un software gràfic d'animació una manera diferent de donar forma als productes. Utilitza els problemes de representació de la tradició pictòrica com a metàfora per abordar la representació del món objectual del disseny industrial, tot enfrontant la tradició geomètrica amb la tradició plàstica-escultòrica. En aquest projecte, construeix els objectes a partir d'una massa de material

virtual que dóna forma amb funcions que imiten les eines per treballar els materials plàstics: pressions i difuminats de diferents intensitats, talls, adhesions, etc. Aquesta manera de construir és molt intuïtiva perquè no parteix de la geometria de l'objecte (com el disseny CAD), sinó de la seva massa. L'objecte no és una línia que el dibuixa segons patrons geomètrics, sinó una massa que adopta una forma.

Un projecte d'aquest tipus és possible perquè les impressores 3D poden imprimir gairebé sense restriccions de forma, per tant, té sentit buscar nous llenguatges que s'adeqüin al mitjà.

Davant la situació paradoxal de tenir un procés de fabricació capaç de generar geometries més complexes que un programa CAD convencional, s'han de desenvolupar programes de disseny especialment pensats per als processos de fabricació additiva. Més encara, es tracta que aquests programes de dibuix responguin a conceptes que revolucionen les formes tradicionals de pensar el món material.

## El disseny paramètric

El disseny paramètric no dóna forma a la matèria, sinó que pensa el sistema que la conforma. La morfogènesi es dóna a partir de la definició d'una família de paràmetres inicials i la programació de les relacions formals que s'hi estableixen. A partir de variables i algorismes apareix un arbre de relacions matemàtiques i geomètriques que permeten arribar a un disseny i generar tot el conjunt de possibles solucions que la variabilitat dels paràmetres inicials facilitin.

La programació d'aquestes relacions permet:

1. Desenvolupar sistemes de creixement generatiu: computació formal
2. Desenvolupar sistemes oberts, amb variables definides per l'usuari: inclusió de l'usuari en el procés creatiu
3. Parametritzar valors per aconseguir optimitzar les funcions d'un producte: customització de productes



## Computació formal

ERWIN DRIESSENS & MARIA VERSTAPPEN

*Breed 0.1*, 1995. Contraxapat, serrat i enganxat manualment

*Breed 1.1*, 2005. Sinterització amb làser. Nylon

*Breed 1.2*, 2007. Sinteritzat amb làser. Acre inox acabat en bronze.

*Accretor*, 2012-2013. Impressió 3D, tecnologia Polyjet Matrix. Vero Black acrílic.

notnot.home.xs4all.nl

Erwin Driessens & Maria Verstappen són artistes interessats en processos generatius de formació de la matèria. Van començar a treballar amb aquesta idea l'any 1995 construint les seves escultures manualment amb fusta i actualment segueixen desenvolupant projectes en aquesta línia. Amb l'ús de tecnologia digital i sistemes d'impressió 3D han aconseguit figures de major complexitat. Ells mateixos han dissenyat els softwares que articulen les seves idees sobre la fórmula de creixement a partir de la qual han d'emergir les seves escultures.

Els processos creatius basats en la idea de creixement generatiu existeixen des d'abans de l'era digital, però troben en la informàtica la seva eina natural. A través de la computació es poden programar sèries complexes de desenvolupament de forma; s'obtenen resultats amb gran rapidesa i es poden visualitzar les infinites possibilitats del sistema.

## La inclusió de l'usuari en el procés creatiu

EQUIP D'INVESTIGACIÓ POSTINDUSTRIAL (PIM)<sup>2</sup>

*Future Factories i Automake*, 2003

futurefactories.com

El *digital forming* és una tendència de disseny que crea productes digitalment amb paràmetres oberts perquè l'usuari final acabi de donar-li la forma desitjada. Amb el *digital forming* es promou la personalització i els vincles emocionals amb els objectes.

A principis dels anys 2000, l'equip d'investigació postindustrial (PIM) va dissenyar el primer software interactiu sobre la idea «que els dissenyadors i els fabricants adoptin aquestes tecnologies i col·laborin en la creació dels sistemes de fabricació postindustrial que permetran a l'usuari amateur participar estretament en els processos de disseny i producció de béns d'alta qualitat, més ben dissenyats i que l'usuari identifiqui com més propis que els articles estàndard produïts en sèrie». (p. 82, *A la meua manera: la implicació de l'usuari en la fabricació postindustrial. Fabevolution*).

L'any 2002 aquest equip de recerca va començar a treballar en projectes de desenvolupament d'interfícies amb el propòsit d'investigar les formes d'inclusió de l'usuari en el procés de disseny. Es van realitzar dos projectes de caire experimental que van posar de manifest el potencial d'aquests sistemes i van assentar les bases per al desenvolupament d'aquesta tipologia de softwares interactius orientats a la fabricació personal.<sup>3</sup>

## La matèria «informada»

NERI OXMAN, Media Arts and Sciences (MIT Media Lab.).

*Carpal Skin*, 2009.-2010.

Museu de la Ciència de Boston

*Carpal Skin* és un prototip conceptual de fèrula per disminuir el dolor del canell dissenyat a partir d'un mapejat de la intensitat i durada del dolor de cada pacient. La forma de la fèrula i la distribució del material dur i tou s'adequa a les necessitats fisiològiques i anatòmiques de cada pacient.

Neri Oxman és arquitecta i investigadora en el *Media Arts and Sciences* del MIT Media Lab. Dirigeix el grup de recerca *Mediated Matter* on exploren com el disseny digital i les tecnologies de fabricació poden transformar el disseny i la construcció d'objectes, edificis i sistemes. Imaginen la possibilitat d'una matèria informada segons els criteris de creixement de la natura que emergeix en la interacció de paràmetres materials i necessitats ambientals.

Les formes dels productes industrials responen a la lògica de la indústria, que fabrica mòduls prefabricats que ensambla per formar elements compostos. Es poden canviar els mòduls per generar altres combinacions, però no es pot canviar la composició del material de forma local.

Neri Oxman proposa la creació d'estratègies de computació que integrin forma, matèria i estructura segons processos inspirats en la natura. «Això implica passar de processos assistits per ordinador a processos de naturalesa generativa i performativa que permetin al dissenyador incloure propietats materials i protocols de comportament en el disseny assistit per ordinador». (p. 59, *Computació material*. Neri Oxman. *Fabvolution*). Segons aquest criteri, el disseny no dóna forma, sinó que organitza variables del comportament.

Aquest concepte de disseny obre la porta a productes personalitzats adaptatius, dissenyats a partir de la coordinació de diferents variables, «del disseny modular homogeni basat en la lògica de l'assemblatge material al disseny diferenciat heterogeni basat en la distribució material». (p. 64).

## La naturalesa digital de la impressió 3D

Actualment, tots els dispositius que participen en l'entorn físic són digitals. La naturalesa numèrica del software possibilita la remesclosa entre els diferents softwares, i amplia exponencialment el seu potencial com a eina creativa. Les dades d'un dibuix digital es poden barrejar amb dades que s'originen en un escàner, un dispositiu de so, un detector de moviment, etc. Alhora, aquests resultats es poden alterar o modificar amb softwares complementaris.

La lògica dels mitjans encaixa bé amb el concepte «postproducció», introduït per Nicolas Bourriaud a *La cultura como escenario: modos en que el arte reprograma el mundo contemporáneo*. Bourriaud considera que, des de principis dels anys 90, els artistes postprodueixen formes culturals existents i les resignifiquen. El terme postproducció engloba tot el conjunt de tècniques que serveixen per «editar» continguts: els artistes «interpretan, reproducen, reexponen o utilizan obras realizadas por otros o productos culturales disponibles. (...). Podríamos decir que tales artistas que insertan su propio trabajo en el de otros contribuyen a abolir la distinción tradicional entre producción i consumo, creación y copia, *ready-made* y obra original. La materia que manipulan ya no es materia prima. Para ellos no se trata de elaborar una forma a partir de un material en bruto, sino de trabajar con objetos que ya están circulando en el mercado cultural, es decir, informados por otros». (Bourriaud 2004:7,8).

Wittgenstein deia que el sentit de les coses està en el seu ús. L'art contemporani no ha de fer coses noves, sinó inventar nous usos per a les formes existents. S'han de captar els codis de la cultura, les formes quotidianes i del patrimoni universal i fer-les funcionar per resignificar-les.

La fabricació digital, en general, i la impressió 3D, en particular, ofereix la possibilitat de postproduir obra (mitjançant el software) i presentar-la en format tridimensional (mitjançant el hardware).

Trobem projectes impresos en 3D que responen a les següents tipologies de postproducció descrites per Bourriaud:

### Reprogramar obres existents

UNFOLD STUDIO

*Kiosk*, 2011

unfold.be

*Kiosk* és un projecte que explora un escenari de futur on els fabricants digitals són tan omnipresents que prenen els carrers de les ciutats, com si

fossin venedors de menjar ràpid. *Kiosk* serà un carretó mòbil amb eines per a la impressió 3D i l'edició on et poden arreglar ràpidament una sabata trençada o imprimir un arxiu il·legal de l'espremedora de taronges de Phillip Stark o qualsevol altre projecte propi o aliè que vulguem editar o copiar.

Aquest projecte desafia la nostra percepció de l'autoria, l'originalitat i el disseny. També ens fa pensar en el paper del dissenyador, que sembla que s'ha de redissenyar ell mateix i trobar el seu lloc dins del nou context de la fabricació digital.

## Utilitzar la societat com a repertori de formes

F.A.T. Lab + Sy-Lab.

*Free Universal Construction Kit*

ffff.at

*Free Universal Construction Kit* és un conjunt de 80 adaptadors que interconnecten 10 jocs de construcció infantils. Aquest joc parteix de la idea d'obrir sistemes tancats a noves formes híbrides tot potenciant la creativitat infantil. Tots els adaptadors es poden descarregar a *Thingiverse.com* i a altres webs de descàrregues d'arxius *stl*, adaptats a la impressió de qualsevol màquina 3D.

De la mateixa manera que la comunitat *hacker* desenvolupa software lliure per fer compatibles sistemes tancats pels interessos corporatius de les companyies, com per exemple VLC per visualitzar vídeo, F.A.T Lab i Sy-Lab fan el mateix amb les joguines.

## Investir la moda, els mitjans massius

MATTHEW PLUMMER-FERNÁNDEZ

*Venus of Google*, 2013

plummerfernandez.com

La *Venus of Google* va sortir a partir d'una cerca d'imatges de Google. Es va introduir una imatge d'un objecte de l'artista a google-imatges i la cerca va retornar cents de resultats d'aparença similar, entre la que es trobava la imatge d'una dona amb roba interior.

Es va utilitzar una tècnica de comparació d'algoritmes amb aquestes imatges per impulsar el disseny automatitzat d'una nova imatge 3D. L'algoritme de construcció comença amb una forma de caixa plana i tracta milers de transformacions aleatòries i comparacions entre la forma i la imatge, tot mutant cap a una forma nova que arrossega alguna cosa de les seves progenitores.

L'autor d'aquest projecte construeix una representació d'estil primitivista amb mitjans de tecnologia avançada, que entren a dialogar amb la tradició de la pintura amb el títol de l'obra.

## Habitar estils i formes historitzades

BENJAMIN DILLENBURGER & MICHAEL HANSMEYER

*Digital Grotesc*, 2013

michael-hansmeyer.com

Benjamin Dillenburg i Michael Hansmeyer<sup>4</sup> dissenyen el primer espai arquitectònic a escala humana fabricat amb sorra (3,2 metres d'alçada i 16 m<sup>2</sup> d'espai). Utilitzen una geometria molt complexa gràcies a l'ús d'un software dissenyat especialment per a aquest projecte. El software es diu *Mesh-grammars* i construeix la forma seguint processos generatius paramètrics.

Un *input* de forma simple és reiteradament redefinit i culmina amb una malla geomètrica de 260 milions de facetes. Aquest simple procés treballa a diferents escales del projecte: modifica l'espai general amb una petita curvatura i treballa les superfícies de forma molt local, tot generant una textura molt petita.

El producte final és el resultat del procés algorítmic dissenyat. Es juga amb l'ordre lògic del procés i la sorpresa del resultat final, que neix d'infinites possibilitats. Les referències formals a la natura o a estils arquitectònics passats, com el Barroc, no estan integrades en el projecte, sinó que les fa l'espectador a posteriori. El projecte funciona com un espai narratiu fictici i té a veure amb l'expressivitat formal i les sensacions dels espais fabricats amb tecnologia digital.

## Els límits del hardware

Els projectes que s'han exposat al llarg d'aquest article treballen amb el software com a sintaxi i la seva capacitat de treballar amb estratègies de post-producció per alterar significats existents. Les disciplines creatives desenvolupen projectes que posen l'èmfasi en l'experimentació, la reflexió i la creació d'aquests nous llenguatges. El resultat és el naixement d'uns productes amb unes formes noves que associem a una nova artesanía digital que s'allunya tant dels productes seriatos de la fabricació industrial com dels productes fets a mà de l'artesanía tradicional.

Les disciplines creatives també converteixen el hardware en tema de creació:

1. Qüestionen els seus límits i els forcen, a la recerca de forma i expressió.
2. Desenvolupen nous formats de hardware per donar resposta a diferents necessitats i perspectives.

LIA

*Filament Sculptures*, 2013-2014

Software: Processing

Impressora: Extrusió de monofilament

Material: PLA

liasomething.tumblr.com

L'artista Lia va explorar la impressió 3D a través de diferents experiments que trobem documentats a [liasomething.tumblr.com](http://liasomething.tumblr.com). L'ús del software *Processing* per construir les seves peces li va permetre crear una petita aplicació al programa des d'on poder definir el gCode dels tres paràmetres de control al voltant dels quals volia organitzar la seva experimentació.

Al llarg de 30 experiments, Lia va anar incorporant variacions i complexitat a la informació digital per posar a prova les possibilitats estructurals de les peces impreses.

ANISH KAPOOR

*Greyman cries Shaman Dies Billowing Smoke Beauty Evoked*, 2008-2009

Desenvolupament tècnic: Factum Arte (Madrid)

Software: Processing

Impressora: Extrusió de monofilament

Material: Ciment

Anish Kapoor crea escultures que combinen la intenció amb atzar i les propietats dels materials emprats, les diferents barreges de ciment. Disseny a propòsit una màquina d'impressió 3D per a ciment i experimenta amb diferents maneres de generar formes. D'altra banda, Lia experimenta amb els límits de la impressora d'extrusió. Com a idea de treball busca l'equilibri entre el caos de la caiguda del material i l'ordre matemàtic que regula el software.

Mentre Anish Kapoor experimenta amb l'expressió del material i combina la intenció i l'ordre amb l'atzar, donat que el material és massa orgànic per ser controlat. Lia dialoga amb l'objecte en moviment i aconsegueix figures estilitzades. Anish Kapoor dialoga amb el format arquitectònic i, tot i que el seu procés de treball és molt semblant al de Lia, el resultat és completament diferent: figures pesades i desfetes, el material es fa present, tot entrant en contradicció amb la regularitat geomètrica de l'espai que acull les figures.

## Nous formats de hardware i nous materials per a l'arquitectura

Les aplicacions de les tecnologies additives a l'arquitectura han estat limitades al prototipatge o a la impressió de parts petites. La impressió 3D neix en el context del disseny industrial i el format de les màquines està adaptat a objectes de petit format. Les màquines no poden treballar a escala arquitectònica i la majoria de materials no són suficientment resistents per suportar les exigències de la construcció. Des dels diferents centres de recerca s'estan duent a terme projectes per adaptar les tecnologies d'impressió 3D als requeriments de l'arquitectura.

Pel que fa a l'adaptació de la tecnologia d'impressió 3D a l'arquitectura es detecten tres tendències: la primera parteix de la idea de mòdul constructiu imprimible; la segona, fabrica màquines de gran format adaptades als volums arquitectònics i la tercera transforma el format de la màquina i l'adapta a nous plantejament constructius.

## Maons fabricats en impressió 3D

BRIAN PETERS

*Building Bytes*, 2012

Impressora: Extrusió de monofilament

Material: Ceràmica

El projecte Building Bytes és un projecte de recerca experimental actualment obert que investiga els processos de fabricació digital a petita escala per modificar el disseny dels maons tradicionals. Imprimir maons significa mantenir els sistemes de fabricació tradicionals (unitats modulars que construeixen estructures de major complexitat per addició), i alhora millorar les seves prestacions gràcies a les noves possibilitats de la impressió 3D.

## Màquines d'impressió 3D de gran format

La primera màquina d'impressió 3D per a l'arquitectura es diu D-Shape i la va fabricar Enrico Dini i l'equip de recerca de *Contour Crafting* i *Concrete Printing*. Té una superfície d'impressió de 6x6 metres i construeix estructures amb sorra artificial. El sistema retorna aquesta sorra al seu estat original de pedra compactada amb una resistència de tracció superior al ciment i no necessita estructura interior de reforç. Té aparença de marbre i és 100% ecològic.

Aquest concepte de construcció ens porta a pensar en fabricar màquines cada vegada més grans, que es poden desmuntar, transportar al lloc, tornar a muntar i fabricar. Actualment, a la Xina s'està desenvolupant el sistema de «construcció per contorns», que permet imprimir una casa en poques hores.

Aquesta tecnologia és un sistema de braços robòtics i broquets d'extrusió, disposat damunt d'un pòrtic mòbil controlat digitalment que té les dimensions de la superfície de la casa que s'imprimeix.

### **Transformar el format del hardware: nous conceptes constructius**

*Mataerial*<sup>5</sup> és un sistema d'impressió 3D que abandona la idea d'impressió per capes de material i funciona construint línies. És un braç robòtic que imprimeix per extrusió de material en contra de la gravetat i permet imprimir estructures amb qualsevol forma, sense tenir en compte la inclinació i sense utilitzar material de suport per aguantar l'estructura impresa. També es poden crear objectes sobre superfícies inclinades i irregulars.

Aquest braç robòtic obre el camí cap a altres formes constructives. Tant pot construir una estructura acabada com una estructura de suport per a un altre material, com malles interiors de formigó amb formes impossibles.

*Minibuilders*<sup>6</sup> és un equip de petits robots preparats per imprimir grans estructures. L'equip de recerca de l'IAAC els ha creat perquè puguin imprimir grans estructures *on-site*, tot treballant en equip. Cada Minibuilder utilitza els seus propis sensors i sistemes de posicionament i duu a terme el seu rol individual segons les instruccions que provenen d'un ordinador central. Un robot suplementari els proveeix del material que necessiten.

S'ha passat d'una impressora de petites dimensions que construeix objectes a impressores que tenen la mida d'un edifici, fins a replantejar-se el concepte mateix de construcció. Els minibuilders són petits robots que fabriquen en equip els edificis seguint altres paràmetres de fabricació 3D. Utilitzar la tecnologia també és transformar-la.

### **Conclusió**

A partir de l'anàlisi exposada en aquest article s'observa que la impressió 3D, està progressivament més assentada com a tecnologia de fabricació. Tanmateix, la seva aparició impacta en el procés creatiu perquè és una forma de produir completament nova que replanteja les maneres de fer vinculades a la tradició industrial i artesanal. El seu ús, però, no només repercuteix sobre el procés creatiu, sinó també sobre la pròpia tecnologia. Els requeriments dels creatius transformen la tecnologia i proporcionen noves perspectives.



La impressió 3D es converteix en una eina que es pot utilitzar de diferents maneres:

- Com a instrument que descriu el projecte.
- Com a instrument que performa el projecte.
- Com a eina per transformar la pròpia eina.

En el moment de pensar el projecte s'ha de tenir en compte la doble naturalesa de la impressió 3D, doncs aquesta condiona el procés d'edició i fabricació de la següent manera:

- El software proporciona la sintaxi a la forma dels objectes dissenyats. Innovar en software de dibuix digital és una manera de replantejar-se els llenguatges de forma i construcció dels objectes.

- La naturalesa numèrica del software permet connectar-se a altres dispositius digitals i amplia les possibilitats de creació. El software és una eina que permet editar continguts de diferents procedències.

- El hardware és la condició de possibilitat de l'existència material. Els límits del hardware es transformen en oportunitats del projecte. Eixamplar aquests límits és un dels objectius dels processos creatius.

Tant el software com el hardware acostumen a procedir de l'entorn de l'enginyeria. Les voluntats i el bagatge d'aquests professionals no sempre coincideixen amb els dels entorns creatius. La comunicació i el treball en equip es converteix en quelcom fonamental quan entrem dins de l'àmbit de la creació i fabricació digital. De totes maneres, també hi ha recursos *open source* al voltant de la programació i electrònica. Molts creatius es construeixen els seus propis dispositius digitals (escàners, detectors de so, màquines d'impressió 3D, etc.) i programen ordres de computació bàsiques per parametritzar idees. Internet i el moviment *Open Source* han donat peu a una gran proliferació de recursos per a la creació.

El més significatiu pel que fa al procés creatiu és l'aparició del disseny paramètric.

Tot i que existeix des de la dècada de 1960, va ser amb la introducció dels sistemes digitals que s'ha convertit en una nova conceptualització de l'activitat de dissenyar. Amb la integració de disseny i producció, es poden realitzar formes complexes, flexibles i adaptables.

La impressió 3D està en procés de desenvolupament i, juntament amb la resta d'eines de fabricació digital, estan construint un àmbit de creació i fabricació que transforma les maneres de pensar els artefactes del nostre entorn material. Alhora, el nostre entorn material es modifica i apareixen maneres de fer i organitzar-se que responen a les noves formes de la contemporaneïtat digital.

## Referències

- Atkinson, P.; Marshall, J.; Unver, E.; Dean, L. (2012). «A la meua manera: La implicació de l'usuari en la fabricació postindustrial», a Ipser, Carlos (ed.), *Fabvolution. Avanços en la fabricació digital*. Barcelona: Disseny Hub Barcelona, pp. 81-87.
- Bourriaud, N. (2009). *Post producció. La cultura como escenario: modos en que el arte reprograma el mundo contemporáneo*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo editora.
- Cross, N. (2006). *Designerly Ways of Knowing*. Londres: Springer.
- Gramazio, F.; Kohler, M.; Langenberg, S. (eds.) (2014). *Fabricate: Negotiating design and making*. Zurich: Gta Verlag.
- Hague, R. (2012). «El potencial creatiu de la fabricació additiva», a Ipser, Carlos (ed.), *Fabvolution. Avanços en la fabricació digital*. Barcelona: Disseny Hub Barcelona, pp. 57-64.
- Manovich, L. (2013). *El software toma el mando*. Barcelona: UOC Press.
- Oxman, N. (2012). «Computació material», a Ipser, Carlos (ed.), *Fabvolution. Avanços en la fabricació digital*. Barcelona: Disseny Hub Barcelona, pp. 57-64.
- Pardo Salgado, C. (2008). *Las TIC: una reflexión filosófica*. Barcelona: Laertes.
- Warnier, C.; Verbruggen, D.; Ehmann, S.; Klanten, R. (eds.) (2014). *Printing Things. Visions and Essentials for 3D Printing*. Berlin: Gestalten.
- Fontrodona Francolí, J.; Blanco Díaz, R. (2014). *Estado actual y perspectivas de la impresión 3D*. Direcció General d'Indústria. Generalitat de Catalunya.
- Pérez de Lama Halcón, J.; Gutiérrez de Rueda García, M.; Sánchez-Laulhé, J. M.; Olmo Bordallo, J. J. (2012). *Fabricación Digital. Código abierto e innovación distribuida*. Universitat de Sevilla.
- Atkinson, P.; Unver E.; Dean, LT. (2004). *Future Factories: Supportive technologies as creative processes*. International Design Conference.
- Unver, E.; Atkinson, P.; Marshall, J. (2008). *Automake Physics: Random Craft Production*. Computer-Aided Design and Applications.
- Fraille, M. (2011-2014). *El nuevo paradigma contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital*. Teoría de la Arquitectura en la Contemporaneidad. Proyecto y creación científica en las memorias descriptivas (Ponència)

## Notes

- 1 Materialise i Factum Arte són dues empreses de nova creació que serveixen com exemple de la diversitat de serveis i productes que ofereixen les tecnologies de fabricació digital.
- 2 Paul Atkinson, Justin Marshall, Ertu Unver i Lionel T. Dean
- 3 Materialise
- 4 Formen part del Departament Computer-Aided Architectural Design, (CAAD). Institute of Technology in Architecture. Faculty of Architecture, ETH Zurich.
- 5 Petr Novikov, Saša Joki del Centre d'Arquitectura Avançada de Catalunya (IAAC) i Joris Laarman Studio.  
mataerial.com  
iaac.net/research-projects
- 6 iaac.net/research-projects