

---

# La Cultura *Maker* i el disseny d'objectes a escala local Aplicacions a les escoles d'Art i Superiors de Disseny

---

Vicent-Juli Iborra Mondéjar  
[iborrav@gmail.com](mailto:iborrav@gmail.com)

## I. Resum

626



L'aparició de noves ferramentes tecnològiques ha donat llum a una sèrie de subcultures que promouen la producció de caràcter DIY (*Do It Yourself*, fes-t'ho tu mateix), la forma de produir ve condicionada per com els usuaris utilitzen la tecnologia. A això sumem les tendències empresarials que afavoreixen la comunicació entre usuaris, fomentant el flux d'imatges, idees i relats, mitjançant els múltiples canals de les xarxes socials.

La Xarxa com a mitjà de promoció de l'activitat realitzada pels grups d'usuaris suposa un punt d'estudi de partida. En general, hi ha un nombre d'activitats característiques que defineixen allò que fan les associacions grupals. Si bé una anàlisi superficial ens portaria a definir les activitats grupals com de pur col·leccionisme -de consoles, ordinadors i videojocs d'una determinada plataforma, gènere, col·leccionisme de cromos- el friquisme grupal ens proporciona de vegades la sorpresa d'activitats productives de caràcter específic, és el cas del moviment *Maker*.

El moviment dels *makers*, literalment traduït com "persones que fan coses" està suposant una revolució per a l'aprenentatge tecnològic i creatiu arreu del món i té moltes aplicacions interessants per al món de l'educació. El moviment crea versions assequibles o fins i tot lliures d'invents, i a més comparteix idees en línia per a crear una comunitat de col·laboradors i solucionadors a nivell mundial.

La cultura *Maker* ha atret l'interès dels educadors i en el cas dels Estats Units fins i tot dels polítics, preocupats pel desinterès dels estudiants per temes de ciència i tecnologia. De la mateixa manera, els professors d'arts plàstiques i disseny poden aplicar la filosofia *Maker* i estimular amb ella els futurs artistes i dissenyadors. Incorporant a l'aula els recursos dels *makers*, els professors poden renovar i millorar les pràctiques a les escoles i així, involucrar-hi estudiants de totes les especialitats.

**Paraules clau:** Makers, Impressió 3D, Arduino, Fab Labs, robòtica, papercraft, friki, videojocs, escultura i disseny.

## II. Introducció

La cultura *Maker* és una subcultura que forma part de la cultura basada en el DIY -*Do It Yourself*, fes-ho tu mateix-. Els interessos típics dels anomenats *makers* són l'enginyeria, l'electrònica, la robòtica, la impressió 3D, l'ús d'eines de control numèric, així com les activitats més tradicionals, com la fusteria i les arts i oficis tradicionals. Aquesta subcultura està relacionada directament amb les noves aplicacions tecnològiques i amb la invenció i creació de prototips. Així mateix, hi ha un fort èmfasi en l'ús i aprenentatge d'habilitats pràctiques i la seua aplicació de manera creativa. El moviment *Maker* és una reacció a la poca exploració a la naturalesa física de les coses i la creixent sensació de desconexió amb el món físic en la civilització occidental.

La cultura *Maker* potencia la interacció comunitària i l'intercanvi de coneixements sovint explorats a través de les tecnologies en xarxa, amb llocs web i xarxes socials que formen la base del coneixement i un canal central per a l'intercanvi d'informació i d'idees a través de reunions socials en els espais compartits, com ara la xarxa de fab labs. Un Fab Lab és un laboratori equipat amb una sèrie de màquines de reproducció d'objectes controlades per ordinadors, les quals cobreixen diverses escales i mides de reproducció diferents i diversos materials, amb l'objectiu de fer pràcticament qualsevol cosa. Això inclou productes percebuts generalment com exclusius de la fabricació industrial en sèrie.

Els Fab Labs encara que no poden competir amb la producció en sèrie i les economies d'escala, estan demostrant el potencial de donar poder a les persones, fer-les usuaris de la producció en sèrie, per dissenyar i crear productes. Els productes creats en els Fab Labs es poden adaptar a necessitats locals o personals utilitzant la producció en sèrie. El programa Fab Lab es va iniciar el 2001 com a experiment de col·laboració entre diferents associacions i l'Institut de Tecnologia de Massachusetts amb una beca de la *National Science Foundation* dels Estats Units. Actualment només a Europa hi ha més de 200 Fab Labs. Un laboratori és considerat Fab Lab quan està obert al públic de forma gratuïta o barata almenys un dia a la setmana i compleix una sèrie de requisits marcats per la xarxa Fab Labs promoguda pel MIT (Institut de Tecnologia de Massachusetts).

La cultura *Maker* està interessant als educadors preocupats per la formació dels alumnes amb les noves tecnologies. Investigadors sobre les noves tecnologies aplicades a l'ensenyament (LIBOW, S. STAGES, G.: [weareteachers.com](http://weareteachers.com)) la consideren una eina que facilita un aprenentatge més participatiu, a més de crear noves vies d'accés als diversos temes educatius per fer-los més interessants i rellevants als alumnes.

El moviment *Maker* ha tingut una pujada considerable i es troba en plena efervescència als Estats Units, de manera que el president nord-americà Barack Obama s'ha compromès a obrir diversos centres nacionals d'investigació i desenvolupament públics a tot el país (SCHULMAN, K.: [www.whitehouse.gov](http://www.whitehouse.gov)).

El moviment *Maker*, està suposant una revolució per a l'aprenentatge tecnològic i creatiu arreu del món i té moltes aplicacions interessants en el món de l'educació. Les noves eines i la tecnologia, com la impressió 3D, la robòtica, els microprocessadors, els e-tèxtils amb materials "intel·ligents" i els llenguatges de programació estan evolucionant a un ritme sense precedents. El moviment està creant versions assequibles -o fins i tot lliures de drets d'autor- de molts projectes que tenen com a base noves tendències i processos d'innovació en comunicació entre usuaris, i aquests recursos estan sent compartits en línia per tal de crear grups de treball a escala mundial.

A nivell del món educatiu són molts els professors que estan veient en el moviment una bona font de recursos per a potenciar en l'alumne les ganes d'aprendre i fer coses. La incorporació a l'aula de la filosofia *maker*

suposa renovar i millorar les pràctiques a les escoles i també un repte i estímul per als educadors.

628

### 2.1. Els tres pilars del moviment *maker*

Podríem destacar que en els fonaments de la cultura *Maker* hi ha tres pilars en què s'ha basat i evoluciona aquest moviment. El primer pilar és l'aparició i posterior evolució de les eines digitals per al disseny i la fabricació de coses. Les màquines en la indústria han estat computeritzades dede fa dècades, però ara part del que podien fer aquestes màquines i el seu control via ordinador ha arribat a l'àmbit domèstic. Així com el gran ordinador central va existir durant molt de temps a les oficines de les grans empreses multinacionals, abans de la irrupció de l'ordinador personal al mercat i la seua generalització als usos domèstics, eines vinculades a la indústria i a cars processos de disseny i producció ara es poden trobar a l'escriptori d'un modest dissenyador, per exemple un ordinador amb programari de disseny, connectat a un escàner o impressora 3D. L'abaratiment d'aquestes eines ha suposat l'accés a elles per part del gran públic.

El segon pilar el formaria l'aparició de les xarxes socials com els llocs i sistemes de treball col·laboratius. El procés de transformació de les eines de creació físiques cap a les digitals, implica que els dissenys també s'han convertit en digitals i per tant fàcils de compartir a través de les xarxes socials. Així doncs, els anomenats *makers* o creadors s'han pogut aprofitar en aquests últims anys dels dissenys digitals de codi obert o *open source*. L'aparició del micromecenatge -en anglès *crowdfunding*-, també anomenat finançament massiu o per subscripció, és a dir, la cooperació col·lectiva per obtenir diners o altres recursos a través d'Internet, ha estat el que ha catapultat i fet evolucionar aquest moviment, de tal manera que coses que en principi pogueren semblar una afició o hobby s'han pogut transformar en una forma de negoci. D'aquesta manera, del vell model de persones aficionades aïllades fent coses a un garatge, s'ha passat a un moviment a nivell mundial de persones que treballen juntes mitjançant Internet.

El tercer pilar sorgeix del concepte de lloguer de la fabricació. Fa anys certs processos de fabricació per control numèric estaven només reservats a aquells que eren amos d'una fàbrica, o a qui contractava la producció a la Xina. Les fàbriques de tot el món són cada vegada més accessibles per Internet, hi ha empreses que ofereixen la fabricació digital com a servei, des d'Autodesk -el gegant del programari de CAD i 3D- a l'empresa Sculpteo ofereixen el lloguer d'impressores 3D i màquines de tall per control numèric.

Però mentre la indústria s'obri al disseny domèstic d'objectes, estan apareixent arreu del món els anomenats *Fab labs* (acrònim de l'anglès *Fabrication Laboratory*). Un Fab Lab és un espai de producció d'objectes físics que agrupa màquines controlades per ordinadors posat a disposició de qualsevol persona. S'intenta que el Fab lab tinga una vinculació a la societat i que tota la tecnologia que disposa estiga a l'abast de qualsevol modest dissenyador.



El concepte Fab Lab va ser creat per Neil Gershenfeld, professor al MIT -Institut Tecnològic de Massachusetts- a la fi de 1990 i posat en marxa al Media Lab (laboratori dintre de l'Escola d'Arquitectura i Planificació) d'aquesta universitat. El projecte va començar explorant com el contingut de la informació és referit a la seua representació física, i com una comunitat pot fer-se més creativa i productiva si té, a nivell local, un bon accés a la tecnologia. Amb el pas del temps el que va començar com un projecte del MIT, s'ha convertit en una xarxa mundial i col·laborativa.

Amb la intenció de potenciar els Fab Labs al voltant del món, en 2009 es va formar la Fab Foundation, organització sense ànim que va sorgir del MIT. Segons la fundació, la seua missió és proporcionar accés a les eines, el coneixement i els mitjans financers per educar, innovar i potenciar l'ús de la tecnologia i la fabricació digital i permetre que qualsevol pugui fer gairebé qualsevol objecte, i per tant generar oportunitats per millorar la vida i el suport de tot el món. Les organitzacions comunitàries, institucions educatives i organitzacions sense ànim de lucre són els seus principals beneficiaris. La Fundació compta amb tres focus programàtics: educació, organització de serveis i d'oportunitat de negoci. La més estesa al món són els Fab labs com a organització de serveis, laboratoris de fabricació digital oberts a qualsevol persona. Els primers Fab lab a Europa van ser en 2009 els de Tolosa a França i Aquisgrà a Alemanya. Actualment hi ha 440 Fab Labs oficials al voltant del món.

Aquest tipus de laboratoris permeten la fabricació d'objectes de manera personal i obren la porta a la individualització de la producció. Això encaixa plenament amb la filosofia *Maker*, que consisteix en potenciar la producció a escala mitjana o individual. Això a la llarga podria afectar serveis relacionats amb la producció de béns de consum com el transport de mercaderies i el servei de duanes. La disponibilitat de la tecnologia fa que les persones controlen tècniques de producció i puguen solucionar problemes reals de cada dia, com imprimir peces trencades d'un objecte, o simplement dissenyar un objecte que no existeix i produir-lo. D'aquesta manera el moviment *Maker* es podria expressar amb una llarga llista de productes físics creats amb la innovació dels models digitals de codi obert a Internet.

## 2.2. *Geek* i la Cultura *Maker*

Qualsevol activitat relacionada amb el món *maker*, fa alguns anys era considerada exclusiva d'un cercle molt tancat d'individus, anomenats de diverses formes pejoratives, la més comuna: *geek* -terme que generalment s'utilitza per referir-se a la persona fascinant per la tecnologia i la informàtica- o friki.

La línia divisòria entre la cultura *geek* i la cultura popular, ha desaparegut. Els *geek*, els podríem definir com a persones que tenen un interès i un coneixement profund sobre algun tema concret, generalment de cultura popular contemporània -ja siguin còmics, sèries de televisió, dives de la música pop, etc. En aquest cas, ens centrem en l'estudi d'aquella persona amb interès en el món de la cultura *maker*, programari, maquinari i tot allò relacionat amb aquest moviment.

Aquests grups d'aficionats poden existir dins d'altres grups amb altres interessos. A vegades això passa en una trobada de gent interessada en Internet i informàtica on és possible navegar per Internet i intercanviar des d'opinions fins a aplicacions, i on un cercle de persones crea una comunitat -centrada en allò transgresor- dins d'una altra comunitat -amb un interès més general per la informàtica-. De vegades la creació d'aquestes comunitats no només es troba regida per interessos comuns sinó també geogràfics.

Així doncs Internet ha suposat un canvi dràstic en les formes d'organitzar-se aquests col·lectius, en l'actualitat aquest tipus de col·laboració ha trobat una plataforma única per a expandir les seues activitats i poder-se conèixer entre ells. Internet s'ha convertit en una eina immillorable de distribució i exhibició de les aficions de cada col·lectiu. Per a aquest tipus de grups Internet és una manera de consolidar-se, però també ha donat lloc a la creació de col·lectius virtuals, és a dir, grups de persones que no tenen la necessitat de conèixer cara a cara als companys per a formar part de un grup. En aquest sentit els fòrums, les xarxes socials, els portals de vídeo, els blogs i les xarxes P2P han constituït una pantalla inigualable mitjançant la qual expandir les seues activitats.

L'aparició de noves eines i tecnologies han donat llum una sèrie de subcultures que promouen una producció mediàtica de caràcter *Do It Yourself* (fes-t'ho tu mateix), un discurs en el qual la forma ve donada per com els usuaris han utilitzat aquestes tecnologies. Això sumat a les tendències empresarials que afavoreixen la integració horitzontal dels usuaris, fomentant el flux d'imatges, idees i relats mitjançant múltiples canals de mitjans de comunicació. En el cas de l'afició pel *Papercraft* (construcció de figures tridimensionals de paper) ha suposat poder recuperar una afició dels anys seixanta, els retallables de cases i cotxes, amb la finalitat de col·leccionar els personatges d'anime i videojocs i jugar amb ells al món real sense necessitat d'aparells electrònics, o també, potser, la possibilitat de reviuir velles partides de videoaventura és el que ha fet tornar amb força aquest passatemps. A més, és també el web qui permet de forma fàcil connectar amb gent que comparteix la mateixa afició.

La Xarxa com a mitjà de promoció d'aquests grups suposa un punt de partida per a conèixer les activitats que aquests realitzen. En general, hi ha un nombre d'activitats prototípiques que defineixen aquest tipus d'associacions com són: les publicacions especialitzades, les convencions, les fotografies de les convencions, els índexs, els catàlegs, el micro-màrqueting o marxandatge propi, etc. A més, relacionats amb l'afició principal ens trobem l'edició de revistes, ja siguin digitals -en pdf-, blogs que compleixen aquesta funció o la revista física ja en retirada des de l'augment de popularitat d'Internet. Les publicacions especialitzades compleixen la funció d'informar sobre l'afició concreta a l'aficionat i també a les persones alienes amb algun interès pel tema. Ací trobem ressenyes de novetats, de jocs antics, de trobades, etc.

Així, no podem oblidar-nos de les trobades. Són els esdeveniments i reunions per als aficionats per excel·lència, on podem trobar des de xerrades, exposicions, tallers, competicions, concursos, compra-venda de consoles, ordinadors i videojocs d'una determinada plataforma, gènere o període i també grups que es dediquen a recuperar els vells programes a través d'Internet amb la missió de crear un patrimoni cultural al voltant dels videojocs més antics, manuals, col·leccions de cromos, catàlegs i figures de plàstic.

Quant al que considerem paradigmàtic dins d'aquest tipus d'associacions, el món *geek* ens ofereix activitats de caràcter específic: la creació de videojocs casolans per a videoconsoles, el col·leccionisme en general i el disseny de personatges i posterior impressió en 3D. En la pràctica de la fabricació de personatges podem observar clarament un grau d'implicació de l'aficionat, que va més enllà del col·leccionisme i en alguns casos molt més enllà del fetitxisme, entrant de ple en el terreny de la reivindicació cultural. La creació i muntatge en cartolina de personatges d'un videojoc suposa una autoreflexió per part dels usuaris sobre el propi videojoc com a mitjà cultural i d'oci i intenta que els límits d'una plataforma no vinguin imposats per la indústria, sinó pels usuaris. Però les multinacionals són les que defineixen els límits temporals, la caducitat o no d'un format o si les diferents plataformes estan o no obsoletes. Aquestes associacions d'aficionats per tant proposen un canvi de tendència totalment oposat al que s'ofereix en l'actualitat en el sector dels videojocs, on l'usuari no és més que un simple consumidor de continguts.

### **2.3. *Papercraft* com a *Moviment Maker***

Els models de *Papercraft* també anomenats models de paper, o *pepakura*, són models construïts principalment de fulls de paper gruixut, cartó, cartolina, o cartó ploma. Amb modelatge *papercraft* normalment es fan maquetes a partir de fulls de cartolina en els quals s'imprimeixen les parts de les construccions, en general a tot color. Les peces de les maquetes es tallen, pleguen i enganxen entre si. *Papercraft* és l'art de combinar aquest tipus de material per a construir creacions complexes, com ara vestits de paper, personatges de mida natural, i models de màquines precisos. A vegades les peces d'alguns models es poden tallar seguint una línia de punts perforats però normalment les parts impreses de les maquetes han de ser tallades. Les peces són generalment enganxades amb cola blanca o d'acetat de polivinil. En aquest tipus de modelatge de les seccions dels objectes són generalment impresos per una cara, i així que no hi ha necessitat de pintar el model després d'acabar de muntar-lo.

Alguns aficionats poden millorar el model imprès amb més pintura a mà i més detalls. Degut a la naturalesa del paper, la maqueta pot ser segellada amb vernís o aerosol per tal que dure més temps. Altres aficionats també utilitzen cartó ploma o suports de fusta de mida natural que s'afegeix a la base de la maqueta per a després cobrir-la amb resina i poder pintar tota la peça sencera. També les maquetes de cartolina es poden utilitzar com a referències i fer suports amb altres materials.

Els desenvolupaments de cases i objectes impresos en cartolina es va fer habitual en revistes durant la primera part del segle XX. La popularitat dels models de cartolina va pujar en la Segona Guerra Mundial, quan la producció de paper va ser una de les poques coses que no van ser excessivament regulades. Les maquetes de cartó dissenyades i publicades a Anglaterra a partir de 1941 van ser molt populars, hi havia models de tot tipus, incloent-hi models d'arquitectura, vaixells, cotxes o avions. Però amb el pas del temps les maquetes de plàstic van començar a ser més accessibles i van desplaçar a les de cartó.

En l'actualitat atès que els patrons dels models de paper es poden imprimir i muntar fàcilment, Internet s'ha convertit en un mitjà popular per al seu intercanvi. Empreses comercials sobretot relacionades amb el món dels sistemes d'impressió -com ara Yamaha, Brother o Canon- han començat recentment a utilitzar models de paper descarregables als seus webs per tal de promocionar els seus productes, sobretot tenint en compte que el negoci de les impressores domèstiques són els cartutxos de tinta i no la pròpia impressora. Internet ha posat a la bast de tothom nombrosos models de cartolina els quals es poden descarregar i imprimir en impressores d'injecció de tinta de baix cost, la qual cosa ha fet augmentar la seua popularitat arreu del món. La impressió amb impressores domèstiques també permet la creació de models els quals poden ser reescalats amb facilitat per tal de ser impresos en diferents escales.

L'ús d'objectes realitzats amb software 3D ajuda molt en la construcció de models de paper sent els personatges de videojocs la font més freqüent. Hi ha diversos mètodes per a extraure el model d'un videojoc determinat. Certes aplicacions són visors de personatges amb els quals es pot exportar el model a un tipus de fitxer informàtic que després pot ser reconvertit segons necessitats als formats estàndards que hi ha actualment per a objectes 3D. En alguns casos aquests visors de models no estan disponibles fora del desenvolupador del videojoc. Amb molta freqüència el model exportat presenta imperfeccions estructurals, el dissenyador aleshores ha d'arreglar les textures i l'estructura de l'objecte amb un programa de modelat 3D. Els programes més utilitzats per a arreglar i generar models de videojocs per a més tard ser utilitzats al món papercraft son: 3DS MAX, Maya, LightWave 3D, Metasequoia, Blender o SketchUp. Una vegada ja s'obté l'arxiu informàtic 3D del model, posteriorment amb altres programes el model es depura per donar-li un traçat adequat afegint-li les pestanyes que facilitaran la seua construcció en cartolina. Aquests altres programes solen ser programes molt fàcils d'utilitzar amb un baix preu i força vegades gratuïts. Hi ha un bon grapat de programes a l'abast d'educadors els quals es poden fer servir a l'aula per a realitzar models de papercraft. Heus ací una breu anàlisi sobre diferent programari per a fer Papercraft:

- · Dunreeb Cutout (<http://www.dunreeb.com/>), no és un programa independent, és un plugin per a el programa de disseny tridimensional Autodesk Maya i Cinema 4D, que genera els desenvolupaments 2D dels objectes 3D d'una



manera prou acceptable, però el fet de no funcionar independentment i de dependre de la compra d'un altre paquet de programari, el fa una opció poc assequible per a pressupostos limitats.

- · Waybe (<http://www.waybe.ca/>), és un altre plugin que necessita el programa de disseny 3D SketchUp per a poder funcionar. El fet de no funcionar independentment i que les llicències s'han de renovar anualment el fan també una opció poc atractiva a butxaques poc voluminoses.
- · Ultimate Papercraft 3D (<http://www.papercraft3d.com/>), és un programari que ofereix una solució més compacta -només un programa-. Però encara que el preu és competitiu, la interfície gràfica no arriba a ser tant intuïtiva com la dels seus competidors.
- · Flattery (<http://www.pumpkinpirate.info/flattery/>) al igual que Dunreeb Cutout no és un programa independent, és un plugin gratuït que funciona amb el programa Trimble SketchUp. Flattery permet desplegar un objecte creat dins SketchUp i desenvolupar-lo en un pla, també permet afegir pestanyes que ajuden al muntatge del model i exportar el document SketchUp com un fitxer SVG. Flattery és fàcil d'usar i funciona a la perfecció amb SketchUp, el resultat exportat com un arxiu SVG es pot obrir amb programes com Adobe Illustrator o Inkscape (gratuït) sense la necessitat de comprar la versió Pro de SketchUp.
- · Pepakura Designer (<http://www.tamasoft.co.jp/pepakura-en/>), Programa molt intuïtiu que treballa prou bé amb els arxius del programari 3D Studio Max, SketchUp i completament compatible amb Metasequoia. Pepakura a més a més també disposa d'un programa visualitzador gratuït, una encarregada d'obrir els arxius creats amb Pepakura Designer. Pepakura Viewer ofereix una vista simultània del model acabat en 3D i al costat cadascuna de les peces necessàries disposades de manera bidimensional per a construir el disseny. A la finestra de la dreta del programa, quan es selecciona una part del desenvolupament del objecte, a la finestra de l'esquerra la part corresponent en el model 3D es ressaltada.

Amb totes aquestes ferramentes els aficionats al papercraft poden crear els seus propis patrons, de tal manera els models de paper només estan limitats per la imaginació i la capacitat de manipular el paper per part dels seus autors. Vehicles de totes les formes, cotxes, camions de càrrega i transbordadors espacials són un tema freqüent al món papercraft, algunes textures realistes, creades a partir de fotos dels seus homòlegs a la vida real, poden presentar detalls molt acurats. Els models d'arquitectura poden ser generats a partir de formes molt simples, però també poden ser models molt detallats amb milers de peces. Els dissenys més populars solen

ser els personatges de videojoc per la seua popularitat i la facilitat de ser produïts en cartolina.

Internet és el lloc on els aficionats al papercraft poden trobar centenars de models de diferents dissenyadors en una àmplia gamma de temes. Els models inclouen projectes molt difícils i ambiciosos, així com complexes creacions a mida natural.

#### 2.4. La impressió 3D

Abans havíem parlat de quan les figures de plàstic van desbancar a les de cartolina, les figures de plàstic segueixen sent molt més populars que les de cartolina, sobretot entre els xiquets. Per altra banda fer els personatges de cartolina és en una activitat accessible a qualsevol que tinga una impressora d'injecció de tinta, tissors, cola i una mica de paciència. Però en els últims anys hem estat testimonis de la ràpida revolució de les impressores 3D, la seua ràpida evolució i baixada de preus ha facilitat també el seu ús a nivell domèstic i en conseqüència la generació de figures de plàstic per part dels seus usuaris.

La revolució en la impressió 3D va començar amb el *Rapid prototyping* o prototipat ràpid, és un grup de tècniques que s'utilitzen per fabricar ràpidament un model a escala, una peça o part d'un objecte, joguet o màquina utilitzant el disseny assistit per ordinador. La construcció de la peça es realitza normalment utilitzant la tecnologia de deposició de plàstic fos a capes.

Els primers mètodes de prototipatge ràpid es van fer disponibles a finals de 1980 i es van utilitzar per a produir models i prototips de dissenys. Avui en dia s'utilitzen per a la fabricació de peces de qualitat en quantitats relativament reduïdes si el que es desitja és prescindir dels mètodes tradicionals de les economies a gran escala. Aquest tipus de producció està encoratjant moltes empreses a provar sort amb els anomenats serveis *on line* mitjançant Internet. Alguns escultors moderns utilitzen aquesta tecnologia per a produir les seues escultures.

La fotopolimerització és el primer procés de prototipat ràpid desenvolupat en 1980. Es basa en les propietats que posseeixen certes resines polimeritzant sota la influència de la llum i el calor. L'estereolitografia és un procés de fabricació per addició que empra resina que cura mitjançant llum ultraviolada en un tanc, i un làser ultraviolat per construir els objectes. El sistema d'impressió comença una vegada el model està dissenyat i ha de ser exportat al format STL (inicials d'estereolitografia en anglès). Aquest format va ser dissenyat originalment per comunicar-se amb les màquines d'estereolitografia però ara s'utilitza en altres àrees i sistemes d'impressió. De fet ha esdevingut en l'estàndard de facto de la impressió 3D. Aquest format descriu models en forma de superfícies triangulars contínues.

L'estereolitografia utilitza la resina en forma de líquid que se solidifica mitjançant un làser o un projector. En aquest mètode, una plataforma mòbil es submergeix en un tanc de resina líquida. Aquesta plataforma és compatible amb el model que s'està fabricant. Una vegada que la capa a imprimir ha estat creada, la plataforma d'elevació de l'equip descendeix

una distància equivalent al gruix d'una capa de resina solidificada. Un full agrana la peça deixant una nova capa de resina líquida a la superfície de la cubeta, a punt per a la següent impressió del làser. D'aquesta manera es va creant, capa a capa una peça tridimensional. Una vegada que la peça tridimensional s'ha completat, aquesta es submergeix en un bany químic que retira l'excés de resina. Hi ha parts de la peça que podrien caure a mesura que es creen, cal proporcionar suports temporals en forma de columnes que s'eliminaran de forma manual quan s'acabe la impressió. Després de crear l'objecte s'extreu de la resina líquida i es col·loca en un forn de llum ultraviolada per a completar la polimerització. Finalment la peça es pot refinar i també pintar la superfície.

Una altra tècnica és la Sinterització Laser selectiva, una tècnica d'addició de prototipat ràpid en la qual es diposita una capa de pols, d'unes dècimes de mil·límetre, en una cisterna que s'ha escalfat a una temperatura lleugerament inferior al punt de fusió de la pols. Seguidament un làser sinteriza la pols en els punts seleccionats causant que les partícules es fusionen i solidifiquen, creant l'objecte tridimensional.

Un altre sistema és la impressió d'objectes per capes laminades o *Laminated Object Manufacturing* (LOM), un sistema de prototipat ràpid desenvolupat per l'empresa Helisys (actualment Cubic). En aquest sistema les capes de paper recobert amb adhesiu, plàstic o laminats metàl·lics van sent dipositats i enganxats un darrere de l'altre. Finalment les làmines són tallades per un làser tallador. Addicionalment els objectes impresos amb aquesta tècnica poden ser modificats per mecanitzat o perforació després de la impressió.

Una alta tècnica és l'aglomeració per injecció, un procés que consisteix en injectar un polímer, ceràmic o metàl·lic en estat fos en un motle tancat a pressió i fred. En aquest motle el material es solidifica, la peça final s'obté en obrir el motle i traure de la cavitat la peça modelada. Aquesta és una tècnica molt popular per a la fabricació d'articles molt diferents i la que tradicionalment sempre s'ha utilitzat en la indústria.

Un altre sistema d'impressió és el control numèric CNC (computer numerical control en anglès), fins als anys vuitanta només es van utilitzar per a fabricar objectes d'alta precisió i actualment s'han generalitzat i s'utilitzen en gairebé tots els camps de la mecànica. La tecnologia de les màquines CNC s'ha eixamplat a totes les branques de la fabricació en sèrie.

Els programes de mecanitzat funcionen a partir d'un original anomenat "programa original" (OP), creat pel programador. El programa controla els moviments relatius entre la fresa i les eines per dur a terme la mecanització de la peça final. Aquests moviments es fan en un sistema de coordenades estàndard x,y,z basat en l'estructura de la màquina. Aquests són els possibles usos de mecanitzat d'una màquina CNC gràcies a les característiques mecàniques dels seus eixos i a la possibilitat que aquests varien contínuament de velocitat:

El fresat que consisteix en el tall de material que es mecanitza amb una eina rotativa generant diversos talls en qualsevol direcció dels tres eixos

possibles en els quals es pot desplaçar la taula on va fixada la peça que es mecanitza.

El tornejat que consisteix en mecanitzar, tallar, fissurar, trapeciar, i ranurar peces de forma geomètrica per revolució.

Finalment tenim el modelat per deposició fosa o MDF (Fused Deposition modeling) és un procés de fabricació utilitzat per a la modelització de prototips i models, i és el sistema que utilitzen les impressores 3D que actualment s'han posat al mercat a preus realment assequibles a les economies modestes.

El modelatge per deposició fosa utilitza una tècnica additiva, dipositant el material en capes, per tal de conformar la peça. Un filament plàstic que inicialment s'emmagatzema en rotllos, és introduït en un extrusor. L'extrusor es troba a una temperatura més alta de la de fusió del material i pot desplaçar-se en tres eixos controlat electrònicament. L'extrusor normalment el mouen motors a passos o servomotors. La peça resultat de la impressió és construïda amb primers fils del material que solidifiquen immediatament després d'eixir de l'extrusor.

La primera patent d'aquest sistema és de 1986 per Chuck Hull -encara que la patent amb el nom oficial és de 1990 per S. Scott Crump- però quan va expirar la patent de Scott Crump en 2009, el projecte RepRap començat en 2007 per Adrian Bowyer -professor en enginyeria mecànica de la Universitat de Bath al Regne Unit- va poder eixir sota el nom de Fused Filament Fabrication o FFF (fabricació amb filament fos), un projecte molt semblant i paral·lel què està disponible sota llicència GNU General Public License, una llicència de programari lliure, que permet a altres investigadors treballar en la mateixa idea i millorar-la.

Però un altre projecte que ha abaratit costos en aquest sistema d'impressió és el projecte Arduino, basat en una placa de maquinari lliure amb un microprocessador i un entorn de desenvolupament, dissenyada per a facilitar l'ús de l'electrònica en diversos projectes. Arduino es va iniciar l'any 2005 com un projecte per a estudiants a l'Institut d'Ivrea a Itàlia. En aquest temps, els estudiants usaven ordinadors amb microprocessadors amb un preu molt car i aleshores, un dels fundadors d'Arduino, Massimo Banzi, feia classes a Ivrea. En la seua creació, hi va contribuir l'estudiant colombià Hernando Barragán, qui va desenvolupar la targeta electrònica Wiring, el llenguatge de programació i la plataforma de desenvolupament. Entre els desenvolupadors i investigadors d'Arduino trobem a l'espanyol David Cuartielles. Arduino posseeix una molt activa i diversa comunitat d'usuaris, des d'artistes que res tenen a veure amb l'electrònica, fins a enginyers que imparteixen cursos de sistemes digitals.

Respecte al flux de treball amb les impressores 3D de codi obert, podríem concretar quatre fases; el disseny cad, comprovació i reparació d'objectes, creació del Gcode i impressió. En el disseny CAD, dels programes de CAD s'obtenen els dissenys de peces que es volen imprimir. Ací ens trobem amb programes gratuïts com els d'Autodesk 123D, Sketchup o OpenSCad. Altres comercials com Solidworks, Catia o 3DStudio. Allò important del procés, ja siguin programes gratuïts o comercials, és

que tinguen la facultat d'exportar en format STL. El fet de poder imprimir una peça no depèn del programa de CAD utilitzat, només que el format siga STL i l'estructura de l'objecte -xarxa triangular poligonal- no estiga corrompuda. Respecte a la fase de comprovació i reparació d'objectes, del que es tracta és de posicionar correctament les peces per tal que aquestes no s'imprimisquen partint d'una posició errònia, reparar els STL que puguen estar danyats i si cal, reescalar les peces. Totes aquestes operacions es poden fer amb un programari específic com per exemple NetFabb. Pel que fa a la fase de creació del Gcode, es tracta d'un fitxer de text que conté tots els moviments i temperatures que ha d'executar la màquina. Aquest fitxer és el que va llegint la placa Arduino i el converteix en impulsos i consignes elèctriques per als drivers i resistències i així es va imprimint la peça desitjada. Aquestes funcions les realitzen programes com Slic3r (gratuït), un programa dedicat a regular els paràmetres d'impressió: el gruix de capa, en una peça de 10 mil·límetres d'alçada i un gruix de capa de 0.3 mm haurien unes 33 capes. Velocitat de capçal, determina la velocitat a la qual es mourà l'extrusor que fa la peça que s'està imprimint. La velocitat d'extrusió, és la quantitat de material que és empès pel extrusor per unitat de temps. Els paràmetres depenen uns dels altres i tots els paràmetres es poden guardar en configuracions que posteriorment es poden carregar de nou. Un cop disponible l'arxiu Gcode cal traslladar-lo fins a la impressora d'alguna manera. Les últimes generacions d'impressores RepRap disposen d'un lector de targetes SD incorporat. Una altra opció és carregar el fitxer des d'un programa que controle l'impressora des de l'ordinador.

Un derivat de la impressió 3D casolana és l'escanejat casolà d'objectes. En l'actualitat hi ha una sèrie de programes que permeten realitzar un escaneig domèstic d'objectes. A nivell de programari podem parlar de PhotoScan, 123D Catch, Skanect o Scenect. A nivell de maquinari tenim la càmera de fotos convencional o els sensors de moviment que últimament han proliferat per a les videoconsolles. En primer cas programes com 123D Catch o PhotoScan converteixen una sèrie de fotos en un arxiu d'un objecte tridimensional. Els programes Skanect o Scenect estan dedicats a convertir els sensors de moviment en escàners tridimensionals d'objectes i funcionen amb els sensors de moviment de la marca Asus o el sensor Kinect de Microsoft.

### **2.5. *Maker* a l'ensenyament**

Els professors d'ensenyaments artístics i disseny, ensenyem als nostres estudiants com utilitzar les eines 3D i com crear entorns virtuals. Per altra banda ensenyem les ferramentes de modelat tradicional com quelcom completament deslligat a la tecnologia, generant un divorci entre el món de les maquetes físiques i les il·lusions òptiques d'un món virtual amb poques connexions amb la realitat dels objectes i estructures factibles en un entorn real. D'altra banda, en el disseny d'objectes moltes vegades es perd molt de temps dissenyant una forma que amb un mínim d'habilitat i poc temps pot ser generada amb fang o amb plastilina. Aquesta forma pot ser escanejada i convertida en un arxiu informàtic que després pot ser

retocat i reconvertit en forma física a través d'una impressora 3D. I respecte als anomenats renders d'interiorisme, arquitectura o disseny d'objectes per què fer un cartell sobre un objecte quan es pot imprimir, literalment, l'objecte?

El moviment Maker està transformant l'aprenentatge a escoles d'arreu del món. Per tal de contrarestar els estàndards educatius, les proves i la uniformitat, aquest nou enfocament posa l'accent en la creació i la creativitat -productes i processos nascuts de jugar, experimentar, expressar i col·laborar-, explota noves eines digitals per tal de fer, compartir i aprendre a través de l'espai i el temps, allò del *fes-t'ho tu mateix* (DIY). Als Estats Units, museus, biblioteques i directives d'escoles han dissenyat *makerspaces* físics i virtuals per a les comunitats d'acollida de companys amb suport de mentors que inverteixen en tot tipus de creació, des del disseny d'ungles amb esmalt o joies, passant per robots i ara, fins i tot currículums escolars.

La filosofia Maker està investigant la manera d'aprendre dels estudiants fora de classe, i d'aquesta manera replantejar-se com, què i com haurien d'aprendre a les escoles. La filosofia Maker ofereix un model flexible per a explorar com les escoles poden conrear la interacció entre els interessos dels estudiants, la cultura, les eines digitals i l'èxit acadèmic, en altres paraules, reconcebre escoles com a centres on es fan coses. L'aprenentatge centrat en el disseny i producció d'objectes comença amb els estudiants en lloc de amb les normes, i opera en el supòsit que tothom és un creador. L'objectiu final és que, amb les eines i els contactes adequats, els joves poden desenvolupar sistemes per a refer el nostre món en un lloc més democràtic, equitatiu i humà.

El moviment Maker reformula l'aula en un *makerspace* on els estudiants dissenyen activament productes de contingut específic, inventen processos, i presenten noves idees. Motivar l'alumne i establir connexions socials per a ajudar a desenvolupar dissenys.

Els estudiants, al igual que els *makers*, necessiten trobar llocs de desenvolupament personal en la vida real i en el web enllaçar i conèixer altres que comparteixen la mateixa afició. Ells creixen en espais que perpètuament revifem el seu desig de fer contribucions significatives cap a temes per a ells rellevants, idees, persones i interessos.

Perquè fer, produir, experimentar i dissenyar són sempre importants -de manera física i on line, dins i fora de l'aula- els recursos dels *makers* han de ser distribuïts a través dels entorns de la comunitat educativa.

### III. Objectius

---

L'objectiu bàsic d'aquest treball ha estat l'estudi de la interacció de diferents disciplines per a la realització d'objectes de forma casolana les quals acaben convergint en una de sola.

L'estudi de la cultura *Maker* i com aquesta emfatitza l'aprenentatge a través de la pràctica en un entorn social. A més a més aquest moviment

emfatitza el treball en xarxa i l'aprenentatge compartit motivat per la diversió i l'autorealització.

Els objectius també són els de la pròpia cultura *Maker*, animar a l'experimentació amb les noves tecnologies i l'exploració d'interrelacions entre oficis i formes de treball tradicionalment separats, com ara la metal·lúrgia, la fusteria, l'escultura o la informàtica.

També el treball amb alumnes de tot allò investigat i estudiat respecte a la generació d'objectes tridimensionals. Els recursos tecnològics investigats s'han intentat utilitzar a l'aula i es sumaran a les maneres de reproduir objectes volumètrics amb tècniques i materials tradicionals -fang, plastilina, fil d'aram, poliespan, fusta, cartó, etc.-.

El material d'estudi ha de ser profitós per a facilitar l'aprenentatge del disseny d'objectes tridimensional i per a contribuir a desenvolupar la creativitat, imaginació i lectura comprensiva dels objectes tridimensionals.

#### IV. Material i mètode

Respecte als recursos per a fer el treball, hem fet servir diferents mètodes de recerca mitjançant Internet, biblioteques i experimentació amb materials de modelat tradicional i noves tecnologies en els processos d'impressió 3D ràpids (*Rapid prototyping*).

Pel que fa al pla de treball s'ha seguit el següent cronograma:

- a) Anàlisi bibliogràfica de fonts documentals: anàlisi i revisió de marcs teòrics, investigacions prèvies disponibles, etc.
- b) Anàlisi documental: anàlisi tant de revistes com de llibres que tracten sobre el tema (a Internet i en altres tipus de mitjans).
- c) Anàlisi de la complexitat tecnològica de la tecnologia a estudiar.
- d) Fixació de relacions entre les diverses tècniques, aplicacions i eines de desenvolupament estudiades. Relació sobre el tema entre el món professional i l'independent o aficionat.
- f) Valoració, avaluació i validació dels materials.
- g) Extracció de conclusions basades en les anteriors fases especificades.

#### V. Resultats

Els resultats obtinguts amb el treball a l'aula han estat desiguals. Mentre que amb el treball de tècniques papercraft els alumnes s'han pogut recrear en el disseny d'objectes, redissenyant i reinventant noves formes i funcions, amb les tècniques de modelatge directe, posterior escanejat i impressió 3D d'objectes la millora en el redisseny de l'objecte no ha estat molt substancial.

Pel que fa als sistemes d'escaneig tridimensional ha donat millor resultat el programa 123D Catch per a escanejats basats en objectes de dimensió reduïda -no més de 10 cm-. Els millors resultats per a objectes grans com les estàtues fotografiades en un exterior, els ha donat el

programa PhotoScan. Scenect ha donat bons resultats per a escanejar interiors i Skanect per a escanejar figures a escala humana.

Respecte al procés d'avaluació en l'evolució de les destreses de modelatge tridimensional, s'ha estudiat la part integral del procés d'aprenentatge. Els alumnes han entès l'avaluació com una oportunitat per millorar els aprenentatges i no com un judici final. A més de millorar la pràctica en el procés de creació de models i prototips han inclòs l'autoavaluació i l'avaluació en els exercicis. Tot això ha significat construir instruments apropiats per a recollir informació que estiga relacionada amb els aprenentatges esperats. Ha estat necessari entendre molt bé, tant per part del professor com per part de l'alumne, quin és el veritable abast dels èxits aconseguits. S'ha treballat per revisar variades estratègies i tenir bons instruments avaluatius, fiables, validats i objectius. L'anàlisi més amunt descrit porta a remirar els processos d'avaluació i aprenentatge. Serà important mantenir allò bo i necessari, però també introduir canvis per tal d'aprofitar els avanços en el treball dels alumnes, i així poder donar resposta a les necessitats i demandes dels alumnes en cada un dels nivells educatius.

Finalment, en aquest model d'ensenyament, flexible, on tot és susceptible de ser construït i cada alumne és un desenvolupador de coses en potència, les solucions tecnològiques estudiades juntament a als processos tradicionals permetran donar resposta als reptes de l'ensenyament de l'art i el disseny en l'actualitat.

## VI. Discussió i conclusions

---

Aquest treball es pot entendre com una reflexió sobre la integració de les arts en diferents angles, especialitats i maneres de concebre el disseny. El moviment maker igualment pot ser una manera d'integrar diferents modalitats d'art en l'educació. Aquest moviment està eixamplant-se fortament dia rere dia degut a la generació cada vegada més barata d'impressores 3D. La fabricació de prototips de baix cost ha estat fàcil darrerament gràcies a la proliferació d'aquests sistemes d'impressió. La visió del món del moviment és una visió optimista, la gent que comparteix aquesta filosofia és feliç. De fet, molts dels participants en les trobades *Maker* comenten sobre l'optimisme de la gent. És una fórmula bastant simple, basada totalment en parlar amb la gent que fa coses, en veure el que aquesta gent fa, i alimentar la diversitat d'idees que conflueixen en un espai comunitari. El moviment uneix una comunitat al voltant de la idea de trobar la manera de resoldre una sèrie de problemes. El descobriment ens manté joves perquè sempre és fresc. Com més ens submergim en una cosa que no sabíem, ja siga esbrinant-ho pel nostre compte o amb la lectura d'un article o parlant amb un amic, la vida es torna més interessant.

Seria magnífic impregnar d'aquest aire, d'aquest bon saber fer al nostre sistema educatiu, i de pas intentar transformar l'apatia de l'estudiant en alguna cosa creativa que acaba en un resultat interessant. En aquest treball s'ha intentat amb alumnes dels ensenyaments d'art i



superior de disseny però la filosofia maker és una cosa que va més enllà de la creació d'objectes i pot ser aplicat a totes les branques del saber en l'ensenyament.

## VII. Bibliografia

---

ANDERSON, C. (2012): *Makers: The New Industrial Revolution*. Nova York: Random House.

BAK, D. (2003): *Rapid prototyping or rapid production? 3D printing processes move industry towards the latter*. En: *Assembly Automation*, Vol. 23. Massachusetts: Presse Professionnelle SARL. Pàg. 340-345.

BASSOLI, E. GATTO, A. LUCA L. GRAZIA M. (2007): *3D printing technique applied to rapid casting*. En: *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 13. Bingley (Regne Unit): Emerald Group Publishing Limited. Pàg. 148-155.

CRONINGER, S. (2005): *Paper Crafts Magazine and Stamp It!*. Little Rock, Arkansas: Leisure Arts, Inc.

LIBOW, S. STAGER, G. (2013): *How the Maker Movement is Transforming Education*, <http://www.weareteachers.com/hot-topics/special-reports/how-the-maker-movement-is-transforming-education> (consultat el 03/08/2014)

LIPSON, H. KURMAN, M. (2013): *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons INC.

MEYER, B. (2009): *Papercraft: Design and Art with Paper*. Montrouge (França): DGV.

RATTO, M. JALBERT, K. WYLIE, S. (2014): *Critical Making as Research Program: introduction to the forum on Critical Making*. En: *Critical Making, The Information Society*. Vol 30. Toronto: Universitat de Toronto. Pàg. 85-95.

SCHULMAN, K. (2013): *White House Hangout: The Maker Movement*, <http://www.whitehouse.gov/blog/2013/03/27/white-house-hangout-maker-movement> (consultat el 28/08/2014)

SNYDER, I. (2004): *Alfabetismos digitales. Comunicación, Innovación y Educación en la era de la Electrónica*. Màlaga: Aljibe.

TANENBAUM, J. WILLIAMS, A. DESJARDINS, A. (2013): *Democratizing technology: pleasure, utility and expressiveness in DIY and maker practice*. En: *CHI'13 Conference*. Nova York: ACM. Pàg. 2603-2612