



Treball de fi de màster

Títol: Estudi per a la transformació d'un taller de tecnologia en un espai "Maker" d'un institut de secundària.

Cognoms: Tormo Alonso

Nom: Jordi

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: Isaac Tan Bachs

Data de lectura: 15 / 6 / 2021

Resum:

Organitzacions de nivell internacional, posen de manifest una educació desfasada, incapaç de donar resposta a les necessitats laborals presents i de futur (World Economic Forum, 2017). El present document planteja el moviment "Maker" com a eina per millorar habilitats, com el pensament crític i creatiu, la resolució de problemes i competències de l'àmbit STEAM i Digital, alineades amb les necessitats laborals. També es recull l'estat de l'art del moviment "Maker" i quines són les bases del moviment i la seva filosofia. S'analitzen els espais "Maker" en entorns escolars, les possibilitats formatives, la planificació per a la implantació i els avantatges i inconvenients. Finalment es plantegen tres activitats didàctiques, una lligada al taller tradicional (construcció amb eines) i les altres dues a espais "Makers" (impressió 3D i talladora làser). Comparar les activitats, permet mostrar com els espais "Maker" tenen una clara tendència a treballar sobre l'àmbit digital i en menor grau també sobre l'àmbit matemàtic i el personal i social.

Paraules Clau: Cultura Maker, Makerspace, FabLab, Hackerspace, creació i fabricació digital.

Resumen:

Organizaciones de nivel internacional, ponen de manifiesto una educación desfasada, incapaz de dar respuesta a las necesidades laborales de presente y futuro (World Economic Forum, 2017). El presente documento plantea el movimiento "Maker" como herramienta para mejorar habilidades como el pensamiento crítico y creativo, la resolución de problemas y competencias del ámbito STEAM y Digital, alineadas con las necesidades laborales. También se recoge el estado del arte del movimiento "Maker" y cuáles son las bases del movimiento y su filosofía. Se analizan los espacios "Maker" en tornos escolares, las posibilidades formativas, la planificación para la implantación y las ventajas e inconvenientes. Finalmente se plantean tres actividades didácticas, una ligada al taller tradicional (construcción con herramientas) y las otras dos a espacios "Makers" (impresión 3D y cortadora láser), comparar las actividades, muestra cómo los espacios "Maker" tienen tendencia a trabajar más sobre el ámbito digital y en menor grado, también sobre el ámbito matemático y el personal y social.

Palabras Clave: Cultura Maker, Makerspace, FabLab, Hackerspace, creación y fabricación digital.

Abstract:

International organizations report, reveal how education is incapable of responding to the current and future labor needs (World Economic Forum, 2017). This document raises the "Maker" movement as a tool to improve soft skills, such as critical and creative thinking, problem solving and skills in the STEAM and digital fields, aligned with job needs. It also includes the state of the art of the "Maker" movement, its bases and philosophy. Moreover, spaces around schools, training possibilities, the planning for its implementation and the advantages and disadvantages are also analyzed. Finally, three didactic activities are proposed, one linked to the traditional workshop (construction with tools) and the other two to "Makers" spaces (3D printing and laser cutter). Comparing these three activities show how the "Maker" spaces trend to work on the digital, mathematical and personal and social fields.

Keywords: Maker culture, Makerspace, FabLab, Hackerspace, Digital modeling and fabrication.

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	7
2	CONTEXT DEL PROBLEMA.	8
2.1	LES COMPETÈNCIES I HABILITATS DELS TREBALLADORS DEL FUTUR.....	9
2.2	REPTES FORMATIUS I EDUCATIUS DE FUTUR.....	10
3	ESTAT DE L'ART.	13
3.1	QUÈ ÉS UN ESPAI "MAKER"?	13
3.2	DIFERENTS TERMINOLOGIES PER UN MATEIX CONCEPTE	14
3.3	ANTECEDENTS, ORÍGENS DEL MOVIMENT "MAKER"	15
3.4	EL MOVIMENT "MAKER" I LES SEVES CLAUS	17
3.5	FABRICACIÓ DIGITAL	20
3.6	REFERENTS LOCALS	26
4	ELS ESPAIS "MAKER" ALS CENTRES EDUCATIUS.	28
4.1	QUINES SÓN LES POSSIBILITATS FORMATIVES (CURRICULARS I COMPETENCIALS) QUE COMPORTA AQUESTA TRANSFORMACIÓ?	29
4.2	TIPOLOGIA D'ESPAIS "MAKER" ALS CENTRES EDUCATIUS	31
4.3	REQUERIMENTS PER A LA TRANSFORMACIÓ DEL TALLER DE TECNOLOGIA A UN ESPAI "MAKER".....	33
4.4	BENEFICIS I INCONVENIENTS DE LA IMPLANTACIÓ D'ESPAIS "MAKER" ALS CENTRES EDUCATIUS ...	36
5	PROPOSTA DOCENT RELACIONADA AMB ELS ESPAIS "MAKER"	38
5.1	CONTEXTUALITZACIÓ I PRESENTACIÓ DE LA PROPOSTA.	38
5.2	PLANTEJAMENT DE L'ACTIVITAT 1, CONSTRUCCIÓ DEL CUB SOMA AMB EINES TRADICIONALS.....	40
5.3	PLANTEJAMENT DE L'ACTIVITAT 2, CONSTRUCCIÓ DEL CUB SOMA MITJANÇANT DISSENY I IMPRESSIÓ 3D.	45
5.4	PLANTEJAMENT DE L'ACTIVITAT 3, CONSTRUCCIÓ DEL CUB SOMA MITJANÇANT DISSENY PER SISTEMA DIÈDRIC I FABRICACIÓ AMB TALLADORA LÀSER PER CNC.....	51
5.5	ANÀLISI DELS OBJECTIUS FORMATIUS I COMPETÈNCIES TRANSVERSALS DE LES TRES ACTIVITATS PROPOSADES.	58
6	CONCLUSIONS	60
7	REFERENCIES BIBLIOGRÀFIQUES	61
8	ANNEXOS	64

Índex de Figures

Fig. 1 - Percentatge de tasques dutes a terme per humans contra màquines, 2020 i 2025 (previst), per quota d'empreses enquestades. - Font (World Economic Forum, 2020).....	8
Fig. 2 - Us de les TIC a l'aula per part del professorat (WISE@Madrid Infographics - WISE, 2017)	11
Fig. 3 - Taula posa de manifest les compatibilitats i incompatibilitats entre les habilitats de les màquines i persones-Fundació COTEC, Programa #MiEmpleoMiFuturo (Cotec, 2019).....	11
Fig. 4 - Espais Maker i altres termes de significat similar – Font: (Davee, Regalla and Chang, 2015).....	14
Fig. 5 - Timeline Infographic The History of the Maker movimen. Font: Soren Messner-Zidell (Pinteret)	16
Fig. 6 - Els elements que formen el moviment "Maker". Font: (Tesconi, 2018).....	17
Fig. 7 – Esquerra: Portada "The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers"; Dreta: Bases del manifest "Maker" - – Font: (García Sáez, 2019).....	18
Fig. 8 -Esquerra: Beach Lab (LaHoraMaker, 2018) – FabLab mòbil Veritas (Fab Lab Veritas, 2017).	19
Fig. 9 – Procés de la fabricació digital. Font: (Pérez de Lama, 2012).....	21
Fig. 10 - Fabricació Digital Additiva. (BitFab, no date)	21
Fig. 11 - Diferents sistemes d'impressió 3D, d'esquerra a dreta i de dalt a baix. (1) Sinterització Selectiva per Làser (Antonio Regidor, 2017); (2) Fotopolimerització (Fathom Precision LTD, no date); (3) Injectors d'aglutinant (ExOne, no date); (4) Impressió 3D por FDM (Fathom Precision LTD, no date); (5) Màquina d'impressió DED (3dprintingindustry, no date); (6) Màquina Polyjet d'injecció de material (All3DP, no date).....	22
Fig. 12 - Fabricació Digital Subtractiva (BitFab, no date).	23
Fig. 13 - Esq. Torn CNC (Martínez, 2020) – Dreta Fresadora CNC (Muñoz, 2016).....	23
Fig. 14 - Màquines de Tall CNC – Esquerra, Talladora Làser (Epilog Laser, no date)– Centre, Talladora de Vinil (Roland, no date)– Dreta, Capçal talladora de plasma (Tiffor; no date).....	24
Fig. 15 – Equipament més comú al espais "Makers" dels 28 països de la UE enquestats a l'estudi, (Rosa et al., 2017).....	25
Fig. 16 – Infografia "Els joves prefereixen aprendre fent" (WISE@Madrid Infographics - WISE, 2017).....	28
Fig. 17 – Millores en les competències transversals després de la realització d'activitats "Maker"(Boumadan Hamed, 2017), Font: (García Sáez, 2019).....	31
Fig. 18 - Recurs per a un Espai "Maker" mòbil. ('Resources for starting a mobile makerspace makerspaces', 2015).....	32
Fig. 19 - Passos per crear un espai "Maker" educatiu.(Attewell, 2020).....	33
Fig. 20 - Equipament d'un espai "Maker" (Attewell, 2020).	34
Fig. 21 - Resum dels beneficis dels espais "Maker" derivat de l'estudi de casos (Attewell, 2020)	36
Fig. 22 - Cub Soma (Aula Matematica; no date).....	38

Fig. 23 - Peces que conformen el trencaclosques del Cub Soma (cesire*; no date)	38
Fig. 24 - Altres figures que es poden formar a partir del Cub Soma (cesire*; no date)	39
Fig. 25 - Cub Soma construcció tradicional (recurs propi)	40
Fig. 26 - Contextualització - Activitat 1	40
Fig. 27 – Cub Soma Impressió 3D (recurs propi).....	45
Fig. 28 - Cub Soma fabricació talladora làser (recurs propi).....	51
Fig. 29 - Els tres cubs soma resultants de les 3 activitats (recurs propi)	58
Fig. 30 - Resum dels objectius treballats a les activitats 1, 2 i 3.....	58

Índex de Taules

Taula 1 - Perfils laborals amb més demanda – Font: Future of Jobs Survey (WEF, 2020)	9
Taula 2 - Les habilitats més importants per 2025 - Font Future of Jobs Survey (WEF, 2020) ...	10
Taula 3 - Espais "Maker", referents en l'entorn de Barcelona	27
Taula 4 - Recull d'activitats relacionades amb el currículum (Attewell, 2020)	30
Taula 5 - Competències que es desenvolupen a espais "Maker". Segons "Maker Literacies Task Force"(Wallace et al., 2018)	30
Taula 6 - Requisits i preus orientatius de la maquinària de fabricació digital. Imatges (MiniFablab, 2013).....	35
Taula 7 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 1	41
Taula 8 - Continguts Curriculars, Criteris d'avaluació curricular – Activitat 1.....	42
Taula 9 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 1	42
Taula 10 - Criteris d'avaluació – Activitat 1	43
Taula 11 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 1.....	44
Taula 12 - Contextualització - Activitat 2	45
Taula 13 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 2	47
Taula 14 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 2	47
Taula 15 - Criteris d'avaluació – Activitat 2	48
Taula 16 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 2.....	50
Taula 17 - Contextualització - Activitat 3	51
Taula 18 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 3	53
Taula 19 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 3	54
Taula 20 - Criteris d'avaluació – Activitat 1	54
Taula 21 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 2.....	56
Taula 22 - Resum de les competències transversals de les activitats 1, 2 i 3.....	59

1 Introducció

Justificació

Vivim a una societat en constant transformació i canvi, per tant, preparar als alumnes pel seu futur, sigui com a ciutadà o per accedir al món laboral, és un dels grans reptes que afronten els centres educatius.

La creació i fabricació col·laborativa digital no ha parat de créixer a reu als darrers anys i això ha propiciat l'aparició de noves eines de treball. Els espais "Makers", FabLabs o Ateneus de Fabricació són incubadores pel desenvolupament d'activitats que tenen a veure amb la creativitat, la resolució cooperativa de problemes, les competències digitals i l'esperit d'emprenedoria i empresarial.

Davant les virtuts dels espais "Maker" hi ha centres que han decidit implantar-los per beneficiar-se dels resultats en el context escolar, hi ha iniciatives amb resultats molt positius i motivadors per l'alumnat. Són molts els centres que han apostat per introduir canvis, renovacions i transformacions amb la intenció d'adaptar-se a la realitat i necessitats actuals de la societat. Perquè si no és així, com podem preparar als alumnes pel món del futur?

Objectius

El present TFM, cerca com a objectiu principal, definir els canvis que ha de patir taller de tecnologia d'un institut de secundària, per tal de trobar una transició cap a un espai "Maker", i adaptar-lo a les necessitats formatives del seu alumnat.

Per tal d'assolir la fita principal cal plantejar els següents objectius secundaris:

- Mostrar les necessitats respecte a les habilitats i competències professionals de futur.
- Estudiar les tendències que segueixen els espais "Maker" de referència a l'entorn europeu i concretament en els centres educatius.
- Establir quines són les necessites per a la transformació del taller de tecnologia a un espai "Maker".
- Avaluar les noves possibilitats formatives (curriculars i competencials) que comporta aquesta transformació.
- Identificar els possibles avantatges/inconvenients de la implantació d'un espai "Maker" en un centre escolar.
- Concretar una proposta docent per implantar a un espai "Maker"
- Comparar les competències treballades a partir dels diferents plantejaments (taller tradicional, impressió 3D i talladora làser)

Mètode

Es planteja una proposta docent que consisteix a donar tres visions diferents de la construcció d'un objecte (el trencaclosques Cub Soma). El resultat són tres activitats didàctiques, la primera amb un punt de vista del taller tradicional (construcció amb eines) i les altres dues des d'una visió "Maker" (impressió 3D i talladora làser). Aquests tres plantejaments han de permetre fer una anàlisi qualitativa dels objectius formatius i competències transversals proporcionades per cada activitat.

2 Context del problema.

En els últims anys veiem una clara tendència a l'automatització dels llocs de treball, on les persones són substituïdes per màquines i és que els ordinadors i màquines fan molt bé una sèrie de tasques, com són: el treball especialitzat, el treball repetitiu i la gestió de dades. I són aquesta els llocs de treball que estan desapareixent (García Sáez, 2019). Òbviament, les noves tecnologies són la conseqüència de la reducció o pèrdua de certs llocs de treball, tal com els coneixíem fins avui, però en contraposició es generen noves oportunitats, constantment sentim nous termes que defineixen noves professions.

Segons l'informe "The Future of Jobs" realitzat pel World Economic Forum¹ (WEF) de 2017, els canvis en els models de negoci tindran un impacte profund en el panorama laboral durant els anys vinents. Segons les projeccions d'aquest informe, el 65% dels nens que entren a l'escola primària avui, acabaran exercint professions completament noves i que encara no existeixen. "La major part dels sistemes educatius que existeixen a tots els nivells, ofereixen la mateixa formació que durant el segle XX i impedeixen el progrés del talent d'avui", assegura la institució, que demana una reforma dels sistemes educatius (World Economic Forum, 2017).

Segons l'informe "The Future of Jobs" de 2020 en els darrers anys hi ha una clara acceleració en l'adopció de noves tecnologies per part de les empreses. Aquestes centren el seu interès en la computació en núvol, el BigData i el comerç electrònic que les consideren prioritàries, encara que també hi ha un augment significatiu de l'interès en encriptació, automatització i robots no humanoides i intel·ligència artificial, amb les dues tecnologies lentament convertint-se en un pilar fonamental del treball en totes les indústries (World Economic Forum, 2020).

Segons l'estudi "Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of Automation" Aproximadament el 50% del temps dedicat a les activitats laborals de l'economia mundial, es podria automatitzar amb les tecnologies actuals (Manyika *et al.*, 2017).

La reassignació de les tasques actuals entre persones i màquines ja està succeint. La següent figura representa la quota de tasques actuals realitzades per humans contra màquines el 2020 i previsions per a 2025.

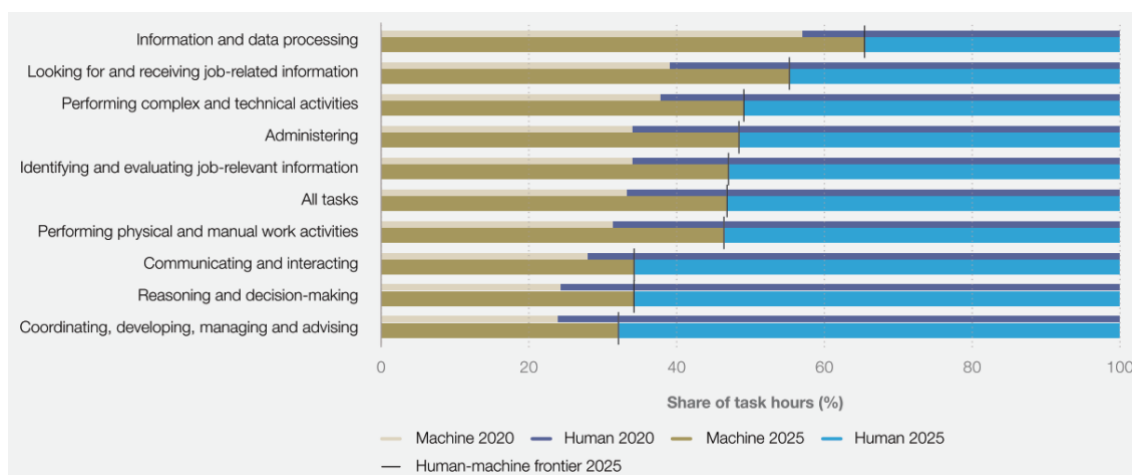


Fig. 1 - Percentatge de tasques dutes a terme per humans contra màquines, 2020 i 2025 (previst), per quota d'empreses enquestades. - Font (World Economic Forum, 2020)

¹ **World Economic Forum**, fundació sense ànim de lucre amb seu a Ginebra. Promou i fomenta una cooperació públic-privada, integrant als principals líders econòmics, polítics i empresarials.

2.1 Les competències i habilitats dels treballadors del futur

De la mateixa manera que les necessites de les empreses i indústria canvien, la demanda de professions i habilitats exigides als treballadors també són noves, és complicat fer previsions de futur, els diferents estudis es basen en les tendències actuals i en enquestes als diferents sectors empresarials i industrials per conèixer els seus plans estratègics a mig i llarg termini.

La programació i l'automatització prenen avantatge sobre les persones principalment en les tasques de processament i recuperació d'informació i dades, tasques administratives i alguns aspectes del treball manual tradicional. Entre les tasques en què s'espera que les persones conservin el seu avantatge s'inclouen: la gestió, l'assessorament, la presa de decisions, el raonament, la comunicació i la interacció (World Economic Forum, 2020).

Les noves tecnologies estan destinades a impulsar el creixement futur de totes les indústries, així com a augmentar la demanda de nous rols laborals i conjunts d'habilitats. Aquests efectes que han de ser positius i generar nous perfils laborals es contraposen amb el traspàs de certs treballs que realitzen les persones i que passaran a ser realitzats per maquinària. La publicació "Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of Automation" preveu que l'automatització comporti un desplaçament laboral del 15% fins a 2030. La problemàtica recau en el fet que els treballadors que no s'adaptin o reconverteixin, corren el risc de quedar fora del món laboral (Manyika *et al.*, 2017).

Inicialment es preveu un augment la demanda de treballadors per desenvolupar i implantar tecnologia, o interpretar i analitzar en funció de les dades obtingudes, tot i que és possible que no hi hagi prou treballadors amb les habilitats necessàries per satisfer aquesta demanda (Manyika *et al.*, 2017).

Segons l'informe "The Future of Jobs"(World Economic Forum, 2020), els vint perfils laborals amb més increment de demanda a la indústria són els recollits a la següent taula.

Els 20 Perfils laborals amb més demanda	
1 Data Analysts and Scientists	11 Gestors de projectes
2 Intel·ligència artificial i Machine Learning Specialists	12 Gerents de serveis i administracions empresarials
3 Especialistes en Big Data	13 Professionals de xarxes i bases de dades
4 Especialistes en estratègia i màrqueting digital	14 Enginyers de robòtica
5 Especialistes en automatització de processos	15 Assessors estratègics
6 Professionals del desenvolupament empresarial	16 Analistes de gestió i organització
7 Especialistes en transformació digital	17 Enginyers de FinTech
8 Analistes de seguretat de la informació	18 Mecànics i reparadors de maquinària
9 Programadors i desenvolupadors d'aplicacions	19 Especialistes en desenvolupament organitzacional
10 Especialistes en internet de les coses	20 Especialistes en gestió de riscos

Taula 1 - Perfils laborals amb més demanda – Font: Future of Jobs Survey (WEF, 2020)

Segons "Fabricación digital, movimiento "Maker" y futuro del Trabajo" (García Sáez, 2019). El desenvolupament de competències de l'àmbit STEAM són considerades pilars clau per al desenvolupament de competències digitals. L'adquisició d'aquestes competències va més enllà del propi marc del mercat laboral. Des de l'Agenda Digital Espanyola, es remarca el caràcter fonamental aquestes competències digitals per la participació activa com a ciutadans dins de la societat.

Les 15 habilitat més importants per 2025	
1 Pensament analític i innovació	9 Resiliència, tolerància a l'estrès i flexibilitat
2 Aprenentatge actiu i estratègies d'aprenentatge	10 Raonament, resolució de problemes i ideació
3 Resolució de problemes complexes	11 Intel·ligència emocional
4 Pensament i anàlisi crític	12 Resolució de problemes i experiència de l'usuari
5 Creativitat, originalitat i iniciativa	13 Orientació al servei
6 Lideratge i influència social	14 Avaluació i anàlisi de sistemes
7 Control i monitoratge	15 Persuasió i negociació.
8 Disseny i programació	

Taula 2 - Les habilitats més importants per 2025 - Font Future of Jobs Survey (WEF, 2020)

2.2 Reptes formatius i educatius de futur

Com hem vist en els apartats anteriors la incursió de la tecnologia a l'empresa i la indústria està propiciant una ràpida transformació de les necessitats laborals, on cada cop més, es demanen nous perfils i habilitats laborals que cal formar.

A la publicació "Pensant el futur de l'educació" (Garcia Quera and Martí Comas, 2014) es planteja la pregunta, Com podem preparar els alumnes per a un món global i en constant canvi? «La societat i l'economia del segle XXI viuen un procés de contínua transformació. El coneixement passa a ser el protagonista i l'educació se situa com un element clau de l'economia d'un país. Per tant, l'adaptació dels sistemes escolars a les noves necessitats de l'economia i el món laboral es converteix en un repte constant».

Segons el cap de l'informe PISA², Andreas Schleicher, «Les escoles han de preparar els estudiants per a feines que encara no s'han creat, tecnologies que encara no s'han inventat i problemes que sorgiran i encara desconexem» (Zhao, 2012).

Constantment a la societat pateix transformacions, però que succeeix amb l'educació? L'educació i les escoles no ho estan fent al mateix ritme. The World Innovation Summit for Education (WISE³)

² PISA: Programme for International Student Assessment o Programa internacional per a l'avaluació d'estudiants. Serveix per avaluar, cada tres anys, el rendiment escolar dels joves de 15 anys de diferents països. Se n'encarrega l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE).

³ WISE, plataforma internacional i multisectorial per al pensament creatiu, el debat i l'acció intencionada, s'ha consolidat com una referència mundial en nous enfocaments educatius.

mostra a la següent infografia que menys del 40% dels mestres dels països membres de l'OCDE utilitza de forma regular eines TIC a la seva pràctica docent.

wise
wise-qatar.org

**Menos del 40%
de los maestros en
países de la OCDE
utiliza regularmente las
TIC como parte de su
práctica docente**

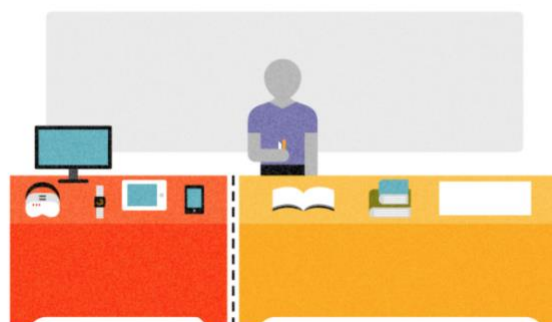


Fig. 2 - Us de les TIC a l'aula per part del professorat (WISE@Madrid Infographics - WISE, 2017)

La Fundació COTEC⁴, ha realitzat una campanya de sensibilització per a provocar la reflexió i el debat sobre la necessitat d'acompanyar amb iniciatives polítiques el que s'anomena com l'arribada de la quarta revolució industrial, en referència a tots els canvis tecnològics que està patint la indústria i com repercuteix a la societat. Entre d'altres exposa la necessitat de reformar el sistema educatiu, per a protegir talent i establir codis ètics per l'ús de les tecnologies.

TRABAJO EN PELIGRO	ORDE — NADORES	SISTEMA EDUCATIVO	CEREBRO HUMANO	HABILIDADES + BUSCADAS
ESPECIALIZADO	TRABAJO ESPECIALIZADO	ESPECIALIZATE EN UNA COSA	SOMOS BUENOS CRUZANDO COSAS	CREAR IDEAS NUEVAS ★
REPETITIVO	TRABAJO REPETITIVO PREDECIBLE	EJERCICIOS REPETITIVOS	SE NOS DA BIEN LO IM-PREDECIBLE	RESOLVER PROBLEMAS NO PREDECIBLES ★
MANEJAR DATOS	DATOS	APRENDER DATOS DE MEMORIA	NECE-SITAMOS EMOCIONES	COM-PRENDER EMOCIONES
	OBEDECE CIEGA-MENTE	CUMPLIR ÓRDENES	PENSA-MIENTO CRÍTICO	PENSA-MIENTO CRÍTICO ★
	NO COBRA NO DESCANSA	COMPE-TIR	SOMOS COMPLE-MEN-TARIOS	COMPLE-MENTARSE CON OTROS
		EMPLEA-BILIDAD		

Fig. 3 - Taula posa de manifest les compatibilitats i incompatibilitats entre les habilitats de les màquines i persones- Fundació COTEC, Programa #MiEmpleoMiFuturo (Cotec, 2019).

A la figura 3, podem veure una columna de color rosa on es mostren els llocs de treball en perill, que coincideix amb la columna carabassa, que són les feines que fan molt bé els ordinadors. En arribar a la columna groga posa de manifest que el sistema educatiu encara prepara en habilitats que entra amb competència directa amb els ordinadors i per tant posa en perill el futur laboral. Per altra banda el cervell humà és molt bo fent altres coses que queden reflectides a la columna

⁴ La Fundació COTEC per a la innovació és una organització privada sense ànim de lucre la missió és promoure la innovació com a motor de desenvolupament econòmic i social.

verda i que casualment coincideix amb les habilitats més buscades per les empreses i finalment marcades amb un asterisc assenyalen les competències o habilitats que determina el World Econòmic Fòrum com a més importants o transcendents.

La societat del coneixement ha de disposar del suport d'una educació transformadora i adaptada als requeriments d'un context en constant canvi. Com ara avanço i veurem en al llarg d'aquest document, els espais "Maker" poden ser de molta ajuda per a la formació del present i per assolir fites més sòlides en el futur.

Els espais de creació proporcionen valors, habilitats i competències, que en la majoria de casos estan estretament lligades a les necessitats laborals que ja reclama avui la indústria i on els diferents estudis indiquen que aquesta demanda incrementarà molt més els propers anys.

Per tant la proposta per a la resta del document consisteix a aprofundir en els espais "Maker" en general i en particular en l'entorn escolar per veure si permet afrontar els reptes formatius del futur.

3 Estat de L'art.

Ja fa uns anys que sentim parlar de la paraula "Maker", que molts autors tradueixen al castellà com "hacedor". El "Cambridge Dictionary" recull el terme amb el següent significat "the people or company that make something" i ofereix com a traducció: Fabricant.

Encara que l'origen del terme emprat és relativament modern, de principis del segle XXI, el concepte es podria equiparar, salvant les distàncies, a l'aficionat al bricolatge o al concepte "DIY - Do It Yourself" (fes-ho tu mateix) o DIWO – "Do It With Others" (fes-ho amb altres). Això sí, amb una gran diferència i és que el "Maker" té clar interès orientat cap a la tecnologia, compartir les seves creacions i coneixements adquirits amb altres persones.

Al llarg d'aquest document es fa servir el nom d'espai "Maker", el nom original és "MakerSpace" i encara que pugui generar confusió, hi ha molts altres termes amb el mateix significat o amb una petita variació com ara: "FabLab", "HackerSpace", "TinkerSpace", "Hackerspace", "TechShop", etc.

3.1 Què és un espai "Maker"?

Com es comenta en el punt anterior, el terme "Maker" equival a fabricant, per tant un espai "Maker" o Makerspace el podríem traduir com a un espai destinat a la fabricació o creació. Tanmateix els MakerSpace queda vinculat a un espai físic que pot tractar-se d'un local, una biblioteca, un garatge, una nau industrial, una habitació ... on podem trobar eines, tan digitals com les clàssiques de qualsevol taller, però hi ha més, segons la definició que fa Lauren Britton, "un espai "Maker" és un punt de trobada social, on la gent es reuneix per crear, per col·laborar, per compartir recursos, coneixement i objectius. [...] S'han format i han evolucionat a partir d'un desig de comprendre, de manipular, de reconstruir i de compartir" (Britton, 2012).

Segons Jay Silver (creador de la Makey Makey) un espai "Maker" és un lloc on es fabriquen coses, però moltes vegades és més important el significat del procés, que les coses que es fan (Vegeu Jay Silver, Maker Movement is About Making Meaning). Qualsevol persona seguint instruccions o indicacions pot construir alguna cosa, però és el fet de fer-les el que és important perquè és aquí on es produeix l'aprenentatge. Per tant més enllà del mateix espai i les eines, ja siguin o no digitals, un espai "Maker" ha de reunir la majoria de les característiques que es descriuen a continuació:

- Una comunitat on aprendre i créixer junts on trobar persones amb els mateixos interessos amb qui compartir idees i inspirar-se dels altres.
- Un lloc on es pot imaginar i prototipar gairebé qualsevol cosa.
- Un espai ple de recursos que inspiren, fins i tot si aquests recursos són només cartó i cinta adhesiva.
- Un lloc on trobar un facilitador que ha de saber com funcionen els recursos de l'espai "Maker" i que proporcionarà a l'usuari l'ajuda necessària.
- Un lloc on es programaran activitats relacionades amb l'entorn de l'espai "Maker" per formar els usuaris.
- Un lloc on la gent passa de consumidor a productor.
- Un espai on aprendre i comprendre el funcionament de la tecnologia.

3.2 Diferents terminologies per un mateix concepte

Hi ha diferents terminologies per parlar d'un mateix concepte, encara que sempre hi ha una subtil diferència que justifica els diferents noms per parlar dels espais de creació. Els espais "Maker" o Makerspaces, com a terme més genèric i inclusiu, ha arribat cada vegada a representar més varietat d'espais creatius, encara que hi hagi diferències entre les eines amb què treballen o els llocs o espai que ocupin. Al següent llistat poden veure una representació dels noms per a espais de creació.

Active-Play	After-School Program	Arts Camp
Art Center	Audio Studio	Children's Creativity Museum
Club Home	Community Space	Creativity Lab
Design-Lab	DJ Studio	Drop-in Space
FabLab	Gallery Space	Hakerspace
Hands-on Learning Space	Idea Lab	Informal Learning Environment
Innovation Lab	Lab	Learning Lab
Make Space	Maker Art	Maker Lab
Makery	Media Lab	Museum as Play
Place for Collaboration & Creation	Production Studio	Robotics Learning Lab
Sandbox	Science Lab	Studio
Tech Center	Teen/Youth Center	Teen Media Lab
Teen Tech Studio	Tinkering Space	Workshop

Fig. 4 - Espais Maker i altres termes de significat similar – Font: (Davee, Regalla and Chang, 2015)

Les similituds i diferències entre aquests tipus d'espais estan relacionades amb:

- La seva localització o ubicació
- Qui és l'usuari final
- L'equipament de què disposen
- Les activitats que hi tenen lloc
- El seu propòsit i enfocament principals

Independentment del nom que tinguin, són fonamentalment llocs per dissenyar, explorar i crear. Malgrat que el terme "Makerspace" encara no té definició oficial al diccionari, s'ha convertit en un terme àmpliament reconegut i està ben representada per la gran varietat d'espais (Chang *et al.*, 2015). I de vegades es fa servir indistintament amb el terme FabLab.

Els espais "Makers" poden tenir diferents formes i mides, però tenen un mateix punt en comú, són punt de trobada d'eines, projectes, mentors i experiència. Una col·lecció d'eines no defineix un espai "Maker". Més aviat, es defineix pel que si pot fer! (Davee, Regalla and Chang, 2015)

Segon la publicació Make Magazine fa la següent distinció entre els principals termes (Cavalcanti, 2013).

FabLab (Laboratori de Fabricació o Laboratori Fabulós): El primer d'aquests espais es va crear l'Institut Tecnològic de Massachusetts (MIT). Són llocs oberts a l'experimentació, que

comparteixen una sèrie d'equipaments o capacitats i un codi de funcionament comú denominat Fab Charter. Es pot accedir per un preu relativament baix.

Makerspaces: són espais independents que ofereixen accés a eines de fabricació digital i un altre tipus de màquines tradicionals. Els seus usuaris estan orientats a fabricar coses, mitjançant moltes tècniques diferents amb la finalitat d'aprendre el funcionament profundament.

Hackerspaces: en els seus orígens es tractava d'un espai on els seus usuaris estan més orientats a la programació i més tard van afegir el disseny i fabricació de circuits electrònics.

TechShop: és una cadena d'establiments sense ànim de lucre que funcionava com un Workshop, abans que s'instaurés la idea d'Hackerspace o Makerspace, ja oferien la possibilitat als seus usuaris de disposar d'una infraestructura de màquines d'alta tecnologia.

Com a conclusió podríem dir que hi ha dues classes, el Hackerspace i el Makerspace. TechShop i FabLab són tipologies tipus de Makerspace, encara que són anteriors a l'aparició del terme.

3.3 Antecedents, orígens del moviment "Maker"

El moviment "Maker" sorgeix als Estats Units a principis de segle XXI, com a continuació de la corrent cultural americana dels anys 50 "fes-ho tu mateix" (Do It Yourself) promoguda per la publicació Popular Mechanics, amb més de cent anys d'antiguitat, ha ofert multitud de projectes pràctics, instruccions per reparar coses i consells per a ser autosuficient.

El terme "Maker" va ser utilitzat per primera vegada per Dale Dougherty, editor del portal de mitjans O'Reilly Media, qui va dirigir el llançament de la revista Make l'any 2005 i va presidir l'organització de la "Maker Faires" al 2006 a Estats Units, que va servir per fer difusió a altres continents i atreia milers d'assistents.

Anteriorment, als voltants del 2003, el professor Neil Gershenfeld del MIT's Center for Bits and Atoms (CBA) amb el suport de la National Science Foundation (NSF) van muntar el primer laboratori amb d'equipament per a prototipatge. El laboratori disposava de: làser, impressora 3D i fresadora tots controlats per computadores i amb programari propi. El resultat va ser el primer FabLab ("Laboratori de Fabricació" o "Laboratori Fabulós"). Poc després s'obre el primer FabLab Associatiu d'accés lliure, al South End Technology Center de Boston, amb la finalitat d'apropar els joves a la tecnologia. El FabLab del MIT i la seva equitació original es va replicar a reu, formant una xarxa a escala mundial.

Però és el període de 2005 a 2006, que es generen una sèrie de successos que farà agafar impuls al moviment "Maker" (García Sáez, 2019), que són:

- **Projecte RepRap**, es genera el blog on es documenta amb llicència en obert la cerca per a generar impressores 3D auto-replicables, és a dir, impressores 3D que construeixen altres impressores 3D. La primera impressora del projecte RepRap va ser anomenada Darwin (All3DP., 2016)
- S'alliberen els dissenys de la **primera placa Arduino** que es va arribar a fabricar, el model amb la interfície sèrie. Es tracta d'una de les primeres plaques de prototipatge reprogramables amb **llicències obertes** (Arduino Team, 2005)
- **La primera Maker Faire a 2006**. Es tracta d'una fira en la qual entusiastes de la tecnologia i l'artesanía comparteixen els seus dissenys amb qualsevol persona interessada. En l'actualitat se celebren anualment més de 220 fires distribuïdes per tot el món. (Maker media, 2018)
- Es publica el llibre "**Fab: The coming revolution on your desktop - From personal computer to personal fabrication**", que descriu el potencial de les màquines de

fabricació digital de format escriptori, per transformar la forma de produir les coses. (Gershenfeld, 2005)

- **Primeres conferències pels usuaris dels espais FabLab.** El 2005 se celebra la primera trobada d'usuaris en el MIT i la primera conferència internacional a Noruega. El 2006 se celebrà la segona conferència internacional a Pretòria, Sud-àfrica. (FabLab Foundation, 2019)

Aquests esdeveniments van ser els desencadenants del moviment "Maker" que vindria la següent dècada.

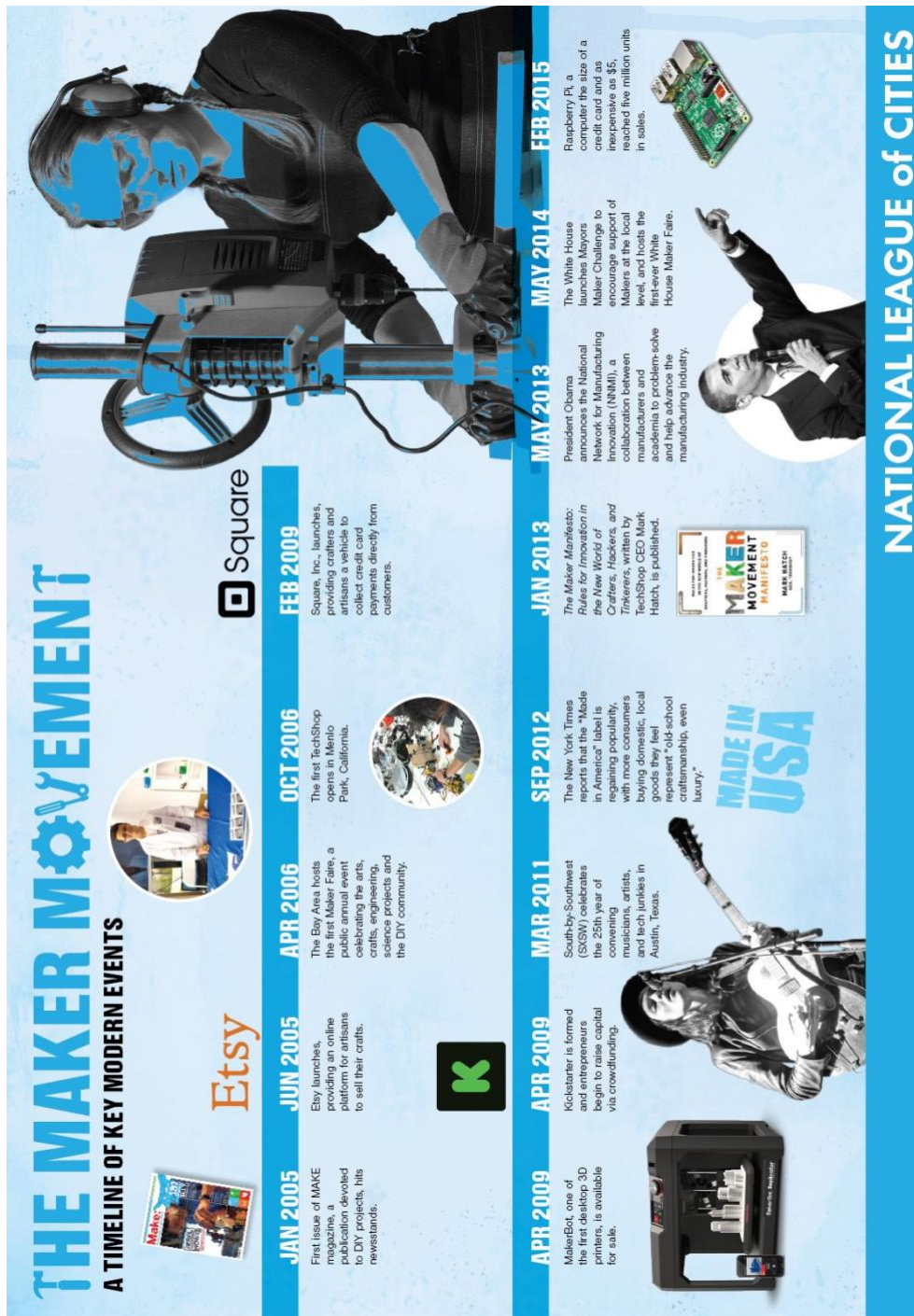


Fig. 5 - Timeline Infographic The History of the Maker movimen. Font: Soren Messner-Zidell (Pinterest)

3.4 El moviment "Maker" i les seves claus

El moviment "Maker" és un moviment social/cultural que es basa en els principis del constructivisme, l'aprenentatge a través de fer, amb els seus orígens el Do It Yourself (fes-ho tu mateix). S'emfatitza l'aprenentatge actiu en un entorn social imprescindible per a compartir entre iguals, sigui presencialment o a través de les xarxes, les fites aconseguides i els processos treballats.

Per a Sussana Tesconi (Tesconi, 2018), el moviment "Maker" se sustenta mitjançant la interacció de tres elements fonamentals:

1. **Mindset.** Una filosofia o mentalitat compartida per tota una comunitat, amb un conjunt de valors, unes creences i unes disposicions que caracteritzen el sentiment de pertànyer a una comunitat.
2. **Infraestructura.** Una infraestructura comunitària amb espais de treball (FabLabs, Makerspaces, Hackspaces), recursos en línia que afavoreixen les relacions personals, la creació col·lectiva i l'organització d'esdeveniments.
3. **Eines i Tècniques de fabricació.** Un conjunt d'eines, digitals i analògiques, que inclouen les màquines de fabricació digital, prototipat ràpid, microprocessadors de baix cost i eines tradicional, al voltant de la qual també es genera un entorn social i de traspàs de coneixement.



Fig. 6 - Els elements que formen el moviment "Maker". Font: (Tesconi, 2018)

Mentalitat "Maker"

Gràcies a aquesta mentalitat de comunitat oberta que comparteix els coneixements s'han assolit moltes fites considerades com a èxit col·lectiu. Projectes com la impressora 3D RepRap, es basen en la col·laboració de milers de persones que fan la seva contribució a través de la xarxa. La curiositat porta a aquestes persones a explorar tècniques diferents, barrejant disciplines i creant grups d'interès esporàdic al voltant d'un projecte comú.

Al llarg d'aquest document es deixa entreveure la filosofia o "mindset" del moviment "Maker", segons "The Maker Movement Manifesto. Rules for innovation in the new world of Crafters, Hackers, and Tinkerers"(Hatch, 2013), el seu manifest tan sols és un punt de partida. Escriu: "En

l'esperit de "Maker", us suggereixo fermament que agafeu aquest manifest, feu-hi canvis i feu-lo vostre".



Fig. 7 – Esquerra: Portada "The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers"; Dreta: Bases del manifest "Maker" - - Font: (García Sáez, 2019).

Mark Hatch, identifica els nou principis següents per a base del moviment "Maker":

FES - Fer és fonamental per al que significa ser humà. Hem de fer, crear i expressar-nos sentir-se realitzats. [...]

COMPARTEIX: compartir el que heu creat i el que sabeu el fet de fer amb altres és el mètode amb què es crea un "Maker" s'aconsegueix la sensació de totalitat. [...]

DONA: hi ha algunes coses més desinteressades i satisfactòries que regalar alguna cosa que hagi creat. [...]

APRÈN: heu d'aprendre a fer. Sempre s'ha de buscar aprendre sobre com es fan les coses [...]

EINES AMUNT: heu de tenir accés a les eines adequades per a cada projecte. Invertiu i desenvolueu l'accés local a les eines que necessiteu per fer el que vulgueu necessiteu. [...]

JUGA: sigues lúdic amb el que estàs fent, i et sorprendrà, emocionaràs i et sentiràs orgullós dels teus descobriments.

PARTICIPA: uneix-te al moviment "Maker" i relacionat amb el teu entorn i descobreixen l'alegria de fer amb els altres.[...]

DONA SUPORT: es tracta d'un moviment que requereix suport emocional, intel·lectual, financer, polític i institucional. La millor esperança per millorar el món som nosaltres i som responsable de fer un futur millor.

CANVI: abraça el canvi que naturalment es produirà al llarg del viatge cap a ser un "Maker". [...]" (Hatch, 2013).

Infraestructures i entorn "Maker".

No cal dir que l'entorn dels espais "Maker" són clau per a generar l'ambient social que permet potenciar i acompanyar en els processos de creació i invenció. Els principals entorns que serveixen per a la interacció i comunicació social entre els usuaris són tres: Internet i xarxes socials, els espais físics com ara locals, naus industrials, biblioteques, garatges... i finalment les fires i convencions.

De tots tres el més rellevant, és sens dubte, és l'espai físic perquè permet interaccionar a tot els nivells entre els usuaris. Aquests espais, normalment estan vinculats a un entorn local, de ciutat o de barri, que li permet nodrir-se socialment. I generar les condicions i motivacions per desenvolupar la seva cultura.

De la mateixa manera que hi ha diferents definicions dels espais "Maker", també hi ha variacions en la composició d'aquests espais.

Segons la classificació dels espais "Maker" per la forma en què usuaris els fan servir, definida pels següents autors (Chu *et al.*, 2017; Harron and Hughes, 2018):

1. Accés obert, on els usuaris disposen de la instal·lació a lliure disposició per fer el que vulguin amb les eines i materials disponibles.
2. Basat en un pla d'estudis, on els usuaris participen en activitats predefinides per un itinerari formatiu o pla d'estudis.
3. Activitat o píndoles formatives aïllades, on els usuaris participen en activitats dissenyades per un director del programa o un membre de l'espai "Maker", però no necessàriament lligades a un pla d'estudis.
4. Finalment qualsevol de les combinacions que poden sorgir de les combinacions anteriors.

Una altra manera de classificar els espais "Maker" es basa en la ubicació física (Blackley *et al.*, 2017):

1. Estacionària, on les eines i els materials sempre estan disponibles per als participants en el mateix espai
2. Mòbils perquè es puguin traslladar a diferents espais
3. Centres temporals, on les eines i els materials poden canviar de manera rotativa



Fig. 8 -Esquerra: Beach Lab (LaHoraMaker, 2018) – FabLab mòbil Veritas (Fab Lab Veritas, 2017).

La ubicació física condicionarà el tipus d'espai "Maker" i la finalitat a què ha d'estar destinat, avui en dia és usual trobar-los a l'interior de les empreses per fer desenvolupament i prototipatge de producte, moltes escoles instal·len tallers o els transformen per donar suport a l'educació dels seus alumnes, biblioteques, museus, centres culturals, locals, naus industrials, centres municipals... i n'hi ha de caràcter públic i privat. A les següents imatges podem veure dos FabLabs

mòbils, a l'esquerra Francisco Sánchez (Barcelona) FabLab muntat a sobre d'un vehicle tot terreny i a la dreta un camió per tal de donar una resposta més educativa a centres escolars.

Tècniques de fabricació i eines.

Les tècniques de fabricació queden definides principalment per les eines disponibles a l'espai "Maker" i per tant condicionen el desenvolupament dels projectes que s'hi puguin realitzar. Les eines poden ser eines manuals o elèctriques, materials de treballar, models mentals disponibles o coneixements previs dels participants. Les eines disponibles tenen un efecte directe sobre els projectes treballats, les disciplines explorades i els resultats a la participació. Al mateix temps, és important fer coincidir les eines amb la finalitat i les característiques dels participants de l'espai (Mersand, 2020).

Per altra banda s'ha identificat la importància de fer coincidir els objectius d'aprenentatge, els interessos, l'edat, les activitats i la rellevància amb les eines proporcionades als participants, desenvolupant un marc d'aprenentatge basat en el disseny reflexiu per ensenyar habilitats de pensament del disseny amb jocs d'eines digitals (Bekker *et al.*, 2015).

Pel que fa a les tècniques de treball als espais "Maker" les més usuals són el **Tinkering**, el **Prototipat Ràpid** i la **Fabricació Digital**.

El Tinkering, aprendre fent, es basa en la manipulació, experimentació, crear i equivocar-se i de forma cíclica i tornar a començar jugant. Tot això en un ambient lúdic i col·laboratiu. Té el seu origen a Califòrnia i l'Exploratorium de San Francisco és l'espai de referència. El Tinkering cada vegada s'aplica més en l'àmbit educatiu. Una metodologia que permet interaccionar en l'espai que els envolta i treballar amb propostes obertes i interdisciplinàries de l'Àmbit STEAM.

Prototipat Ràpid, és un procés que comporta la realització de la construcció de l'objecte d'interès amb materials bàsics de baix cost, amb la finalitat d'avaluar i detectar errors de disseny abans de fer una producció definitiva. Aquest procés està estretament lligat a la tecnologia additiva, i en alguns casos apassat a ser una tècnica de fabricació definitiva quan es tracta de fabricar un nombre relativament petit de peces, en aquest cas rep el nom de "Fabricació Digital".

La Fabricació Digital, la fabricació digital consisteix en l'ús d'un sistema integrat i assistit per ordinador al llarg de tot el procés de definició i fabricació del producte. Aquests són el disseny, la visualització, la simulació, l'anàlisi i la fabricació del producte. A causa del pes de la fabricació digital en els espais "Maker" es tracta amb més profunditat en el següent apartat.

3.5 Fabricació digital

La Fabricació Digital, les eines de fabricació digital han estat clau en el desenvolupament del moviment "Maker", en concret l'arribada d'eines CNC (control numèric per computadora) i les impressores 3D han potenciat l'interès d'una part de la societat, que hi ha vist la possibilitat de crear una idea, dissenyar-la digitalment i desenvolupar un prototip mitjançant una sèrie de màquines controlades per ordinador, per a convertir aquest disseny en una peça tangible.

El realment sorprenent és que tot el procés es realitza en un espai de temps molt reduït, pràcticament de forma immediata es pot obtenir el producte final o un prototip amb característiques similars a l'objecte a fabricar que permet veure, analitzar, avaluar, modificar i millorar el disseny o procés de fabricació abans de la seva producció en sèrie.

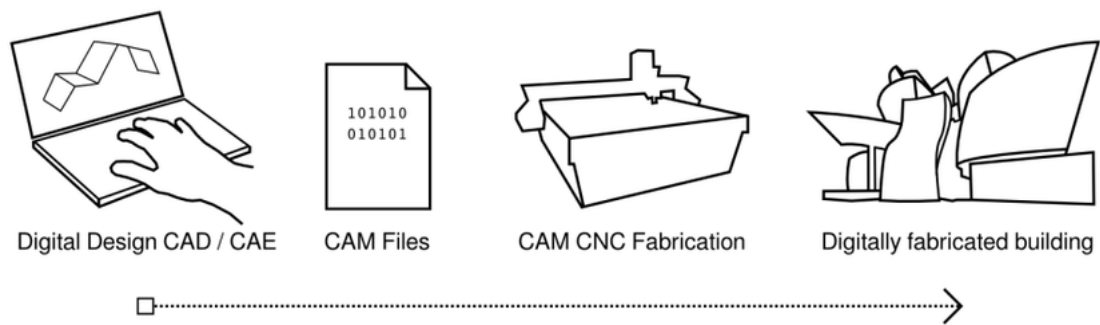


Fig. 9 – Procés de la fabricació digital. Font: (Pérez de Lama, 2012).

Els orígens de la Fabricació digital els trobem al MIT (Massachusetts Institute of Technology) on els investigadors quan l'any 1952 van connectar una màquina de fresar a un ordinador que controlava els seus desplaçaments amb gran precisió, sense la intervenció humana. Això va permetre la fabricació de productes més complexos i precisos dels que es podien fer a mà. Aquesta tècnica de fabricació rep el nom de Control Numèric per Computadora (CNC) i es pot combinar amb diferents eines, com pot ser una fresadora, un torn, una talladora de plasma, una talladora làser, una impressora 3D, una màquina de soldar...

Totes aquestes eines estan molt orientades a la producció industrial. A principis del segle XXI es produeixen una sèrie de fets, com l'alliberament de certes patents, com les relacionades amb la impressió 3D i la formació de comunitats que investiguen i comparteixen coneixements de forma oberta, que provoca l'abaratiment d'aquest tipus de maquinària.

Segons els processos de fabricació es poden agrupar en tres categories **additiva**, **subtractiva** i de **tall de precisió** (García Sáez, 2019).

La Fabricació Digital Additiva

La fabricació additiva consisteix en el procés en què el material es va agregant gradualment per conformar la forma final de l'objecte o peça. La impressió 3D permet l'ús de multitud de materials diferents (polímers, resines, ceràmics, metalls, formigó, menjar, teixits orgànics, etc.) i això ha propiciat que estigui molt estès i a sectors molt heterogenis (enginyeria, arquitectura, moda, medicina, art, gastronomia...). La impressió 3D permet un estalvi molt important de material, ja que permet produir estructures interiors buides o amb el reblert estructural relativament baix, per altra banda el material de rebuig és pràcticament nul, per tant permet optimitzar l'ús de materials. En contrapartida, normalment no disposa de la mateixa resistència estructural comparada amb altres processos industrials (García Alvarado, 2011).

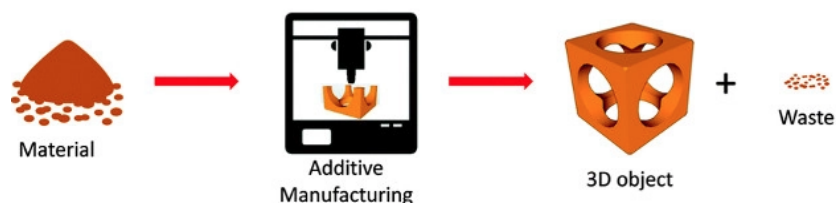


Fig. 10 - Fabricació Digital Additiva. (BitFab, no date)

En el cas de la fabricació additiva hi ha diversos sistemes, l'any 2010, l'American Society for Testing and Materials (ASTM) va proposar agrupar les tècniques existents en fabricació additiva en set grups:

- **Powder bed fusión.** La fusió selectiva per làser, també coneguda com a fusió directa per làser metàl·lic o fusió de llit en pols de làser, és una tècnica impressió 3D dissenyada per utilitzar un

làser d'alta densitat de potència que fusiona o fondre de forma selectiva les partícules de pols metàl·lica.

- **Vat photopolymerization.** Sistema d'impressió 3D que utilitza polímers o resines en estat líquid que en ser exposats a la llum UV es produeix el curat i per tant pas a sòlid. La curiositat és que amb aquest sistema la peça s'imprimeix invertida.
- **Binder jetting.** També coneguda com a injecció Aglutinant, pot treballar amb pols de materials ceràmics, metalls i polímers plàstics. El funcionament consisteix en la col·locació de successives capes de pols i per a cada capa s'injecta una petita quantitat de material aglutinant en les zones d'interès.
- **Material extrusion.** El material és extrudit a través d'un capçal que el diposita capa a capa. A causa del seu baix cost és el sistema majorment utilitzat a escoles i oficines. Permet la impressió amb termoplàstics, els més amprats: ABS, PLA (biodegradable), ASA, PET, etc. Els sistemes més amprats són La Fabricació per Filament Fos (FFF) i el Modelat per Deposició fosa (FDM)
- **Directed Energy Deposition (DED).** Similar a algunes tecnologies de llit de pols, la deposició d'energia directa utilitza una font d'energia enfocada, com un làser o un feix d'electrons per fondre el material. La diferència resideix en què el material es diposita al mateix temps que es fon.
- **Material jetting.** Consisteix en un injector que diposita gotes de material, capa per capa fins a fabricar la peça. En alguns casos l'injector també aplica resina fotocurable i curat amb raigs UV, així com dolls de materials fosos que després se solidifiquen a temperatura ambient. Permet la impressió de peces a tot color i permet la incorporació de diversos materials en una mateixa peça, però, els materials es veuen limitats a polímers, fotopolímers i ceres.
- **Sheet lamination.** Consisteix en la col·locació de làmines de material que són apilades on les uneix a la següent mitjançant un procés adhesiu o químic, soldadura ultrasònica o soldadura de bronze segons els materials utilitzats. Un cop col·locades totes les capes es talla el material sobrant les zones que no és necessari.

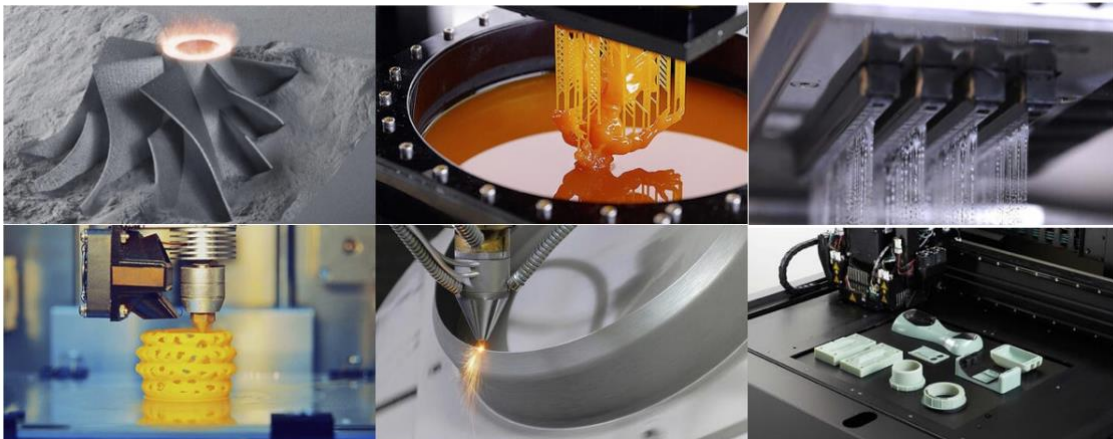


Fig. 11 - Diferents sistemes d'impressió 3D, d'esquerra a dreta i de dalt a baix. (1) Sinterització Selectiva per Làser (Antonio Regidor, 2017); (2) Fotopolimerització (Fathom Precision LTD, no date); (3) Injectors d'aglutinant (ExOne, no date); (4) Impressió 3D por FDM (Fathom Precision LTD, no date); (5) Màquina d'impressió DED (3dprintingindustry, no date); (6) Màquina Polyjet d'injecció de material (All3DP, no date).

La majoria de les tecnologies comentades estan disponibles únicament pel sector industrial i encara que fins ara la impressió 3D ha estat majoritàriament l'extrusió de plàstics, això pot canviar en un futur pròxim. Segons el MIT Technology Review, la impressió de metalls 3D ha estat una de les tecnologies emergents a 2018 (Winick, 2020). Winick es basa en els avenços d'algunes de les tecnologies dels fabricants de referència com General Electric (GE), Desktop Metall o MarkForged. La impressió 3D en metall obre la porta a la producció de peces finals amb condicions mecàniques similars a les de les peces realitzades per mitjans tradicionals. Això podria consolidar la fabricació additiva en sectors on el seu ús és reduït com ara l'automoció, el sector aeroespacial o la salut.

La Fabricació Digital Subtractiva

La Fabricació Digital Subtractiva és un procés de fabricació que comprèn un conjunt d'operacions de conformació de peces mitjançant remoció de material, sigui per arrencada o per abrasió. El material de partida és un producte semielaborat en forma de blocs lingots o panells. La peça se sotmet a un procés de mecanització per control numèric per computadora (CNC), amb l'objectiu de treure el material sobrant. Aquest sistema parteix d'un material molt més resistent, que permet la fabricació de peces més duradores i que són producte final. En contrapartida hi ha una part molt important del material que es malbarata i acaba com a rebuig. Els materials més utilitzats en aquest tipus de fabricació són metalls i fusta, encara que admet qualsevol mena de material que sigui susceptible de ser mecanitzat. En funció dels eixos de moviments de la maquinària, aquesta permetrà treballar en 2 o 3 dimensions o inclús més si els capçals són orientables (García Alvarado, 2011).

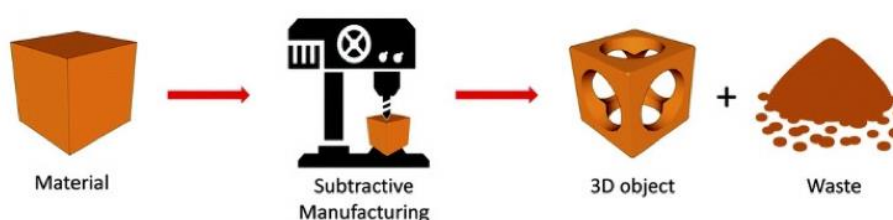


Fig. 12 - Fabricació Digital Subtractiva (BitFab, no date).

Les principals maquinària subtractiva utilitzades a la indústria són el torn i les màquines fresadores.

Torn CNC

Anomenem torn CNC o torn de control numèric a una màquina-eina dissenyada per fabricació de peces per un mecanitzar per revolució de per forma totalment automàtica. El material a treballar és fixat entre el caragol de moviment i el caragol de contra punt amb la finalitat que quedi fixat i no es mogui quan el torn comenci a girar. Un cop el material de base està girant, el capçal de tall o formó lamina el material sobrant fins a aconseguir la forma desitjada.

Fresadora o Router CNC

Les fresadores disposen d'un capçal que gira a altes revolucions que és l'encarregat de sostreure el material per fricció. Les fresadores són equips subtractius de major varietat de moviment, en tots els eixos i sentits possibles. Les fresadores actuals que disposen d'una gran versatilitat d'eines, de diferent precisió i direcció, són denominats centres de mecanitzat. Hi ha equips que tan sols es desplacen en el pla aconsegueixen major rendiment de treball, però són menys versàtils. Els materials habituals amb què es treballa són la fusta, plàstics i els blocs de metalls (habitualment ferro i alumini).

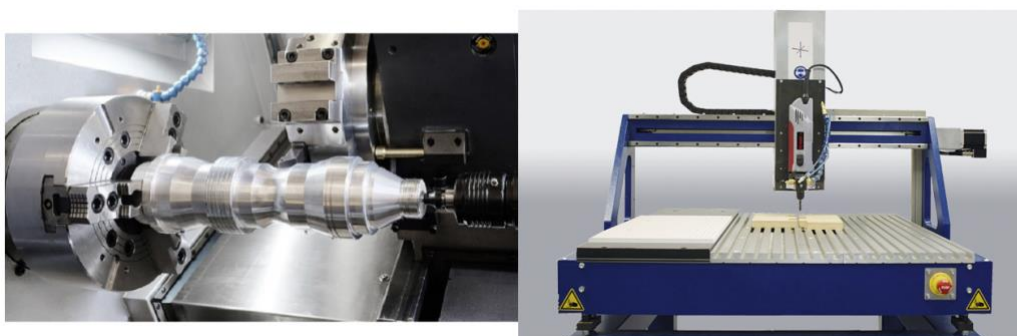


Fig. 13 - Esq. Torn CNC (Martínez, 2020) – Dreta Fresadora CNC (Muñoz, 2016)

La Fabricació Digital Tall de precisió

El sistema consisteix a desplaçar sobre el material a tallar un element que produeixi el tall, la major part de les màquines de tall treballen sobre un pla, per tant queden limitades a treballar sobre làmines o plafons de material d'interès. La màquina CNC, permet realitzar el tall del material de forma controlada per generar la peça. Hi ha autors que les màquines de tall CNC les engloben com a màquines de subtractives, ja que consideren que d'una forma o altra hi ha una pèrdua de material. Hi ha una gran varietat i maquinària de tall de precisió en funció de les necessitats del material a tallar (García Alvarado, 2011).

Talladora de ganivet o plòters de tall.

Treballen en dues dimensions, funciona exactament igual que una impressora d'injecció, un corró controla el desplaçament del material longitudinalment, i una esmolada fulla metàl·lica es desplaça horitzontalment fent el tall on és necessari. Permet tallar material relativament tou i de gruixos reduïts (inferior a 1 mm.) Com papers, cartons o vinils. Amb aquests equips es poden realitzar siluetes o models tridimensionals constituïts de perfils primers simples (maquetes de paper o cartó).

Les talladores làser

El sistema desplaça un feix de llum d'alta intensitat sobre la superfície de treball, pot treballar sobre els dos eixos simultàniament, el feix de llum crema el material generant un petit tall o gravat en funció de la potència de treball del làser, es pot treballar sobre diferents materials com ara fusta, plàstic, cartó o cuirs, amb una alta precisió i ràpid. Aquest sistema requereix certes precaucions, ja que el làser està cremant el material i produeixen gasos extreure i filtrar o pot generar flama en el material a tallar. En funció de la potència permetrà un major o menor secció de tall.

Talladora de plasma

El sistema és similar al de la talladora làser amb la diferència que se substitueix el capçal del làser, per un capçal de plasma. El plasma consisteix a projectar un gas ionitzat a pressió a molt alta temperatura, que és conductor de l'electricitat i genera un arc elèctric que arrabassa el metall deixant un tall.

Talladora aigua a alta pressió

És basat en el mateix sistema de la talladora làser i en aquesta ocasió el capçal làser és substituït per aigua d'alta pressió que permet el tall de material.



Fig. 14 - Màquines de Tall CNC – Esquerra, Talladora Làser (Epilog Laser, no date)– Centre, Talladora de Vinil (Roland, no date)– Dreta, Capçal talladora de plasma (Tiffor; no date)

Les eines més utilitzades als espais "Maker" en l'entorn Europeu.

Segons la publicació "Overview of the Maker Movement in the European Union" del JRC⁵ Technical Reports de la Comissió Europea, el llistat d'equips disponibles als espais "Makers" reflecteix l'interès dels diferents espais, amb les eines de fabricació digital (és a dir, impressores 3D, talladores làser i fresadores CNC) que tenen un paper dominant. La següent figura mostra les dades de 618 espais "Maker" on: 558 espais disposen de com a mínim una impressora 3D, 389 de talladora làser i 373 de fresadora CNC. A la segona posició, entre el conjunt d'eines de fabricació digital també s'observa un alt interès per la producció de circuits electrònics (Rosa *et al.*, 2017).

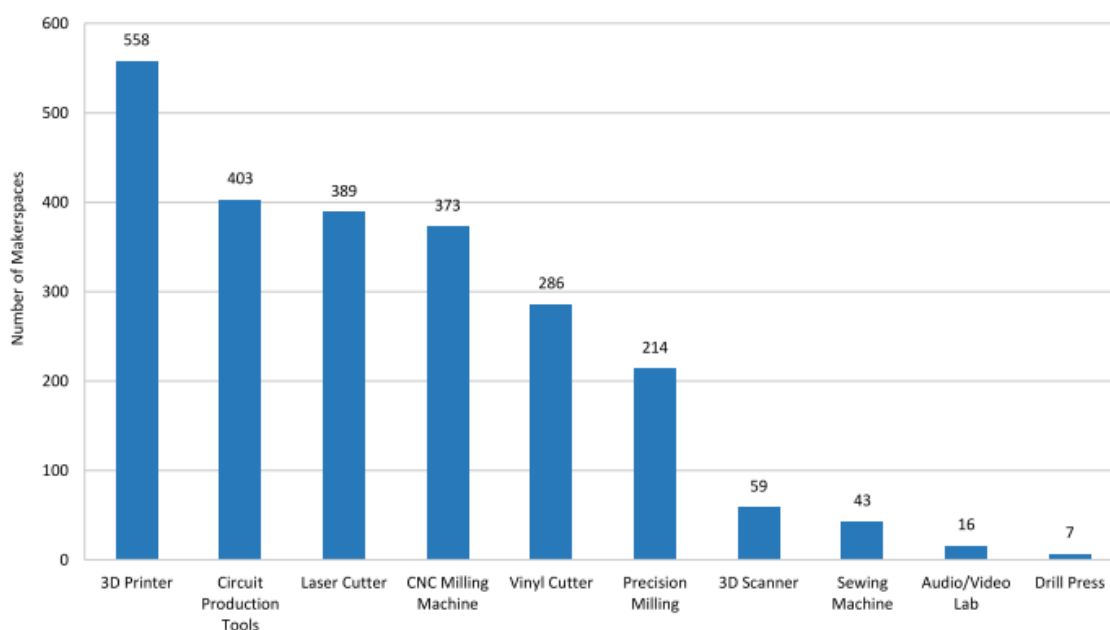






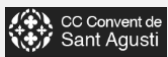



Fig. 15 – Equipament més comú al espais "Makers" dels 28 països de la UE enquestats a l'estudi, (Rosa *et al.*, 2017)

⁵ **Joint Research Center (JRC)**, centre al servei de ciència i coneixement de la Comissió Europea on es dur a terme recerca i investigació científica amb l'objectiu de proporcionar assessorament i suport a la política de la UE.

3.6 Referents Locals

Aquest apartat pretén recollir els diferents espais de creació que hi ha en el nostre entorn i que poden servir per a introduir-se i o acostar-se al moviment "Maker".

Cal recordar que els espais "Maker" reben diferents noms per qüestions de marca o per tal de diferenciar-se de la resta i encara que hi pot haver petites diferències, el concepte general és el mateix. Aquestes són les instal·lacions que podem trobar a Catalunya:

	<p>FabLab Barcelona Vinculat a l'Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya (IAAC) Carrer Pujades 102 baixos, 08005, Barcelona. https://fablabbcn.org/</p> <p>FabLab Sant Cugat Avinguda Torre Blanca, 57, 08172, Sant Cugat del Vallès. https://www.fablabsantcugat.com/</p> <p>FabLab Terrassa Vinculat a l'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT) Carrer Colom 1, 08222, Terrassa. http://fablabterrassa.org/</p> <p>FabLab Tinkerers Carrer d'Esteve Terradas, 1, 08860, Castelldefels. https://tinkerersfablab.tech/</p> <p>The Beach Lab Passeig de la Ribera 46, 08870 Sitges. https://beachlab.org/</p> <p>Soko Tech Carrer de Vallès i Ribot, 36, 08027 Barcelona. 3.5.2 Ateneus de Fabricació https://soko.tech/</p>
	<p>Ateneu de Fabricació Digital de Les Corts C/ Evarist Arnús 59 i C/ Comtes de Bell-Lloc, 192 08014 Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/ateneusdefabricacio/ca/</p> <p>Ateneu de Fabricació La Fàbrica del Sol Passeig de Salvat Papasseit, 1 08003 Barcelona https://ajuntament.barcelona.cat/ateneusdefabricacio/ca/</p> <p>Ateneu de Fabricació Ciutat Meridiana Av. de Rasos de Peguera, 232 08033 Barcelona https://ajuntament.barcelona.cat/ateneusdefabricacio/ca/</p> <p>Ateneu de Fabricació del Parc Tecnològic C/Marie Curie, 8-14 08042 Barcelona. https://ajuntament.barcelona.cat/ateneusdefabricacio/ca/</p> <p>Ateneu de Fabricació de Gràcia Perill 8 08012 Barcelona. afabgracia@bcn.cat</p>
	<p>BDN Lab Carrer del General Weyler, 128, 08912 Badalona, Barcelona. https://bdnlab.org/</p>
	<p>Fab Casa del Mig-Punt Multimèdia Carrer Muntadas 1-5, Parc de l'Espanya Industrial, 08014, Barcelona. https://www.puntmultimedia.org/</p>
	<p>Maker Convent-Centre CiVIC Convent Sant Agustí Carrer del Comerç, 36, 08003, Barcelona. - Citilab Cornellà Pl. Can Suris s/n, 08940 Cornellà de Llobregat. https://conventagusti.com/</p>
	<p>MADE Makerspace Barcelona Carrer de la Noguera Pallaresa 59, 08014, Barcelona. - FabCafe Barcelona Carrer de Bailén 11, 08010, Barcelona. http://made-bcn.org/</p>
	<p>BITS&BOOKS Gran Via de les Corts Catalanes, 594, 08007 Barcelona.</p>
	<p>Citilab de Cornellà Pl. Can Suris s/n 08940 Cornellà de Llobregat https://www.citilab.eu/</p>



WILAB

W! Lab Viladecans

Parque de Can Xic, 108840 Viladecans - canxic@viladecans.cat



Cat Labs

Carrer Gran Capità, 2-4, Edifici Nexus I, 2ª planta 08034 Barcelona.

www.catlabs.cat



UAB Open Labs

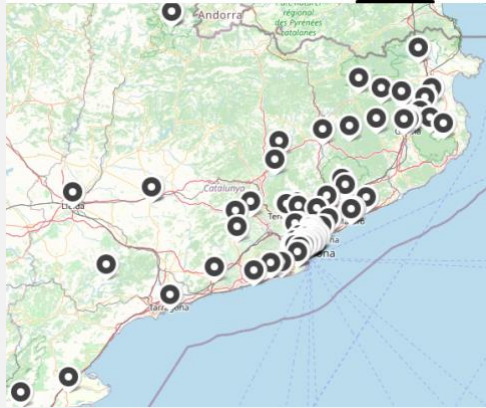
Edifici B · C/ Fortuna S/N · Campus de la UAB 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès)

openlabs@uab.cat

Makerspace Mataró

Makerspace Mataró

Camí Ral 377, 3-2, 08301 Mataró (Barcelona) info@makerspacemataro.cat



Xarxa d'espais i producció i creació de Catalunya.

En aquest espai es poden localitzar més espais creadors sempre que hi estiguin registrats

<https://espaisdecreacio.cat/el-mapatge/>

Taula 3 - Espais "Maker", referents en l'entorn de Barcelona

4 Els espais "Maker" als centres educatius.

La mentalitat "Maker" deixa d'enfocar-se en l'experiència educativa per fer-ho en l'estudiant. És una metodologia activa, on la instrucció és indirecta i es basa en el constructivisme. És a dir, l'alumne és el protagonista del seu propi aprenentatge que ocorre en el moment que treballa, manipula o fa (learning by doing). El filòsof i pedagog John Dewey, va assenyalar la importància de l'ús de les nostres mans en el procés d'aprenentatge i el valor de la investigació amb l'aprenentatge actiu (Dewey, 1938).

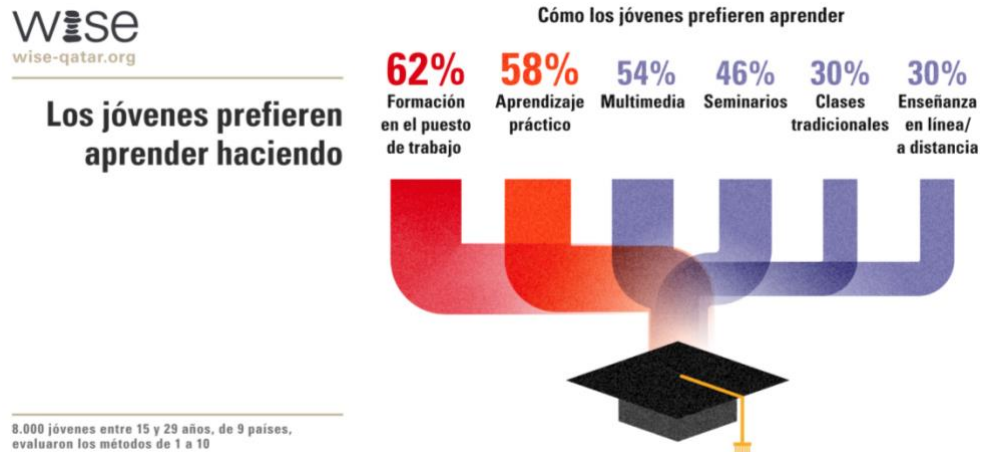


Fig. 16 – Infografía "Els joves prefereixen aprendre fent" (WISE@Madrid Infographics - WISE, 2017)

Segons Louisa Rosenheck, els espais "Maker" tenen el potencial de transformar el tipus d'aprenentatge que succeeix en entorns formals. L'Educació "Maker" té com a objectiu proporcionar als estudiants l'autonomia necessària per explorar les seves pròpies idees i veure a si mateixos com a persones que poden imaginar, crear, construir i resoldre problemes (Rosenheck, 2020).

Hi ha tres aspectes únics dels espais dels creadors que els fan atractius per a l'educació i la formació (Vuorikari *et al.*, 2019).

- **Transversalitat o interdisciplinari.** Combinar activitats de disciplines que tradicionalment s'ensenyen per separat. "Les persones que treballen en una àrea [disciplinar], observen a algú en una altra i es desplacen per involucrar-[en una altra àrea disciplinar]" (Sherindan, 2014).
- L'adquisició de nous coneixements mitjançant fer i explorar (**learning by doing**) i centrar-se a resoldre problemes autèntics del món real (**problem based learning**). En els espais "Maker" es pot generar un aprenentatge orientat a objectius (aprenentatge intencional) o un aprenentatge no planificat (aprenentatge incidental). Hi ha evidències que "els Makerspaces ajuden a les persones a identificar problemes, construir models, aprendre i aplicar habilitats, revisar idees i compartir nous coneixements amb altres" (Sherindan, 2014).
- Al voltant dels espais "Maker" es produeix una formació més informal, que permet una major **interacció social** i es creen oportunitats per un aprenentatge més flexible (per exemple, aprenentatge entre iguals, mentoria o coaching). Els estudis demostren que els espais "Maker" una part important de l'aprenentatge es produeix per una contínua interacció social.

4.1 Quines són les possibilitats formatives (curriculars i competencials) que comporta aquesta transformació?

Els espais "Maker", són entorns propicis per a desenvolupar competències "centrant-se en el que els estudiants aprenen a fer amb el coneixement més que en el coneixement en si mateix" (Anderson-Levitt, 2017). Com a tal, els espais "Maker" i les activitats que si duen a terme, poden ser beneficiosos per a fomentar les competències clau europees (per exemple, la competència digital, les competències bàsiques en ciència i tecnologia, el sentit de la iniciativa i esperit d'empresa; les competències socials i cíviques; i d'aprendre a aprendre), així com algunes transversals, com les habilitats analítiques, el pensament crític, la resolució de problemes i la creativitat, i també habilitats de negociació i treball en equip.

Segons l'estudi de casos realitzat per INDIRE⁶ que recull la publicació "Makerspaces in schools. Practical guidelines for school leaders and teachers" (Attewell, 2020), els estudiants solen fer ús dels espais "Maker" per dur a terme tres tipus de projectes:

Projectes introductoris: projectes curts, dins d'unitats didàctiques específiques, que ofereixen als estudiants l'oportunitat de realitzar activitats que requereixen coneixements bàsics de manera tècnica i disciplinària.

Projectes de coneixement aplicat: projectes interdisciplinaris que requereixen que els estudiants millorin i augmentin les habilitats adquirides a les sessions introductòries, mitjançant activitats de resolució de problemes.

Projectes a llarg termini: projectes ambiciosos, que poden simular un context professional; dissenyats, proposats i implementats preferentment, pel treball grupal. Aquests projectes poden estar relacionats amb concursos per a estudiants i requereixen la gestió de projectes, així com la capacitat molt motivadora per l'alumnat.

Competències.

L'estudi, recull la informació dels centres referents en el moviment "Maker" escolar de deu països de la UE (Attewell, 2020), la següent taula recull algunes de les activitats que van lligades amb el currículum i que desenvolupen els centres enquestats, són les següents:

Currículum	Exemples d'activitats proposades
Circuits Elèctrics i Electronics	<ul style="list-style-type: none">• Circuits amb efectes d'il·luminació• Circuits amb efectes de so• Circuits portables• Projectes amb motors i interruptors
Robòtica	<ul style="list-style-type: none">• Robots simples que dibuixen, salten, funcionen• Robots programables que funcionen amb l'ajut de sensors instal·lats
Programació	<ul style="list-style-type: none">• Utilitzeu un joc que combina cartes físiques i una aplicació per aprendre a codificar• Projectes de construcció i programació d'objectes voladors, inclosos coets i drons
Objectes quotidians	<ul style="list-style-type: none">• Desmuntatge i reconstrucció d'objectes mecànics, elèctrics i electrònics• Construcció de rellotges de fusta, alguns amb circuits de llum LED

⁶ INDIRE - Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa, és la institució de recerca del Ministeri d'Educació Italià.

	<ul style="list-style-type: none"> • Creació d'instruments musicals
Disseny i fabricació digital	<ul style="list-style-type: none"> • Disseny i impressió d'objectes senzills • Disseny i impressió de peces utilitzades en la construcció d'objectes complexos • Construcció d'una impressora 3D a partir d'un kit
Materials i objectes artesans	<ul style="list-style-type: none"> • Projectes relacionats amb l'ús de cordes, teixits o cuir • Construccions de paper i cartró
Disseny	<ul style="list-style-type: none"> • Modelatge arquitectònic
Mecànica	<ul style="list-style-type: none"> • Disseny mecànic amb palanques, engranatges i politges
Fotografia analògica	<ul style="list-style-type: none"> • Projectes relacionats amb la fotografia analògica, inclosa l'ús d'una cambra fosca
Comunicació audiovisual	<ul style="list-style-type: none"> • Ús de figures i vídeo de Playmobil càmeres per fer pel·lícules d'animació stop-motion

Taula 4 - Recull d'activitats relacionades amb el currículum (Attewell, 2020)

Competències transversals o "Soft Skills"

El grup de treball "Maker Literacies Task Force" de la Universitat de Texas at Arlington que ha treballat des de gener 2015 desembre 2018 detectant les competències que s'adquireixen en els espais "Maker". El que hom trobarà són competències relacionades amb la **col·laboració**, la **comunicació**, el **pensament crític**, el **pensament del disseny** i la **gestió de projectes** (Wallace *et al.*, 2018).

Competències que es desenvolupen a espais "Maker"	
<p>Idear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la necessitat per inventar, dissenyar, fabricar, construir, reutilitzar, reparar o crear una nova derivada a partir d'una "cosa" per expressar una idea o emoció, resoldre un problema i / o ensenyar un concepte. • Analitzar la idea, qüestió o problema. • Explorar la idea, qüestió o problema i les seves possibles solucions 	<p>Gestionar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolupar un pla de projecte • Crear equips de treball efectius. • Col·laborar de forma eficient amb el seu equip i altres interessats. • Utilitzar bones pràctiques per a la gestió del coneixement.
<p>Crear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operar amb les eines de forma segura • Avaluar la disponibilitat i les propietats de les eines i materials • Produir prototips • Utilitzar els principis del disseny interactiu 	<p>Compartir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar coneixements d'altres disciplines, treballadors i comunitats • Ser conscient de l'espectre de temes culturals, econòmics, ambientals i socials al voltant del Making • Entendre molts dels temes legals propers al making • Perseguir oportunitats emprenedores

Taula 5 - Competències que es desenvolupen a espais "Maker". Segons "Maker Literacies Task Force"(Wallace *et al.*, 2018)

Segons l'estudi realitzat per Boumadan Hamed, l'experiència d'aprenentatge en un espai "Maker" permet el desenvolupament d'una sèrie de competències transversals. El seu estudi és basa en un seguiment previ i posterior a la realització de diverses activitats d'aprenentatge "Maker" per a detectar els canvis actitudinals i competencials dels participants (Boumadan Hamed, 2017). Com a resultat va obtenir una millora en les següents competències transversals:

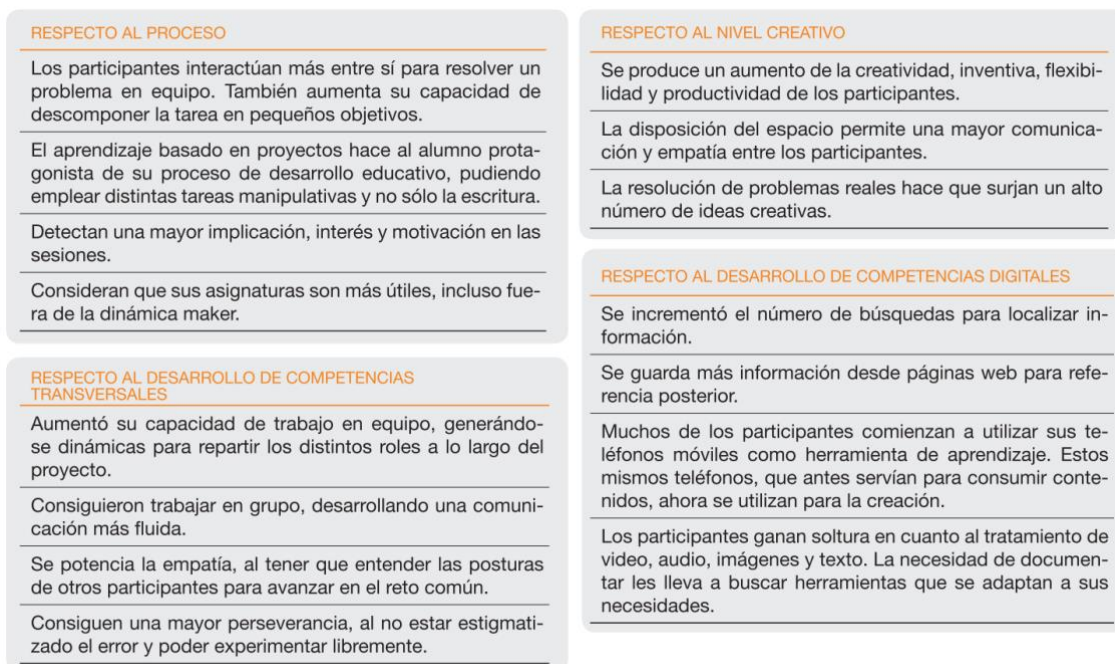


Fig. 17 – Millores en les competències transversals després de la realització d'activitats "Maker" (Boumadan Hamed, 2017), Font: (García Sáez, 2019)

Com podem veure encara que els dos estudis no fan exactament les mateixes agrupacions respecte a les competències transversals i l'estudi de Boumadan Hamed inclou les competències digitals, es pot veure com tots dos estudis estan alineats.

4.2 Tipologia d'espais "Maker" als centres educatius

Segons l'estudi "Makerspaces for education and training: exploring future implications for Europe" (Vuorikari *et al.*, 2019). Proposa la següent classificació, en funció de la integració del concepte d'espai "Maker" al Centre

- **Espai "Maker" d'Aprenentatge Incidental**, no orientat a resultats educatius. Actualment hi ha centres escolars i universitats que allotgen aquests espais oberts a persones de diferents disciplines es reuneixen per treballar en projectes del seu propi interès amb una finalitat educativa o no. L'objectiu és crear comunitats de persones d'idees afins que vulguin experimentar, explorar i compartir.
- **Espai "Maker" d'Aprenentatge Intencional**, orientat a resultats educatius. En aquest cas el centre busca el retorn d'uns resultats educatius, amb assignatures curriculars, per exemple de l'àmbit STEAM, amb requisits de qualificació, desenvolupar competències (per exemple, resolució de problemes, competència digital, competència per a la vida laboral, empenedoria, pensament crític, i aprendre a aprendre), etc. En aquest segon tipus, els alumnes resulten motivats pel context (l'espai, les seves activitats i eines) per crear el seu propi aprenentatge, però en ser activitats intencionals, és per cert grau de llibertat, ja que els resultats de l'aprenentatge estan vinculats a un currículum i una avaluació o classificació.

Una altra classificació en funció de la distribució dins el centre, defineix com a espai "Maker" l'espai dedicat i com a programa "Maker" les activitats que es realitzen (Davee, Regalla and Chang, 2015)

- **Espais "Maker" Dedicat.** Disposen d'equips, eines i materials en un sol espai al centre, dedicat exclusivament per aquest ús a l'escola. Aquests entorns són especialment necessaris per a la protecció, la seguretat, la gestió del soroll, a conseqüència dels mètodes de fabricació que requereixen ventilació i control de la pols, com per exemple en l'ús d'eines especialitzades com talladors làser i eines per treballar la fusta i la fabricació de metalls (Burke, 2014).
- **Espais de creació distribuïts.** Es troben distribuïts pel centre, correspon a la suma d'espais com ara: un laboratori, una sala d'informàtica, un taller de tecnologia, estudis de gravació o de ràdio, magatzems per guardar els materials, o un espai dedicat al "laboratori de creativitat" serveix per donar suport als espais "Maker"
- **Espais de creació Mòbils.** Es tracta d'espais que es poden desplaçar, hi ha vehicles com ara camions i autobusos preparats per a desplaçar-se i donar servei a diferents centres educatius. Però aquesta mobilitat també es pot donar a l'interior del mateix centre, amb mini espais mòbils muntats a sobre de carretons, permet desplaçar el mini Makerspace al racó de l'escola que més interressi (mirar figura 18). Els enfocaments que fan servir carretons i caixes portàtils se solen citar com a maneres assequibles de crear espais creadors i crear creativitat (McKibben, 2014).
- **Espais de Creació Compartits.** Segons Jill Attewell, també existeix la possibilitat d'un espai compartit per més d'un centre escolar. Aquest es pot trobar situats a espais comunitaris d'entitats locals com pot ser el cas de biblioteques o altres espais independents (Attewell, 2020).



Fig. 18 - Recurs per a un Espai "Maker" mòbil. ('Resources for starting a mobile makerspace makerspaces', 2015)

4.3 Requeriments per a la transformació del taller de tecnologia a un espai "Maker".

Planificació

Segons l'estudi de casos de realitzat per Interactive Classroom Working Group (Attewell, 2020) recomana realitzar una planificació, estudiant els següents punts per a definir quin espai "Maker" necessitem per a la nostra escola.



Fig. 19 - Passos per crear un espai "Maker" educatiu.(Attewell, 2020)

Definir els objectius a aconseguir, és el punt de partida per planificar qualsevol projecte nou en una escola. En el cas dels espais creadors, això conduirà a decisions sobre, la naturalesa d'espai "Maker" la ubicació de l'espai i la dotació d'eines i màquines.

El finançament i el cost de creació de l'Espai "Maker", les despeses inicials poden ser substancials perquè poden incloure treballs estructurals en el centre. Alguns dels equips i maquinària són despeses importants. El finançament pot venir de projectes europeus, iniciatives nacionals, autoritats locals o patrocini corporatiu. Cal conèixer les fonts de finançament disponible, sovint el finançament s'obtenen en diversos trams per tant, és recomanable crear un disseny que inclogui una configuració inicial bàsica i ampliar-lo posteriorment.

Ubicació i integració, la ubicació d'un espai "Maker" escolar s'ha de planificar acuradament, cal que s'integri a l'escola i impliqui tots els professors i totes les disciplines, l'espai creat s'hauria de dissenyar de manera que no sembli un entorn exclusivament científic o tècnic.

Accessibilitat i inclusió, la planificació i disseny ha d'assegurar que les oportunitats que crea no només siguin accessibles per a un nombre limitat d'usuaris. Aplicar els principis de disseny universal per garantir que els espais, les eines i la comunitat siguin accessibles a usuaris amb una àmplia gamma de capacitats. També cal incloure la perspectiva de gènere, ja que pressions i circumstàncies socials pot provocar una menor implicació de les dones en activitats STEM.

Organització i gestió, cal estudiar com organitzar i gestionar el vostre espai creador i el nombre i el tipus de personal necessari que dependrà de diversos factors com ara: la mida de l'escola,

mida de l'espai, si l'espai té una ubicació permanent o és mòbil, el tipus de maquinària i eines que s'utilitzen, si és utilitzat per persones externes o quin és el personal de l'escola que gestiona i dóna suport.

Polítiques i normes de seguretat i salut, caldrà estudiar i adaptar la normativa de seguretat i salut per a la varietat de màquines, eines i materials amb què estudiants i personal interactuaran i, per tant, s'haurien de revisar la normativa existent del centre.

Gestió de riscos, Qualsevol nova iniciativa comporta un cert grau de risc. Alguns riscos potencials poden ser: per a la salut i la seguretat associades a l'ús d'eines, maquinària i materials o que l'escola creï un espai "Maker" però no sigui capaç de treure-li el màxim profit o en el pitjor dels casos que no s'utilitzi.

Formació i suport als professors, els objectius clau són: formar al professorat en les habilitats i la confiança necessàries per dissenyar i oferir mòduls educatius que aprofitin el potencial i disposar de professors motivats i competents, conscients que formen part d'una comunitat en evolució i creixement, ajudaran a garantir l'èxit inicial i continu d'un espai creador.

Equipament per un espai "Maker" escolar

L'equipament quedarà definit pels objectius i naturalesa que el centre educatiu vol atorgar al seu espai "Maker". Segons l'estudi de casos que recull la publicació "Makerspaces in schools. Practical guidelines for school leaders and teachers" (Attewell, 2020), estableix en quatre categories d'equips que s'utilitzen per donar suport a la realització d'activitats: mobiliari, emmagatzematge, maquinària i eines (Fig. 20).



Fig. 20 - Equipament d'un espai "Maker" (Attewell, 2020).

El **mobiliari** ha de permetre generar espais informals i fàcils de moure per tal de crear un entorn flexible i accessible que afavoreixi la lliure circulació dels estudiants. No són necessàries solucions de mobiliari costoses, els requisits bàsics són: fàcil mobilitat i organització de les taules i cadires per a potenciar el treball col·laboratiu.

Emmagatzematge, els materials, les eines han de ser visibles i fàcilment accessibles per als estudiants. En aquests espais són especialment important establir unes normes d'ordre perquè hi hagi un bon funcionament com ara garantir que els objectes potencialment perillosos s'emmagatzemin en un lloc segur quan no s'utilitzen.

La **maquinària** i les **eines** agafen especial importància en els espais "Maker", ja que acaben definint el tipus d'activitats que s'hi desenvolupen, l'assortiment d'eines i màquines ha d'estar alineat amb els objectius formatius del centre. De nou l'estudi de casos realitzat Interactive Classroom Working Group defineix algunes de les activitats que es realitzen els espais "Maker", com ara: disseny i creació bàsics, treballs de costura i tèxtils, treballs de fusteria i amb metall, electrònica, programació, robòtica, fabricació digital, fotografia analògica, realització de pel·lícules i tecnologies de la informació i que tenen les seves necessitats específiques d'eines i maquinària associada (Attewell, 2020).

Relació de maquinària més emprada en la fabricació digital en un espai "Maker" escolar.

Les eines de fabricació digital són les més utilitzades en els espais "Maker", com hem pogut veure a la figura 15 i també les que tenen un preu més elevat, la següent taula recull els requisits mínims i el rang de preus en què es mouen.

Talladora Làser	
	<p>Requisits mínims:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potència del Làser 40 w • Superfície de treball mínima 30 x 60 cm <p>Requereix altres instal·lacions necessàries, no subministrades amb la màquina com sistema d'extracció de fums i filtrat i sistema de refrigeració del làser, que suposa un cost afegit a la màquina.</p> <p>Els preus varien molt en funció de les característiques de la màquina i del fabricant.</p>
Rang de preus: de 3.000 a 10.000 €	
Fresadora o Router CNC	
	<p>Requisits mínims:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cal definir la superfície mínima de treball a partir de la tipologia de treballs a realitzar. • Requereix d'una taula o suport per a la seva instal·lació definitiva • Ha de ser ubicada a la zona bruta del taller
Rang de preus: de 1.500 a 5.000 €	
Plotter de Tall	
	<p>Requisits mínims:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amplada de mínima de treball 50 cm • Pressió de tall mínim de 250 g • Ha de ser ubicada a la zona neta o disseny del taller.
Rang de preus: de 400 a 1.500 €	
Impressora 3D	
	<p>Requisits mínims:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cal definir el volum mínim de treball necessari (habitualment 25 x 25x 25 cm) • Capacitat de treball amb múltiples materials • Ha de ser ubicada a la zona neta o disseny del taller.
Rang de preus: de 200 a 1.500 €	

Taula 6 - Requisits i preus orientatius de la maquinària de fabricació digital. Imatges (MiniFablab, 2013)

4.4 Beneficis i inconvenients de la implantació d'espais "Maker" als centres educatius

La investigació realitzada per INDIRE va identificar els següents avantatges dels espais "Maker", que han estat confirmats per les enquestes i proves dels casos d'estudi recollides a la publicació "Makerspaces in schools. Practical guidelines for school leaders and teachers" (Attewell, 2020).

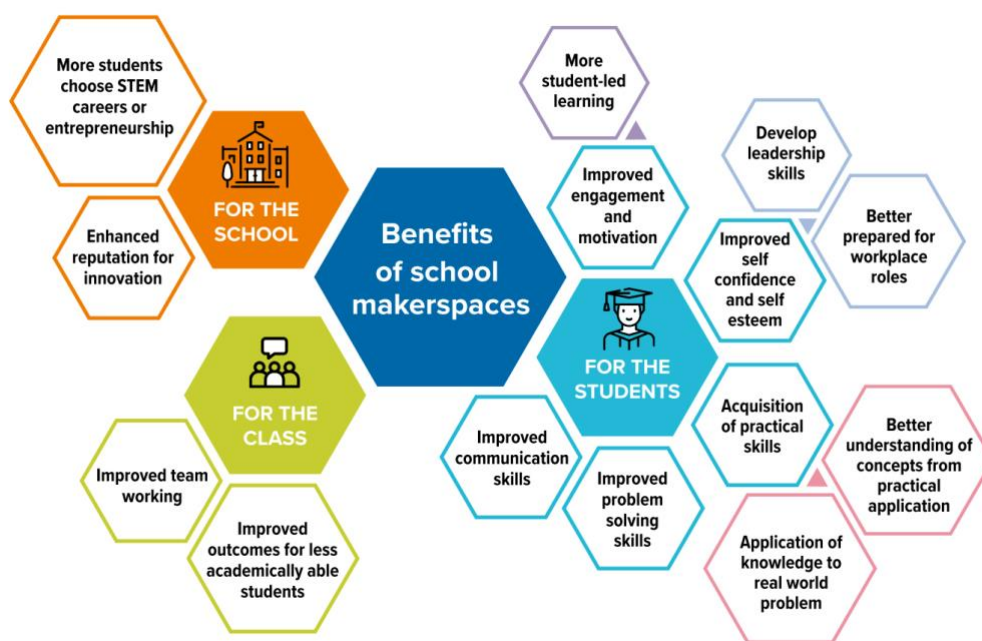


Fig. 21 - Resum dels beneficis dels espais "Maker" derivat de l'estudi de casos (Attewell, 2020)

Beneficis

Millors per l'alumnat

- Millora del compromís i motivació dels estudiants
 - Les activitats dels espais "Maker" motiven i participen els estudiants.
 - Els estudiants poden provar les seves pròpies idees i se'ls anima a fer-ho, per tant, estan més implicats en els seus projectes.
 - Als estudiants els agrada treballar amb la configuració de l'espai "Maker".
- Més aprenentatge autodirigit pels estudiants
- Millora de la confiança i autoestima dels estudiants
- Adquisició d'habilitats pràctiques per part dels estudiants
- Millora de la comprensió dels conceptes i temes a partir de l'aprenentatge a partir de la pràctica manipulativa.
- Els estudiants aprenen a resoldre problemes complexos mitjançant prova i error.
- Millors en les habilitats comunicatives dels estudiants
- Els estudiants comprenen millor com els coneixements adquirits es poden aplicar a problemes del món real
- Els estudiants poden desenvolupar habilitats de lideratge i preparar-se mitjançant rols laborals
- S'inspira a més estudiants per triar carreres de l'àmbit STEM o per ser més emprenedors

Milliores per la classe

- Inclusió i resultats millorats per a estudiants amb menors capacitats o implicació
- Millora del treball en equip

Milliores per l'escola

- Un espai creador pot millorar la reputació d'innovació d'una escola
- Les activitats dels espais "Maker" poden ser especialment rellevants per algunes de les prioritats escolars

Altres autors com Kulkarni, Ballal & Gawade (2012) i Wilson & Gobeil (2018) han trobat una disminució en l'absentisme escolar dels estudiants quan se'ls va oferir programes d'estil "Maker" (Mersand, 2020).

Inconvenients

En l'elaboració del treball s'han detectat certs aspectes que es podrien considerar com a inconvenients o dificultats per a la implantació d'un espai "Maker" a un centre educatiu.

- Disposar d'un espai dedicat de les dimensions adients per allotjar l'espai "Maker"
- Encaix estructural i reformes de les infraestructures del centre.
- Obtenir els recursos econòmics inicials per a la construcció i equipament.
- Increment les despeses anuals del centre.
- Necessitat de recursos humans dedicats per l'espai "Maker"
- Requereix formació específica pel professorat
- Trobar les eines per aconseguir la motivació i implicació del professorat.
- Adaptar el material didàctic del centre per implicar l'espai "Maker" a tots els àmbits.
- Manteniment de l'espai i de la maquinària.

5 Proposta docent relacionada amb els espais "Maker".

Al llarg d'aquest document s'ha parlat de les noves possibilitats que pot oferir l'evolució d'un taller de tecnologia tradicional cap a un espai "Maker" pels centres d'educació secundària. En aquest apartat es formula una proposta docent, on partint d'una mateixa activitat, se li donarà tres enfocaments diferents un des del punt de vista del taller tradicional de tecnologia i dos enfocaments amb una visió d'espai "Maker". El procés ha de servir per avaluar quines són les noves possibilitats educatives i competencials que ens pot oferir aquest canvi.

5.1 Contextualització i presentació de la proposta.

La proposta consisteix a desenvolupar tres propostes formatives al voltant d'una mateixa activitat. El fil conductor serà el desenvolupament d'un projecte tecnològic amb l'objectiu final de construir un trencaclosques, una joguina educativa senzilla, que permet potenciar un aprenentatge quant a visió de l'espai, memòria visual, treball en equip, lògica i superació de reptes.

El trencaclosques triat per a desenvolupar en el projecte tecnològic es tracta del conegudíssim CUB SOMA, és un trencaclosques en 3D format per 27 daus iguals. Amb aquests 27 daus es fabriquen set peces (sis tetracubs i un tricub) i que permeten, entre altres figures, construir un cub major de dimensions 3 x 3 x 3 daus que rep el nom de CUB SOMA.



Fig. 22 - Cub Soma (Aula Matemàtica; no date)

Les set peces del joc: Totes les peces són uns policubs d'ordre tres o quatre:

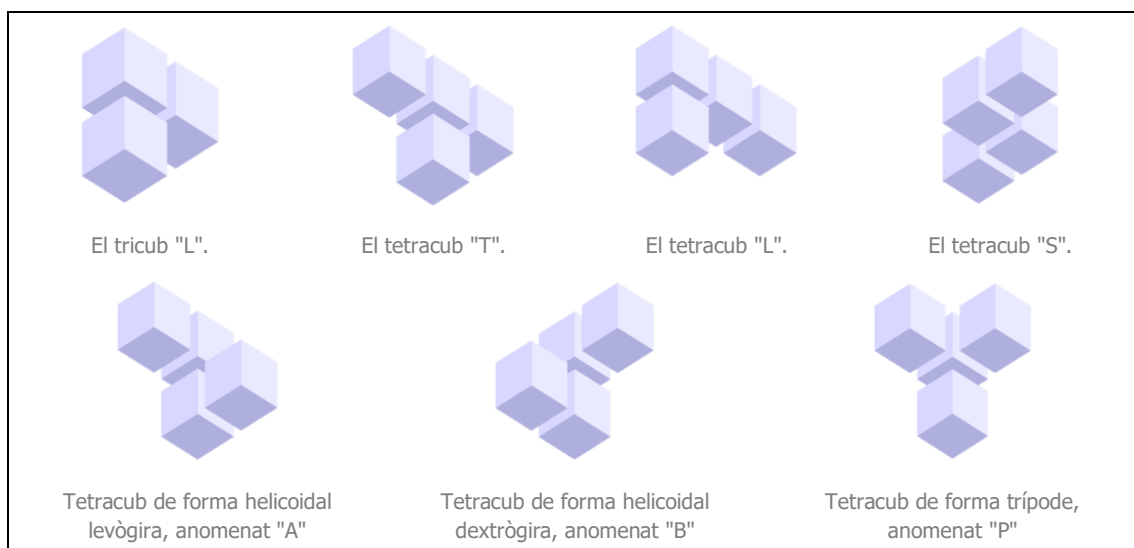


Fig. 23 - Peces que conformen el trencaclosques del Cub Soma (cesire*; no date)

L'objectiu principal del joc és formar el cub, s'ha calculat de 240 formes diferents, sense tenir en compte rotacions i simetries, tal com va demostrar John Conway. També es pot jugar formant figures que es puguin relacionar amb objectes, igual que succeeix amb el Tangram.

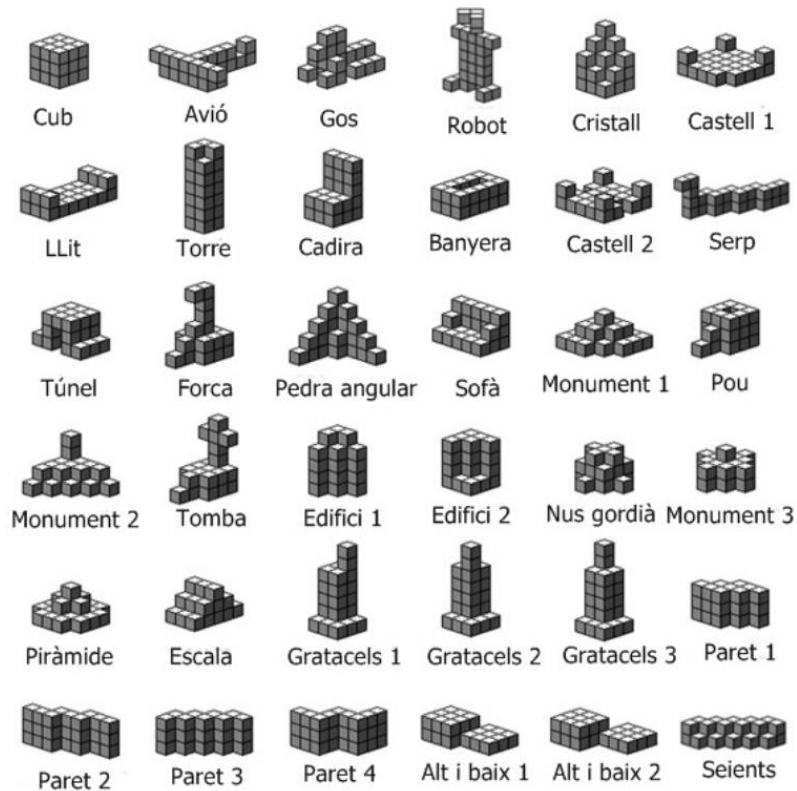


Fig. 24 - Altres figures que es poden formar a partir del Cub Soma (cesire*; no date)

Aquest trencaclosques tridimensional va ser dissenyat pel matemàtic Piet Hein el 1936. No va guanyar popularitat fins al 1969, quan la companya Parker Bros el va comercialitzar com "La resposta 3D al Tangram", però va tenir la mala sort de ser contemporani a un altre trencaclosques molt més popular que tenia exactament la mateixa forma i que el va eclipsar (el Cub de Rubik).

La proposta formativa consisteix a abordar l'activitat de la construcció del Cub Soma amb tres metodologies diferents, com són:

- Construcció tradicional fent servir les eines del taller.
- Disseny i impressió 3D
- Disseny dièdric i talladora Làser

5.2 Plantejament de l'activitat 1, construcció del Cub Soma amb eines tradicionals.

En aquest apartat es defineix una proposta formativa basada en el fil conductor, construcció d'un trencaclosques, el Cub Soma, mitjançant les eines tradicionals que podem trobar a l'aula taller de secundària.

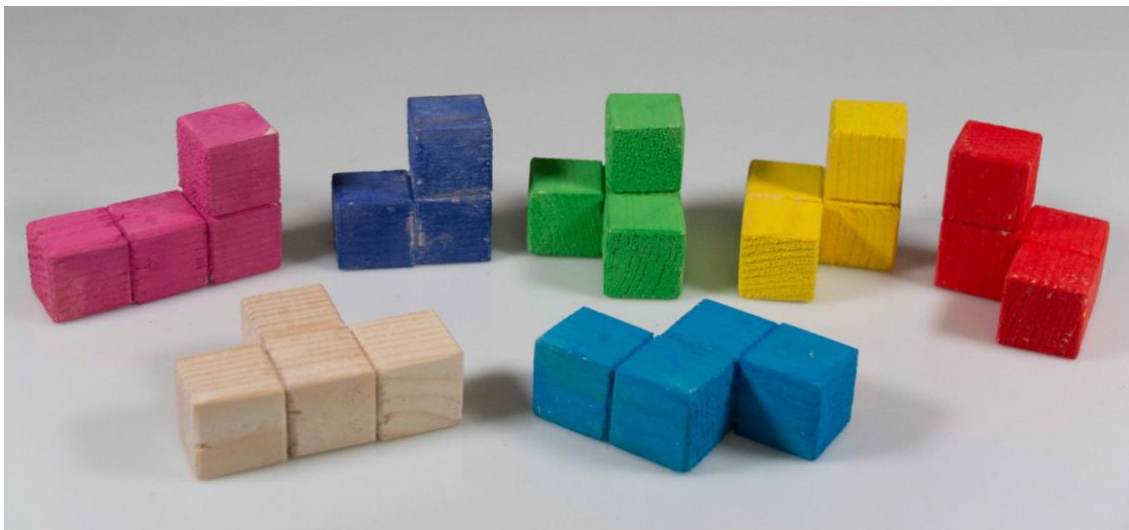


Fig. 25 - Cub Soma construcció tradicional (recurs propi)

Introducció – Contextualització

Aquesta activitat es podria implementar a qualsevol centre educatiu de secundària que disposi a les seves instal·lacions d'un taller dotat d'eines bàsiques per treballar la fusta.

Títol de l'activitat: Coneixem les eines del taller per a construir un trencaclosques			
Matèria	Curs	Període	Durada
Tecnologia	1r d'ESO	2n trimestre	6
Dotació del centre per afrontar l'activitat:			
Taller dotat d'eines bàsiques per treballar la fusta.			

Fig. 26 - Contextualització - Activitat 1

L'activitat permet la seva ampliació deixant que els alumnes estudiïn i triïn el material més adient per a la construcció de l'objecte, tenint en compte que en el context de primer d'ESO també es treballa els materials.

Objectius

És una activitat destinada a l'alumnat de primer d'ESO, no es requereix coneixements adquirits prèviament. El plantejament que es realitza correspon a una activitat encabida dins del Bloc curricular de **Disseny i construcció d'objectes**.

El plantejament de l'activitat, té com finalitat assolir els següents **objectius formatius**:

- **O1**-Dibuixar petits croquis a mà alçada d'objectes senzills i aplicar les normes estandarditzades per acotar-los
- **O2**-Utilitzar les eines adients en funció de la situació o material a aplicar.
- **O3**-Aplicar les normes de seguretat per a cada eina i les normes d'ús del taller.
- **O4**-Construir un objecte senzill
- **O5**-Fomentar el treball cooperatiu
- **O6**-Redactar la memòria del procés constructiu de l'objecte.

Competències Bàsiques, Continguts Clau associats:

Competències Bàsiques	Continguts Clau associats
Àmbit científicotecnològic	
CBC9. Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat.	CC17. Objectes tecnològics de la vida quotidiana CC19. Manteniment tecnològic. Seguretat, eficiència i sostenibilitat. CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics.
Àmbit matemàtic	
CBM1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats	CC8. Sentit espacial i representació de figures tridimensionals. CC11. Magnituds i mesura.
Àmbit personal i social	
Dimensió Aprendre a aprendre CBPS3. Desenvolupar habilitats i actituds que permetin afrontar els reptes de l'aprenentatge al llarg de la vida	CC14. Habilitats i actituds per al treball en grup: assumpció de rol, assertivitat, empatia, escolta activa, responsabilitat, etc.
Àmbit digital	
Dimensió instruments i aplicacions CBD2. Utilitzar les aplicacions d'edició de textos, presentacions multimèdia i tractament de dades numèriques per a la producció de documents digitals	CC9. Eines d'edició de documents de text, presentacions multimèdia i processament de dades numèriques.

Taula 7 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 1

Continguts Curriculars, Criteris d'avaluació curricular

Continguts Curriculars	Criteris d'avaluació curricular
BC2. Disseny i construcció d'objectes CCU1. Representació d'objectes: escales, acotacions i croquis CCU2. Instruments de mesura bàsics	CAC7. Representar objectes i interpretar plànols senzills a escala. CAC8. Representar objectes en croquis i plànols i acotar-los seguint les normes estandarditzades.

<p>CCU3. Ús d'eines, instruments i màquines pròpies de l'entorn tecnològic. Normes de seguretat</p> <p>CCU4. Construcció de productes tecnològics que incloguin diferents materials, eines i tècniques</p> <p>CCU5. Disseny i construcció d'un objecte senzill</p>	<p>CAC9. Emprar correctament els instruments de mesura bàsics triant els que són adequats en funció de la mesura a realitzar.</p> <p>CAC10. Emprar correctament eines i màquines, observant les mesures de seguretat corresponents i triant les que són adequades en funció de l'operació a realitzar i el material sobre què s'actua.</p> <p>CAC11. Dissenyar i construir objectes senzills fent servir els materials i les eines adequades i emprant programari de disseny.</p> <p>CAC13. Valorar la necessitat de fer un ús responsable dels materials respecte de la sostenibilitat, evitant el malbaratament.</p>
---	--

Taula 8 - Continguts Curriculars, Criteris d'avaluació curricular – Activitat 1

Continguts i criteris d'avaluació curriculars

Continguts Curriculars
<p>Disseny i construcció d'objectes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anàlisi d'objectes quotidians. Materials i formes. Funcionalitat i ergonomia. • Representació d'objectes: escales, acotacions i croquis. • Instruments de mesura bàsics. • Ús d'eines, instruments i màquines pròpies de l'entorn tecnològic. Normes de seguretat. • Construcció de productes tecnològics que incloguin diferents materials, eines i tècniques. • Disseny i construcció d'un objecte senzill.
Criteris d'Avaluació Curriculars
<p>7. Representar objectes i interpretar plànols senzills a escala.</p> <p>8. Representar objectes en croquis i plànols i acotar-los seguint les normes estandarditzades.</p> <p>9. Emprar correctament els instruments de mesura bàsics triant els que són adequats en funció de la mesura a realitzar.</p> <p>10. Emprar correctament eines i màquines, observant les mesures de seguretat corresponents i triant les que són adequades en funció de l'operació a realitzar i el material sobre el qual s'actua.</p> <p>13. Valorar la necessitat de fer un ús responsable dels materials respecte de la sostenibilitat, evitant el malbaratament.</p>

Taula 9 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 1

Criteris d'avaluació

Objectius	Criteris d'avaluació didàctics
O1	<p>CA1. Dibuixa satisfactòriament els croquis a mà alçada.</p> <p>CA2. Aplica les normes per acotar el correctament el croquis</p>
O2	CA3. Ha emprat les eines idònies pels treballs de realitzats.
O3	CA4. Utilitza correctament els equips de protecció individual.

	CA5. Respecta de les normes de seguretat i del taller
O4-	CA6. Aplica els mitjans i la seqüència adequada per a la construcció d'un objecte senzill. CA7. Ha assolit l'objectiu de la construcció d'un objecte senzill.
O5	CA8. És participatiu en el treball cooperatiu i respecta i participa de la presa de decisions del grup.
O6	CA9. Recull en forma de memòria totes les fases del procés de construcció de l'objecte

Taula 10 - Criteris d'avaluació – Activitat 1

Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat.

Seqüència de l'activitat			
Descripció de l'activitat	Materials i recursos	Organització a Classe	Temps destinat
Sessió 1. – Aula – classe expositiva			
Introducció i plantejament de l'activitat. Explicació del cub soma i les peces que el componen.	Projector o pissarra		15'
Activitat guiada per al dibuix d'un croquis acotat de totes les peces del cub soma i les seves projeccions (planta alçat i perfil)	Fitxa per a dibuix del croquis de les peces del Cub Soma. Cub Soma d'Exemple.	Treball individual	45'
Sessió 2. - Taller de tecnologia – Flipped Classroom			
Visionat a casa de vídeo explicatiu de les eines del taller, classificació i mesures de seguretat. Pràctica al taller pel correcte ús de les eines i les seves mesures de seguretat. Cada grup farà un circuit	URL vídeo de les eines. Qüestionari de control visionat Fitxa per la pràctica al taller.	Treball grupal Grups de 4	1 h
Sessió 3. - Taller de tecnologia – Role Play			
Kahoot exprés! Dinàmica per iniciar la classe amb un qüestionari curt sobre les eines!	Kahoot	Individual	10'
Comencem a construir el Cub Soma! Preparem el material i comencem a marcar i serrar/tallar (durant la construcció de l'objecte s'atribueix un Role Play de responsabilitat a cada component del grup, (per exemple coordinador de seguretat)	Material i eines del taller	Treball cooperatiu Grups de 4	45'
Recollir i endreçar les eines i neteja de taller		Un membre del grup	5'
Sessió 4. - Taller de tecnologia			
Kahoot exprés! Dinàmica per iniciar la classe amb un qüestionari sobre normes de seguretat al taller!	Kahoot	Individual	10'
Construïm el Cub Soma! Continuem serrant i polint els cubs de fusta.	Material i eines del taller	Treball cooperatiu Grups de 4	45'

Recollir i endreçar les eines i neteja de taller		Un membre del grup	5'
Sessió 5. - Taller de tecnologia			
Kahoot exprés! Sobre els instruments de mesura i marcatge.	Kahoot	Individual	10'
Construïm el Cub Soma! Finalitzem la construcció amb la unió de les peces i als grups que vagin avançats el podran decorar.	Material i eines del taller	Treball cooperatiu	45'
Recollir i endreçar les eines i neteja de taller		Un membre del grup	5'
Sessió 6. - Aula			
Kahoot exprés! Sobre les normes d'ús del taller.	Kahoot	Individual	10'
Juguem amb el Cub Soma! Cada 5 minuts l'objecte construït canviarà de grup i es jugarà amb ell. Tots els grups avaluaran la feina dels seus companys i ompliran un formulari amb el resultat de la coavaluació.	Qüestionari web coavaluació	Treball cooperatiu	35'
Finalment un exercici d'autoreflexió de les possibles errades o millores que hi ha en el propi objecte construït. Autoavaluació. I entrega de la memòria del procés constructiu	Qüestionari web autoavaluació	Treball cooperatiu	15'

Taula 11 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 1

Atenció a la diversitat

Per tal de donar atenció a la diversitat es duran a terme les següents accions:

- Per a la realització dels treballs grupals es conformaran grups heterogenis perquè el mateix grup es doni suport.
- El professor tutoritzarà els alumnes amb més dificultats.
- Els alumnes finalitzin les tasques abans del previst, disposaran de tasques d'ampliació.
- En cas de disposar d'un alumne amb pla individualitzat o discapacitat, s'estudiarà la millor forma d'adaptar les activitats i contingut didàctic.

5.3 Plantejament de l'activitat 2, construcció del Cub Soma mitjançant disseny i impressió 3D.

En aquest apartat es defineix una proposta formativa basada en el fil conductor, construcció d'un trencaclosques, el Cub Soma, mitjançant les eines de fabricació digital d'un espai "Maker", aquesta activitat queda centrada en el disseny i la impressió 3D.



Fig. 27 – Cub Soma Impressió 3D (recurs propi)

Introducció - Contextualització

Aquesta activitat es planteja per a un centre educatiu de secundària que disposi a les seves instal·lacions d'una impressora 3D, encara que pel baix rendiment d'aquests tipus de dispositius el seu baix cost és recomanable disposar com a mínim de dos equips.

Títol de l'activitat: El projecte tecnològic dissenyem i construïm un trencaclosques amb impressió 3D			
Matèria	Curs	Període	Durada
Tecnologia	2n d'ESO	1r trimestre	10
Dotació del centre per afrontar l'activitat:			
Taller dotat amb impressores 3D i material per a la impressió (Filament PLA o ABS)			
Tinkercad, software per treballar en línia, és gratuït tan sols cal registrar-se.			
Cura, software per a generar els arxius d'impressió 3D, disponible en línia i és gratuït			
Els alumnes necessiten equips informàtics i accés a la xarxa per accedir als programes de disseny 3D i accés a la xarxa per a treballar amb el software.			

Taula 12 - Contextualització - Activitat 2

Objectius

És una activitat destinada a l'alumnat de segon d'ESO per ser impartida al primer trimestre. Per tal d'afrontar l'activitat, els alumnes necessiten, com a base, alguns dels coneixements de primer d'ESO com: el procés tecnològic, el desenvolupament de projectes i representació d'objectes. L'activitat didàctica queda encabida dins del Bloc curricular d'"El procés tecnològic" on el fil conductor és l'execució del producte tecnològic dissenyat i impressió en 3D.

El plantejament de l'activitat, té com finalitat assolir els següents **objectius formatius**:

- **O1-** Desenvolupar totes les fases del procés tecnològic.
- **O2-** Aplicar les diferents etapes del procés de Fabricació Digital amb Impressió 3D.
- **O3-** Dissenyar l'objecte tecnològic amb el programari per modelar en 3D (Tinkercad)
- **O4-** Produir la impressió del producte tecnològic, ajustar els paràmetres d'impressió 3D que permet el programari (Cura)
- **O5-** Redactar la memòria tecnològica, amb el vocabulari tècnic adequat i aportant documentació de tot el procés tecnològic.
- **O6-** Comunicar i difondre les fases i avenços del procés tecnològic.
- **O7-** Desenvolupar habilitats i actituds per al treball en grup.

Competències Bàsiques, Continguts Clau associats:

Competències Bàsiques	Continguts Clau associats
Àmbit científicotecnològic	
<p>CBC7. Utilitzar objectes tecnològics de la vida quotidiana amb el coneixement bàsic del seu funcionament, manteniment i accions a fer per minimitzar els riscos en la manipulació i en l'impacte mediambiental</p> <p>CBC9. Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat.</p>	<p>CC17. Objectes tecnològics de la vida quotidiana</p> <p>CC20. Objectes tecnològics de base mecànica, elèctrica, electrònica i pneumàtica.</p> <p>CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics.</p> <p>CC25. Aparells i sistemes d'informació i comunicació.</p>
Àmbit matemàtic	
<p>CBM1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats</p> <p>CBM2. Emprar conceptes, eines i estratègies matemàtiques per resoldre problemes..</p>	<p>CC8. Sentit espacial i representació de figures tridimensionals.</p> <p>CC9. Figures geomètriques, característiques, propietats i processos de construcció.</p> <p>CC11. Magnituds i mesura.</p>
Àmbit personal i social	
<p>Dimensió Autoconeixement</p> <p>CBPS2. Prendre consciència d'un mateix i implicar-se en el procés de creixement personal</p> <p>Dimensió Aprendre a aprendre</p> <p>CBPS2. Conèixer i posar en pràctica estratègies i hàbits que intervenen en el propi aprenentatge</p> <p>CBPS3. Desenvolupar habilitats i actituds que permetin afrontar els reptes de l'aprenentatge al llarg de la vida</p>	<p>CC2. Capacitats cognitives: raonament, comunicació, indagació, imaginació, creativitat, etc.</p> <p>CC6. Hàbits d'aprenentatge: hàbits saludables, curiositat, atenció, motivació, constància, reconeixement i esmena d'errors, perseverança, etc.</p> <p>CC10. Transferència dels aprenentatges: anàlisi i síntesi, generalització, destreses i habilitats de pensament, pensament crític, pensament creatiu, etc.</p> <p>CC12. Aprenentatge continuat al llarg de la vida: curiositat intel·lectual, itineraris formatius, competències clau en el món professional, valors del treball, etc.</p> <p>CC14. Habilitats i actituds per al treball en grup: assumpció de rol, assertivitat, empatia, escolta activa, responsabilitat, etc.</p>
Àmbit digital	

<p>Dimensió instruments i aplicacions</p> <p>CBD1. Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar...</p> <p>CBD2. Utilitzar les aplicacions d'edició de textos, presentacions multimèdia i tractament de dades numèriques per a la producció de documents digitals</p> <p>Dimensió tractament de la informació i organització dels entorns de treball i aprenentatge</p> <p>CBD4. Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.</p> <p>CBD5. Construir nou coneixement personal mitjançant estratègies de tractament de la informació amb el suport d'aplicacions digitals</p> <p>Dimensió comunicació interpersonal i col·laboració</p> <p>CBD7. Participar en entorns de comunicació interpersonal i publicacions virtuals per compartir informació</p>	<p>CC1. Funcionalitats bàsiques dels dispositius.</p> <p>CC9. Eines d'edició de documents de text, presentacions multimèdia i processament de dades numèriques.</p> <p>CC13. Fonts d'informació digital: selecció i valoració.</p> <p>CCD17. Construcció de coneixement: tècniques i instruments.</p> <p>CCD24. Aprenentatge permanent: entorns virtuals d'aprenentatge, recursos per a l'aprenentatge formal i no formal a la xarxa...</p>
--	--

Taula 13 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 2

Continguts i criteris d'avaluació curriculars

Continguts Curriculars
<p>Bloc: El procés tecnològic:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificació de l'execució del producte tecnològic. • Construcció de productes tecnològics que incloguin diferents materials, eines i tècniques. • Redacció estructurada de la memòria tècnica del procés mitjançant eines digitals emprant el llenguatge tecnològic adequat i incloent-hi taules, gràfics i altres elements visuals. • Comunicació del projecte i del procés emprant mitjans digitals. <p>Bloc: Processos i transformacions tecnològiques de la vida quotidiana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tècniques utilitzades en el procés de transformació. La fabricació digital.
Criteris d'Avaluació Curriculars
<p>1. Comunicar els projectes realitzats utilitzant mitjans digitals, emprant el llenguatge tecnològic adequat i incloent-hi diferents elements visuals (taules, gràfics, imatges).</p> <p>3. Seleccionar, gestionar i tractar la informació d'Internet de forma correcta per tal de generar nou coneixement.</p> <p>9. Analitzar els processos de fabricació relacionats amb l'aplicació de tecnologies digitals, específicament amb la impressió en 3D.</p>

Taula 14 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 2

Criteris d'avaluació

Objectius	Criteris d'avaluació didàctics
O1	CA1. Desenvolupa i aplica adequadament totes les fases del procés tecnològic.
O2	CA2. Desenvolupa i aplica adequadament les fases de la fabricació digital en concret a la impressió 3D
O3	CA3. Utilitza el programari de disseny (Tinkercad) i les seves eines correctament assolint l'objectiu de modelar objectes 3D.
O4-	CA4. Entén i aplica correctament els diferents paràmetres d'impressió en el programari de laminació (Cura) per generar l'arxiu d'impressió 3D. CA5. Coneix i aplica correctament la seqüència de la posada en marxa i calibració d'impressora 3D
O5	CA6. Redacta la memòria del procés tecnològic, tot documentant cada una de les fases. CA7. Ampra el vocabulari tècnic adient al tema tractat.
O6	CA8. Comunica i fa difusió dels avenços i resultats del seu procés tecnològic.
O7	CA9. Demostra habilitats i actituds que potencien el treball en grup.

Taula 15 - Criteris d'avaluació – Activitat 2

Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat.

Seqüència de l'activitat			
Descripció de l'activitat	Materials i recursos	Organització a Classe	Temps destinat
Sessió 1. – Sortida a un espai "Maker"			
Sortida a un espai "Maker" ja sigui un Ateneu de fabricació, FabLab, o qualsevol altre espai creador de proximitat al centre. A banda de conèixer l'espai i filosofia de treball aprofitarem per aprofundir les diferents formes de Fabricació Digital i les seves fases, i maquinària.	Breu qüestionari individual sobre l'explicació de la sortida	Sortida	Tot el matí
Sessió 2. – Aula – Classe Expositiva i treball individual.			
Introducció i plantejament de l'activitat del Cub Soma. Explicació del funcionament del projecte, recordatori o repàs de les fases de projecte tecnològic. Formació dels grups i assignació de rols (Coord. Disseny, producció i XXSS)	Projector o pissarra	Classe expositiva	25'
Tinkercad, disseny 3D – Primeres passes, accés a l'aplicatiu de disseny 3D en línia, registre i breu explicació de la distribució de la Interfície de treball.	Equips informàtics. Guia per l'alumne Tinkercad	Treball individual Suport del Docent	35'
Sessió 3. - Aula – Classe Expositiva i treball individual			
Tinkercad, disseny 3D – Catàleg de figures geomètriques, i les operacions que es poden fer amb aquestes (afegir eliminar, copiar o duplicar i canvis d'escala o redimensionar)	Equips informàtics. Guia per l'alumne Tinkercad	Treball individual Suport del Docent	60'

Dissenya un moble senzill - Petita activitat per posar en pràctica el contingut explicat.	Entrega de la pràctica		
Sessió 4. - Aula – Aprenentatge Basat en problemes			
<p>Tinkercad, disseny 3D – Operacions entre objectes: Agrupar i desagrupar, alinear, invertir i Subtraccions; Operacions amb text: text 3D i text sobre superfícies.</p> <p>Activitat: els alumnes són dissenyadors d'envasos d'una empresa de perfums sabons. Cal fer tres dissenys, un de 50 ml per perfum, un de 100 ml per colònia i un de 250 ml per sabó.</p>	Equips informàtics. Guia per l'alumne Tinkercad Fitxa de l'activitat	Treball cooperatiu (ABP) Suport del Docent (Grups de 3 per tota l'activitat)	60'
Sessió 5. - Aula – Aprenentatge Basat en problemes			
<p>Tinkercad, disseny 3D - Continuem... Activitat: els alumnes són dissenyadors d'envasos d'una empresa de perfums sabons. Cal fer tres dissenys, un de 50 ml per perfum, un de 100 ml per colònia i un de 250 ml per sabó.</p>	Guia per l'alumne Tinkercad Entrega dels dissenys i justificació dels volums.	Treball cooperatiu (ABP) Suport del Docent	60'
Sessió 6. - Taller de tecnologia – Metodologia Puzle			
Primer contacte amb la impressora 3D del centre, elements que la componen, característiques de la nostra màquina, materials que fa servir, precaucions en la seva utilització, normes d'ús i mesures de seguretat.		Classe expositiva	15'
<p>Construcció del Cub Soma. Cada grup està format per 3 components amb un rol específic (coordinadors de disseny, producció i XXSS)</p> <p>Els dissenyadors cerquen informació sobre què és un Cub Soma i determinar quines són les característiques i requisits que ha de complir.</p> <p>Els Coordinadors de producció han d'investigar i generar un document amb les passes a seguir per imprimir un objecte en 3D.</p> <p>Els coord. de XXSS han de preparar un pla de difusió del seu projecte tecnològic, que compartiran amb els companys per Twitter.</p> <p>Retorn als grups i posada en comú dels punts tractats pels grups d'experts.</p>	Guio amb els punts essencials a tractar per cada grup d'experts.	Metodologia Puzle	45'
Sessió 7. - Aula – Treball individual			
Cub Soma – Disseny individual amb Tinkercad del joc del cub soma i de la seva capseta contenidor. Cada component del grup treballarà el seu disseny.	Equips informàtics.	Treball individual	60'
Sessió 8. - Aula – Treball cooperatiu			
<p>Cura – Software de laminació dels dissenys 3D. Explicar quins són els paràmetres més importants de configuració, establir els rangs de treballs en funció del nostre equip i com influeixen sobre la qualitat final.</p> <p>Cub Soma – Introduir els dissenys del grup a Cura i determinar el temps d'impressió i el volum de material. Analitzar si són raonables.</p>	Equips informàtics.	Classe expositiva Treball cooperatiu	60'

Sessió 9. - Taller de tecnologia – Treball cooperatiu			
Cub Soma – Posada en comú entre els membres de grup el tres dissenys. Avaluar els punts positius i negatius de cada un. Fer un nou disseny aplicant totes les correccions o aprofitar un dels tres. Impressió 3D dels al llarg de la setmana	Equips informàtics. Impressora 3D	Treball cooperatiu	60'
Sessió 10. - Taller de tecnologia – Treball cooperatiu			
Cub Soma - Presentació a la classe de tots els jocs i joc entre els companys per a fer una coavaluació i autoavaluació. Entrega de la memòria que recull les diferents fases del procés del projecte tecnològic i el treball dels experts.	Equips informàtics.	Treball cooperatiu	60'

Taula 16 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 2

Atenció a la diversitat

Per tal de donar atenció a la diversitat es duran a terme les següents accions:

- Per a la realització dels treballs grupals es conformaran grups heterogenis perquè el mateix grup es doni suport.
- El professor tutoritzarà els alumnes amb més dificultats.
- Els alumnes finalitzin les tasques abans del previst, disposaran de tasques d'ampliació.
- En cas de disposar d'un alumne amb pla individualitzat o discapacitat, s'estudiarà la millor forma d'adaptar les activitats i contingut didàctic.

5.4 Plantejament de l'activitat 3, construcció del Cub Soma mitjançant disseny per sistema dièdric i fabricació amb talladora làser per CNC.

En aquest apartat es defineix una proposta formativa basada en el fil conductor, construcció d'un trencaclosques, el Cub Soma, mitjançant les eines de fabricació digital d'un espai "Maker", aquesta activitat queda centrada en el disseny en Programari CAD i Talladora Làser.



Fig. 28 - Cub Soma fabricació talladora làser (recurs propi)

Introducció - Contextualització

Aquesta activitat es planteja per a un centre educatiu de secundària que disposi a les seves instal·lacions d'una Talladora Làser o estudiar la possibilitat de trobar un espai "Maker" de proximitat que pugui donar aquest servei. La potència mínima de la talladora ha de ser de 40 w per (recomanada 60 w), la capacita de tall, està condicionada per la potència i la tipologia del material a tallar. La superfície de treball de la maquinària també és important, ja que condiciona la mida dels projectes i el rendiment, es recomana una superfície de 60 cm x 40 cm. Cal recordar que una talladora làser requereix instal·lacions auxiliars, com ara sistema de filtratge d'extracció de fums i un compressor per subministrar aire comprimit a l'interior de l'equip.

Títol de l'activitat: El projecte tecnològic d'un trencaclosques amb impressió 3D			
Matèria	Curs	Període	Durada
Tecnologia	3r d'ESO	1r trimestre	11
Dotació del centre per afrontar l'activitat:			
Talladora Làser (potència mínima 40 w)			
Programari de disseny 2D, Inkscape, aplicació de gràfics vectorials lliure i de codi obert. Cal descarregar i instal·lar en l'equip. Hi ha altres alternatives de programari lliures com LibreCAD, QCCAD i DraftSight			
Equips informàtics i accés a la xarxa per accedir a la instal·lació del programari de disseny 2D.			
Material per a dur a terme la construcció de l'objecte. Habitualment contraxapat o MDF, però es poden fer servir altres materials com metacrilat, cartó, cartolina, foam, etc.			

Taula 17 - Contextualització - Activitat 3

Objectius

És una activitat destinada a l'alumnat de Tercer d'ESO per ser impartida al primer trimestre. Per tal d'afrontar l'activitat, els alumnes necessiten, coneixements de cursos anteriors com: les normes d'ús i mesures de seguretat al taller, les propietats i usos dels materials, la representació d'objectes, escales, acotacions i sobretot la representació i descomposició de figures tridimensionals a sistema dièdric.

L'activitat didàctica queda encabida dins del Bloc curricular d'"El procés tecnològic" on el fil conductor és l'execució del producte tecnològic dissenyat i impressió en 3D.

El plantejament de l'activitat, té com finalitat assolir els següents **objectius formatius**:

- **O1-** Desenvolupar totes les fases del procés tecnològic.
- **O2-** Aplicar les diferents etapes del procés de Fabricació Digital amb Talladora Làser.
- **O3-** Utilitzar correctament la talladora làser i configura els paràmetres adients per tal de tallar, gravar o marcar.
- **O4-** Aplicar les normes d'ús i seguretat específiques de la talladora làser.
- **O5-** Dissenyar l'objecte tecnològic amb el programari de CAD per a disseny 2D (Inkscape)
- **O6-** Analitzar les característiques dels materials per triar el més adient per la funcionalitat de l'objecte i pel procés de fabricació. Avaluar la sostenibilitat i impactes del material triat i evita el malbaratament.
- **O7-** Estudiar les despeses de producció del producte tecnològic
- **O8-** Presentar el projecte, les seves fases, les despeses de fabricació i la sostenibilitat ambiental mitjançant les eines digitals necessàries.
- **O9-** Desenvolupar habilitats i actituds per al treball en grup.

Competències Bàsiques, Continguts Clau associats:

Competències Bàsiques	Continguts Clau associats
Àmbit científicotecnològic	
CBC7. Utilitzar objectes tecnològics de la vida quotidiana amb el coneixement bàsic del seu funcionament, manteniment i accions a fer per minimitzar els riscos en la manipulació i en l'impacte mediambiental	CC17. Objectes tecnològics de la vida quotidiana
CBC8. Analitzar sistemes tecnològics d'abast industrial, avaluar-ne els avantatges personals i socials, així com l'impacte en la salubritat i el medi ambient.	CC20. Objectes tecnològics de base mecànica, elèctrica, electrònica i pneumàtica.
CBC9. Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat.	CC19. Manteniment tecnològic. Seguretat, eficiència i sostenibilitat.
	CC21. Sistemes tecnològics industrials. Màquines simples i complexes.
	CC24. Disseny i construcció d'objectes tecnològics.
	CC25. Aparells i sistemes d'informació i comunicació.
Àmbit matemàtic	
CBM1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats	CC8. Sentit espacial i representació de figures tridimensionals.
CBM2. Emprar conceptes, eines i estratègies matemàtiques per resoldre problemes..	CC9. Figures geomètriques, característiques, propietats i processos de construcció.
	CC11. Magnituds i mesura.
Àmbit personal i social	

<p>Dimensió Autoconeixement</p> <p>CBPS2. Prendre consciència d'un mateix i implicar-se en el procés de creixement personal</p> <p>Dimensió Aprendre a aprendre</p> <p>CBPS2. Conèixer i posar en pràctica estratègies i hàbits que intervenen en el propi aprenentatge</p> <p>CBPS3. Desenvolupar habilitats i actituds que permetin afrontar els reptes de l'aprenentatge al llarg de la vida</p>	<p>CC2. Capacitats cognitives: raonament, comunicació, indagació, imaginació, creativitat, etc.</p> <p>CC6. Hàbits d'aprenentatge: hàbits saludables, curiositat, atenció, motivació, constància, reconeixement i esmena d'errors, perseverança, etc.</p> <p>CC10. Transferència dels aprenentatges: anàlisi i síntesi, generalització, destreses i habilitats de pensament, pensament crític, pensament creatiu, etc.</p> <p>CC12. Aprenentatge continuat al llarg de la vida: curiositat intel·lectual, itineraris formatius, competències clau en el món professional, valors del treball, etc.</p> <p>CC14. Habilitats i actituds per al treball en grup: assumpció de rol, assertivitat, empatia, escolta activa, responsabilitat, etc.</p>
Àmbit digital	
<p>Dimensió instruments i aplicacions</p> <p>CBD1. Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar.</p> <p>CBD2. Utilitzar les aplicacions d'edició de textos, presentacions multimèdia i tractament de dades numèriques per a la producció de documents digitals</p> <p>Dimensió tractament de la informació i organització dels entorns de treball i aprenentatge</p> <p>CBD4. Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.</p>	<p>CC1. Funcionalitats bàsiques dels dispositius.</p> <p>CC9. Eines d'edició de documents de text, presentacions multimèdia i processament de dades numèriques.</p> <p>CC13. Fonts d'informació digital: selecció i valoració.</p> <p>CCD17. Construcció de coneixement: tècniques i instruments.</p> <p>CCD22. Entorns de treball i aprenentatge col·laboratiu.</p> <p>CCD24. Aprenentatge permanent: entorns virtuals d'aprenentatge, recursos per a l'aprenentatge formal i no formal a la xarxa</p>

Taula 18 - Competències Bàsiques, Continguts Clau associats - Activitat 3

Continguts i criteris d'avaluació curriculars

Continguts Curriculars
<p>El procés tecnològic (contingut comú a tots els blocs)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificació completa del procés tecnològic. • Càlcul de costos mitjançant fulls de càlcul. • Disseny de proves per avaluar el producte tecnològic realitzat. • Pla de comercialització del producte tecnològic realitzat. • Valoració de la sostenibilitat del producte tecnològic realitzat. • Presentació final del projecte fent ús d'eines multimèdia i programari específic: simuladors, material interactiu, programari de disseny assistit per ordinador (DAO). <p>Màquines i mecanismes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anàlisi d'objectes quotidians i construccions simples.
Criteris d'Avaluació Curriculars

1. Utilitzar fulls de càlcul per estimar el cost dels projectes desenvolupats i dissenyar-ne el pla de comercialització, així com valorar-ne la sostenibilitat.
2. Construir un objecte establint un pla de treball organitzat que permeti arribar a una solució correcta tenint en compte criteris d'estalvi de recursos i respecte pel medi ambient, tot seguint les normes de seguretat de treball amb eines i materials.
3. Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic.
4. Realitzar presentacions que integrin eines digitals i programari específic.

Taula 19 - Continguts i criteris d'avaluació curriculars - Activitat 3

Criteris d'avaluació

Objectius	Criteris d'avaluació didàctics
O1	CA1. Desenvolupa i aplica adequadament totes les fases del procés tecnològic.
O2	CA2. Desenvolupa i aplica adequadament les fases de la fabricació digital en concret a la per al tall làser.
O3	CA3. Configura correctament els paràmetres de la talladora làser per a tallar, gravar o marcar.
O4-	CA4. Respecta les normes d'ús pel treball amb la talladora làser. CA5. Acompleix les normes de seguretat i protecció individual
O5	CA6. Utilitza el programari de disseny correctament i compren el funcionament de les seves eines tot assolint la fita de fer el disseny de l'objecte.
O6	CA7. Justifica la tria del material adient pel seu producte tenint en compte l'objecte a construir i el procés de fabricació. CA8. Justifica la sostenibilitat del material amprat i calcula el material total, el destinat al producte i el rebuig durant el procés de fabricació i estableix les mesures necessàries per reduir el malbaratament del material.
O7	CA9. Realitza un estudi econòmic de les despeses de producció del producte i estudia la seva viabilitat.
O8	CA10. Presenta projecte tecnològic: les seves fases, les despeses de fabricació i la sostenibilitat ambiental mitjançant les eines digitals necessàries, les conclusions i aspectes de millora
O9	CA9. Demostra habilitats i actituds que potencien el treball en grup.

Taula 20 - Criteris d'avaluació – Activitat 1

Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat.

Seqüència de l'activitat			
Descripció de l'activitat	Materials i recursos	Organització a Classe	Temps destinat
Sessió 1. – Aula – Classe Expositiva			
Introducció i plantejament de l'activitat del Cub Soma. Explicació del funcionament del projecte, objectius i criteris d'avaluació	Un recurs audiovisual d'ajuda a l'explicació	Expositiva	60'

Formació dels grups pel treball cooperatiu de tota l'activitat. (grups de 4) Introducció a la teoria de la fabricació digital i les diferents classes. Introducció al terme CNC, explicació del tipus de funcionament.			
Sessió 2. – Aula – Sortida.			
Sortida a una indústria local que faci servir maquinària CNC. Explicació durant la sortida del funcionament de la maquinària i quina és la seqüència de treball que utilitzen.	Guió de la sortida + petit qüestionari	Sortida	2-3 h
Sessió 3. - Aula – Classe Expositiva i treball individual			
GimcamaWeb – Cal cercar per grups les diferents tipologies de maquinària industrial que funcioni amb el sistema CNC. S'entrega un petit document per cada grup.	Ordinador personal i accés a internet. Entrega al Moodle de l'exercici	Treball cooperatiu	40'
Inkscape , programa vectorial de disseny 2D Descàrrega del programa i instal·lació en els equips. Suport del professor pels alumnes que tinguin problemes a la instal·lació.	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape	Treball individual Suport del Docent	20'
Sessió 4. - Aula – Treball individual			
Kahoot exprés! Dinàmica per iniciar la classe amb un qüestionari sobre la fabricació digital i les diferents classes.	Kahoot	Individual	10'
Inkscape. Interfície bàsica del programa distribució de les diferents barres d'eines i eines bàsiques dels elements bàsics de dibuix: el punt, la línia i el polígon. Activitat relacionada amb el contingut explicat a l'aula	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape Entrega pràctica de seguiment	Individual	50'
Sessió 5. - Taller – Treball autònom combinat amb treball per equips			
Talladora làser del centre. Fem la presentació de la talladora làser del centre, veiem les similituds amb la maquinària industrial de la visita. Normes d'ús de l'equip i mesures de seguretat.		Expositiva	15'
Pràctica talladora làser Grup per grup faran una pràctica, d'encesa de la màquina, enfocament del làser, gravat i tall d'una peça.	Talladora Làser + Equip informàtic.	Suport del Docent	45'
Inkscape. Operacions bàsiques de dibuix, copiar, tallar, paral·lela, escalar, rotar... Activitat autònoma seguint la guia d'exercicis	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape Entrega pràctica de seguiment	Treball autònom	
Sessió 6. - Aula – Treball Cooperatiu			
GimcamaWeb – Cub Soma, cercar per grups tota la informació necessària a conèixer en què	Ordinador personal i accés a internet.	Treball cooperatiu	60'

<p>consisteix el Cub Soma, i quines són les seves característiques per tal de construir el seu.</p> <p>Definir el guió de les fases del procés tecnològic que caldrà seguir per a la fabricació del Cub Soma, tenint present les fases de la fabricació digital amb la talladora làser.</p>	Entrega del guió de grup de les Fases del procés.		
Sessió 7. - Taller – Treball cooperatiu.			
<p>Inkscape.</p> <p>Propietats dels elements, gruix, color i simbologia de representació i treball per capes. Codificació per propietats del tall o gravat per la talladora.</p> <p>Comencem el disseny de les peces del Cub Soma</p>	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape	Treball cooperatiu Suport del Docent	60'
<p>Pràctica talladora làser</p> <p>Grup per grup faran una pràctica, de tall i gravat de diferents materials.</p>	Talladora Làser + Equip informàtic.		
Sessió 8. - Taller – Treball cooperatiu.			
<p>Inkscape.</p> <p>Continuem amb el disseny del Cub Soma, els grups han de saber quin material faran servir, ja que el seu gruix influeix en el disseny final.</p>	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape	Treball cooperatiu Suport del Docent	60'
<p>Pràctica talladora làser</p> <p>Grup per grup faran una prova d'una de les peces amb el material definitiu triat, per detectar errors de disseny i fer les correccions adients.</p>	Talladora Làser + Equip informàtic.		
Sessió 9. - Taller – Treball cooperatiu			
<p>Inkscape.</p> <p>Els grups han de finalitzar el disseny.</p>	Equips informàtics. Guia per l'alumne Inkscape	Treball cooperatiu Suport del Docent	60'
<p>Pràctica talladora làser</p> <p>Els grups que han finalitzat el seu disseny, passaran a gravar i tallar el seu projecte. Es trobarà espais a l'hora del pati o entre classes pel tall dels projectes pendents.</p>	Talladora Làser + Equip informàtic.		
Sessió 10. – Aula – Treball cooperatiu			
<p>Preparació de la memòria a partir del guió del procés tecnològic realitzat a la sessió 6 amb les retroaccions del professor. Important, reflexió sobre els aspectes de millora.</p> <p>La memòria també ha de contemplar un estudi econòmic del projecte seguint com a guia la taula proposada. I justificació de l'optimització</p>	Equips informàtics. Taula estudi econòmic	Treball cooperatiu	60'
Sessió 11. – Aula – Treball cooperatiu			
<p>Presentació a la classe de tots els jocs i joc entre els companys per a fer una coavaluació i autoavaluació.</p> <p>Entrega de la memòria que ha de recollir les diferents fases del procés del projecte tecnològic</p>	Equips informàtics.	Treball cooperatiu	60'

Taula 21 - Seqüència didàctica, metodologia i temporització de l'activitat - Activitat 2

Atenció a la diversitat

Per tal de donar atenció a la diversitat es duran a terme les següents accions:

- Per a la realització dels treballs grupals es conformaran grups heterogenis perquè mitjançant el treball cooperatiu es fomenti dinàmiques de treball en grup i tots els alumnes assoleixin els objectius didàctics.
- El professor tutoritzarà els alumnes amb més dificultats.
- Els alumnes finalitzin les tasques abans del previst, disposaran de tasques d'ampliació.
- En cas de disposar d'un alumne amb pla individualitzat o discapacitat, s'estudiarà la millor forma d'adaptar les activitats i contingut didàctic.

5.5 Anàlisi dels objectius formatius i competències transversals de les tres activitats proposades.

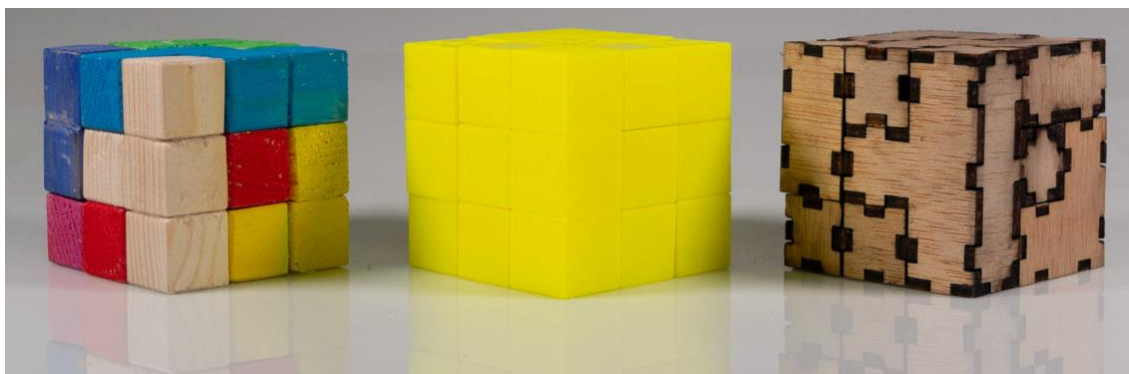


Fig. 29 - Els tres cubs soma resultants de les 3 activitats (recurs propi)

La següent taula recull els objectius de les tres activitats didàctiques proposades on està indicat en groc els objectius que clarament queden influenciats per l'orientació de l'activitat cap a un espai "Maker".

Activitat 1 - Convencional	Activitat 2 - "Maker"	Activitat 3 - "Maker"
O4 -Construir un objecte senzill	O1 - Desenvolupar totes les fases del procés tecnològic.	O1 - Desenvolupar totes les fases del procés tecnològic.
O1 -Dibuixar petits croquis a mà alçada d'objectes senzills i aplicar les normes estandaritzades per acotar-los	O3 - Dissenyar l'objecte tecnològic amb el programari per modelar en 3D (Tinkercad)	O5 - Dissenyar l'objecte tecnològic amb el programari de CAD per a disseny 2D (Inkscape).
O2 -Utilitzar les eines adients en funció de la situació o material a aplicar.	O2 - Aplicar les diferents etapes del procés de Fabricació Digital amb Impressió 3D.	O2 - Aplicar les diferents etapes del procés de Fabricació Digital amb Talladora Làser.
	O4 - Produir la impressió del producte tecnològic, ajustar els paràmetres d'impressió 3D que permet el programari (Cura)	O3 - Utilitzar correctament la talladora làser i configura els paràmetres adients per tal de tallar, gravar o marcar.
		O6 - Analitzar les característiques dels materials per triar el més adient per la funcionalitat de l'objecte i pel procés de fabricació. Avaluar la sostenibilitat i impactes del material triat i evita el malbaratament.
O3 -Aplicar les normes de seguretat per a cada eina i les normes d'ús del taller.		O4 - Aplicar les normes d'ús i seguretat específiques de la talladora làser.
O6 -Redactar la memòria del procés constructiu de l'objecte.	O5 - Redactar la memòria tecnològica, amb el vocabulari tècnic adequat i aportant documentació de tot el procés tecnològic.	O7 - Estudiar les despeses de producció del producte tecnològic.
	O6 - Comunicar i difondre les fases i avenços del procés tecnològic.	O8 - Presentar el projecte, les seves fases, les despeses de fabricació i la sostenibilitat ambiental mitjançant les eines digitals necessàries.
O5 -Fomentar el treball cooperatiu	O7 - Desenvolupar habilitats i actituds per al treball en grup.	O9 - Desenvolupar habilitats i actituds per al treball en grup.

Objectius estrictament curriculars

Objectius clarament influenciats per l'activitat "Maker"

Objectius transversals no influenciats per l'activitat

Fig. 30 - Resum dels objectius treballats a les activitats 1, 2 i 3

A l'activitat 2 on es proposa la construcció del Cub Soma mitjançant la impressió 3D, en el transcurs de l'activitat l'alumne ha d'adquirir els coneixements de disseny i fabricació additiva 3D sense deixar de banda la resta de continguts curriculars. De forma similar succeeix a l'Activitat 2, aquesta vegada mitjançant la fabricació digital amb la talladora làser, a l'alumne li calen coneixements de disseny CAD i de les diferents etapes de fabricació.

La següent taula recull la comparativa de les competències transversals de les tres activitats proposades. De nou podem observar la influència de les activitats "Maker" sobre l'àmbit digital i en menys mesura sobre també sobre l'àmbit matemàtic i el personal i social.

Activitat 1 - Convencional	Activitat 2 – "Maker"	Activitat 3 – "Maker"
Àmbit matemàtic		
CBM1. Traduir un problema a llenguatge matemàtic o a una representació matemàtica utilitzant variables, símbols, diagrames i models adequats		
	CBM2. Emprar conceptes, eines i estratègies matemàtiques per resoldre problemes..	
Àmbit personal i social		
Dimensió Autoconeixement		
	CBPS2. Prendre consciència d'un mateix i implicar-se en el procés de creixement personal	
Dimensió aprendre a aprendre		
	CBPS2. Conèixer i posar en pràctica estratègies i hàbits que intervenen en el propi aprenentatge	
CBPS3. Desenvolupar habilitats i actituds que permetin afrontar els reptes de l'aprenentatge al llarg de la vida		
Àmbit digital		
Dimensió instruments i aplicacions		
	CBD1. Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar	
CBD2. Utilitzar les aplicacions d'edició de textos, presentacions multimèdia i tractament de dades numèriques per a la producció de documents digitals		
Dimensió tractament de la informació i organització dels entorns de treball i aprenentatge		
	CBD4. Cercar, contrastar i seleccionar informació digital adequada per al treball a realitzar, tot considerant diverses fonts i mitjans digitals.	
	CBD5. Construir nou coneixement personal mitjançant estratègies de tractament de la informació amb el suport d'aplicacions digitals	
Dimensió comunicació interpersonal i col·laboració		
	CBD7. Participar en entorns de comunicació interpersonal i publicacions virtuals per compartir informació	

Taula 22 - Resum de les competències transversals de les activitats 1, 2 i 3

6 Conclusions

El present document es planteja la necessitat de transformació o evolucionar dels actuals tallers de tecnologia, molts d'ells encara ancorats al passat. En el context d'una societat en constant evolució totalment vinculada a l'avenç tecnològic és necessari que l'educació estigui preparada per donar resposta a les necessitats de present i futur.

S'ha pogut constatar, que la digitalització i automatització ja ha arribat al món laboral i que les competències i les habilitats (Soft Skills) necessàries han canviat. L'empresa i la indústria no troba personal qualificat per cobrir els nous llocs de treball.

S'ha dut a terme un estudi de l'Art del moviment "Maker", des dels seus orígens i antecedents, passant per les tendències que es desenvolupen en els seus espais socials, on es potencia crear, col·laborar, comprendre, compartir, manipular..., Totes elles en sintonia amb la filosofia que proclamen. Els espais "Maker" estan oberts a tota mena de creació des de costura i confecció, passant per robòtica i electrònica fins a la creació de continguts audiovisuals, però sobretot hi ha una estreta relació amb la fabricació digital.

Després ens hem endinsat a l'espai "Maker" escolar, els diferents estudis consultats han mostrat la transversalitat d'aquests espais amb totes les matèries i en especial amb l'àmbit STEAM on és una ajuda per potenciar-la, de la mateixa que ho fa a l'àmbit digital i en el personal i social.

També hem vist la planificació per a la creació d'un espai "Maker" a l'escola i els possibles beneficis o contratemps que aquesta operació pot generar. Com a beneficis destaquen l'increment de la motivació de l'alumnat, el treball cooperatiu i l'adquisició d'habilitats pràctiques. Com a elements negatius: recursos financers i la motivació i formació del professorat.

Com a resultat d'analitzar les tres activitats didàctiques plantejades, la primera des d'un punt de vista del taller tradicional (construcció amb eines) i les altres dues des d'una visió "Maker" (impressió 3D i talladora làser), s'ha detectat que les activitats vinculades a l'espai "Maker" sobretot potencien les competències sobre l'àmbit digital i en menor grau també sobre l'àmbit matemàtic i el personal i social.

Per concloure expressar la necessitat de deixar enrere el taller de tecnologia tradicional per transformar-lo amb un nou espai creatiu i de col·laboració. Com s'ha demostrat al llarg del present document, els espais "Maker" contribueixen positivament al desenvolupament de competències, en especial àmbit STEAM i Digital i habilitats (soft Skills) com el pensament crític, la resolució de problemes i el pensament creatiu, totes elles alineades a les necessitats socials i laborals actuals i de futur.

Línies futures de treball.

- Traslladar a l'aula la proposta docent i refer les conclusions un cop aplicada
- Involucració, motivació i formació del professorat en la filosofia "Maker", al llarg del document es parla molt de la importància de dues de les tres potes, infraestructura o espai, màquines i eines. Però la tercera pota, la mentalitat funciona molt diferent en el context escolar, on el precursor és el professorat i sense la seva participació activa el millor espai "Maker" serà un fracàs
- Estudiar com involucrar activament a l'espai "Maker" assignatures de fora l'Àmbit STEAM.

7 Referencias bibliogràfiques

3dprintingindustry (no date) *Innovate UK grants £6M to national aerospace additive manufacturing project - 3D Printing Industry*. Available at: <https://3dprintingindustry.com/news/innovate-uk-grants-6m-to-national-aerospace-additive-manufacturing-project-138183/> (Accessed: 30 May 2021).

All3DP. (2016) *The Official History of the RepRap Project | All3DP*. Available at: <https://all3dp.com/history-of-the-reprap-project/> (Accessed: 17 May 2021).

All3DP (no date) *What Is Material Jetting? – 3D Printing Simply Explained | All3DP*. Available at: <https://all3dp.com/2/what-is-material-jetting-3d-printing-simply-explained/> (Accessed: 30 May 2021).

Anderson-Levitt, K. (2017) 'Global Flows of Competence-based Approaches in Primary and Secondary Education', *Cahiers de La Recherche Sur l'éducation et Les Savoirs*, 16, pp. 47–72. Available at: <https://journals.openedition.org/cres/3010> (Accessed: 27 May 2021).

Antonio Regidor (2017) *Las impresoras de metal serán protagonistas este año...* Available at: <https://www.impresion3daily.es/las-impresoras-de-metal-protagonistas-este-ano/> (Accessed: 30 May 2021).

Attewell, J. (2020) 'Makerspaces in schools. Practical guidelines for school leaders and teachers', *European Schoolnet*.

Bekker, T. et al. (2015) 'Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools', *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, pp. 29–38. doi: 10.1016/j.ijcci.2015.12.001.

BitFab (no date) *¿Qué es la fabricación aditiva? Aplicaciones, tecnologías y ventajas - Bitfab*. Available at: <https://bitfab.io/es/blog/fabricacion-aditiva/> (Accessed: 23 May 2021).

Blackley, S. et al. (2017) 'Makerspace and reflective practice: Advancing pre-service teachers in STEM education', *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), pp. 22–37. doi: 10.14221/ajte.2017v42n3.2.

Boumadan Hamed, M. (2017) 'La escuela como laboratorio de aprendizajes para la vida'.

Burke, J. J. (2014) *Makerspaces: A Practical Guide for Librarians*. Rowman & Littlefield. Available at: <https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=Yg0WBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=burke+2014+maker+space&ots=S4czldIW32&sig=lg92COVjYiSfvQ2JskyFUW8etEk#v=onepage&q=burke+2014+makerspace&f=false> (Accessed: 27 May 2021).

Cavalcanti, G. (2013) *Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab? | Make: , Make Magazine*. Available at: <https://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/> (Accessed: 20 April 2021).

Chang, S. et al. (2015) 'Open Portfolios: Research brief series'.

Chu, S. L. et al. (2017) 'Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom', *Entertainment Computing*, 18, pp. 31–40. doi: 10.1016/j.entcom.2016.08.007.

Cotec (2019) *#MiEmpleoMiFuturo - Fundación COTEC para la Innovación*. Available at: <https://cotec.es/proyecto/miempleomifuturo/ff804072-ebc2-4ff2-a2aa-2ef2f524faba> (Accessed: 30 May 2021).

Davee, S., Regalla, L. and Chang, S. (2015) 'Makerspaces: Highlights of select literature', (May), p. 13. Available at: <http://makered.org/wp-content/uploads/2015/08/Makerspace-Lit-Review-5B.pdf>.

Dewey, J. (1938) *Experience and Education, Curator: The Museum Journal*. Wiley. doi: 10.1111/j.2151-6952.1998.tb00812.x.

Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In M. Honey & D.E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7-11). New York, NY: Routledge.

Epilog Laser (no date) *Línea de productos de máquinas láser | Epilog Laser*. Available at: <https://www.epiloglaser.es/equipos-láser/línea-de-productos.htm> (Accessed: 30 May 2021).

ExOne (no date) *ExOne | Binder Jetting Technology*. Available at: <https://www.exone.com/en-US/case-studies/what-is-binder-jetting> (Accessed: 30 May 2021).

FabLabVeritas (2017) *Fab Lab Veritas*. Available at: <http://fablab.veritas.cr/> (Accessed: 30 May 2021).

Fathom Precision LTD (no date) *Fathom Precision International LTD*. Available at: <http://www.fpglobaltech.com/services.php> (Accessed: 30 May 2021).

García Alvarado, R. (2011) 'Fabricación digital de modelos constructivos: Análisis de equipos y procesos', *Revista Facultad de Ingeniería*, (59), pp. 145–157.

García Quera, N. and Martí Comas, J. (2014) *Pensant el futur de l'educació 10 anys de debats amb la comunitat educativa, Debats d'educació. FUNDACIÓ JAUME BOFILL*.

García Sáez, C. (2019) 'Fabricación digital, movimiento maker y futuro del trabajo', *Fundación Orange*. Available at: http://www.proyectosfundacionorange.es/Estudio_FabricacionDigital_FundacionOrange.pdf.

Harron, J. R. and Hughes, J. E. (2018) 'Spacemakers: A Leadership Perspective on Curriculum and the Purpose of K–12 Educational Makerspaces', *Journal of Research on Technology in Education*, 50(3), pp. 253–270. doi: 10.1080/15391523.2018.1461038.

Hatch, M. (2013) *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. Available at: https://books.google.es/books?id=fc_0AAAAQBAJ&pg=PR1&hl=ca&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false (Accessed: 19 May 2021).

LaHoraMaker (2018) (*No Title*). Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=s930xpSy46k> (Accessed: 30 May 2021).

Laura Fleming, *Worlds of making: best practices for establishing a makerspace for your school*. Thousand Oaks: Corwin Sage, 2017.

Lauren Britton, «A fabulous laboratory: the makerspace at Fayetteville Free Library» [en línia], *Public libraries online* (26 oct.2012). <<http://publiclibrariesonline.org/2012/10/a-fabulous-laboratory-the-makerspace-at-fayetteville-free-library/>>

Manyika, J. et al. (2017) 'Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation', *McKinsey Global Institute*, (December), pp. 1–148. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/BAB489A30B724BECB5DEDC41E9BB9FAC.ashx>.

Martínez, Q. (2020) *Mecanizado de piezas en tornos CNC ▷ Umesal Mecanizados*. Available at: <https://umesal.com/mecanizado-de-piezas-en-tornos-cnc/> (Accessed: 30 May 2021).

McKibben, S. (2014) *If You Build It: Tinkering with the Maker Mind-Set*. Available at: http://www.ascd.org/publications/newsletters/education_update/jun14/vol56/num06/If_You_Build_It@_Tinkering_with_the_Maker_Mind-Set.aspx (Accessed: 27 May 2021).

Mersand, S. (2020) 'The State of Makerspace Research: a Review of the Literature', *TechTrends*, 65(2), pp. 174–186. doi: 10.1007/s11528-020-00566-5.

MiniFablab (2013). Available at: <http://www.minifablab.nl/small-fablab-suite-the-10k-fablab/> (Accessed: 29 May 2021).

Muñoz, M. (2016) *Fresadoras cnc caseras DIY - Diseño programación y cursos CNC*. Available at: <https://marcosmunoz.com/fresadoras-cnc-caseras-diy/> (Accessed: 30 May 2021).

Pérez de Lama (2012) *Diagrama proceso de fabricación digital y componentes tecnológicos que... | Download Scientific Diagram*. Available at: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Diagrama-proceso-de-fabricacion-digital-y-componentes-tecnologicos-que_fig1_348415736 (Accessed: 30 May 2021).

'Resources for starting a mobile makerspace makerspaces' (2015) *Makerspaces.com*. Available at: <https://www.makerspaces.com/resources-for-starting-and-running-a-mobile-makerspace/> (Accessed: 27 May 2021).

Roland (no date) *Cortadora de Vinilo de Sobremesa GS-24 | Roland DG*. Available at:

<https://www.rolanddga.com/es/productos/plotter-de-corte/camm-1-gs-24-cortadora-de-vinilo-de-sobremesa> (Accessed: 30 May 2021).

Rosa, P. *et al.* (2017) *Overview of the Maker Movement in the European Union*. doi: 10.2760/227356.

Rosenheck, L. (2020) 'Espacios maker para hacer visible el aprendizaje de los alumnos — Observatorio de Innovación Educativa'. Available at: <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/espacios-maker-aprendizaje-visible> (Accessed: 26 May 2021).

Sherindan, K. M. (2014) 'Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces', *Harvard Educational Review*, 39(9), pp. 505–531. doi: 10.1007/BF00701379.

Stager, Gary. "Gary Stager's Full AScd Interview About Making." Stager-to-Go (blog). June 10, 2014. stager.tv/blog/?p=3241.

Tesconi, S. (2018) 'El docente como maker. La formación del profesorado en making educativo', *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*, p. 258. Available at: <http://www.tdx.cat/handle/10803/650281>.

Vuorikari, R. *et al.* (2019) *Makerspaces for education and training : exploring future implications for Europe*. doi: 10.2760/946996.

Wallace, M. K. *et al.* (2018) 'List of Maker Competencies, Including Preamble and Acknowledgments', *University of Texas at Arlington (UTA)*. Available at: <https://rc.library.uta.edu/uta-ir/handle/10106/27634?show=full> (Accessed: 27 May 2021).

Winick, E. (2020) *3-D Metal Printing | MIT Technology Review*. Available at: <https://www.technologyreview.com/technology/3-d-metal-printing/> (Accessed: 21 May 2021).

WISE@Madrid Infographics - WISE (2017). Available at: <https://www.wise-qatar.org/wise-madrid-infographics/> (Accessed: 27 March 2021).

World Economic Forum (2017) 'The Future of Jobs', (January). doi: 10.23943/princeton/9780691172811.003.0009.

World Economic Forum (2020) 'The Future of Jobs Report 2020 | World Economic Forum', *The Future of Jobs Report*, (October), p. 1163. Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>.

8 Annexos

- Annex 1 – Reportatge fotogràfica del procés constructiu de l'activitat 1, construcció del Cub Soma amb eines tradicionals.
- Annex 2 – Reportatge fotogràfica del procés constructiu de l'activitat 2, construcció del Cub Soma
- Annex 3 – Reportatge fotogràfica del procés constructiu de l'activitat 2, construcció del Cub Soma mitjançant disseny per sistema dièdric i fabricació amb talladora làser per CNC.

(Consultar el document adjunt amb els annexos)