

Construint el futur amb impressió 3D

Eulàlia Serveto Azorin

(eserveto@uoc.edu)

Juny 2020

Treball Final de Grau

Àrea d'especialització: Innovació - Impressores 3D

Memòria final

Curs 2020, 1r semestre

Sumari de continguts

Resum	5
Abstract	6
1. Introducció	7
1.1 Revisió breu de l'estat de l'art sobre l'objecte d'estudi i les maneres que s'ha tractat	7
1.2 Justificació de la tria del tema.....	7
1.3 Preguntes de recerca i/o hipòtesis a contrastar	8
1.3.1 Objectiu que es vol assolir?	8
1.4 Enfocaments teòrics	9
1.5 Pla de treball	10
1.6 Resultats esperats i quin tipus de coneixement nou es generarà amb el treball	10
1.7 Referències utilitzades per la proposta	10
1.7.1 Obtenció de la informació	11
1.7.2 Estratègia de cerca per obtenir determinada informació	11
1.7.3 Planificació temporal de la cerca d'informació	12
1.7.4 Recopilació de la informació adequada.....	12
1.7.5 Planificació de la recollida d'informació	13
1.7.6 Utilitzar la informació obtinguda	15
2. Marc teòric	16
2.1 Descripció i concepte de la impressió 3D	16
2.2 Mètodes de fabricació més comuns	16
2.3 Avantatges de la fabricació additiva	17
2.4 Innovació i impressió 3D	18
2.5 Usos de la fabricació 3D.....	18
3. Estudi empíric	19
3.1 Sectors amb més millores i avenços	20
3.2 Avantatges de la construcció additiva.....	22
3.3 Construccions més destacables i promeses de futur	23
3.4 Situació actual econòmica del sector de la vivenda	29
3.5 Materials de construcció i tècniques (tradicional vs. impressió 3D).....	30
3.6 Antecedents a territori espanyol	32

3.7 Futur laboral en impressió 3D.....	33
3.8 Estudi DAFO	35
3.8.1 Anàlisi extern	35
3.8.2 Anàlisi intern	36
4. Implicacions ètiques i socials	37
4.1 Responsabilitat social.....	37
4.1.1 Preocupacions socials i medi ambientals i presa de decisions	38
4.2 COVID-19 i la impressió 3D.....	38
5. Conclusions	39
5.1 Mètodes d'anàlisi utilitzats	41
6. Valoració.....	41
6.1 Discussions	41
6.2 Línies de recerca que continuen sense resposta	42
7. Autoavaluació	43
7.1 Agraïments.....	45
8. Referències bibliogràfiques	45

Resum

En aquest treball de final de grau s'ha volgut realitzar un estudi del mercat de la impressió 3D a l'actualitat, amb l'objectiu de detectar quin dels sectors dins d'aquest àmbit de impressió 3D poden ser més fructífers en un futur.

L'estudi empíric i el marc teòric s'han basat concretament en l'anàlisi del mercat i els avanços realitzats en el sector de la construcció amb fabricació additiva o fabricació realitzada amb màquines de impressió 3D.

El propòsit principal que s'ha perseguit es analitzar com milloraria el mercat de la construcció de vivendes i edificis en territori espanyol gràcies a aquest tipus de construccions més sostenibles i molt més ràpides i en alguns casos inclús més eficients. Per tant, s'ha centrat l'atenció en l'àmbit de la construcció de vivendes/edificis emprant el mètode de la impressió 3D, en qualsevol de les seves vessants.

La metodologia emprada per a realitzar l'estudi s'ha basat en l'observació, la transformació de dades i la lectura i comparació de molts textos científic-tècnics que s'han emprat per entendre millor els materials, els mètodes de construcció i inclús els possibles efectes econòmics que comportaria implantar un tipus de sistema de construcció així a territori espanyol.

S'han exposat al llarg del treball diferents exemples de construccions que han estat pioneres per diferents motius i que són dignes d'imitar en molts sentits; s'han usat com a referents i per crear uns antecedents en el principi de la construcció additiva com a vivendes normalitzades i no com a un conte de ciència ficció.

Finalment ens trobem amb les conclusions extretes d'aquest estudi que ens indiquen que els canvis com aquest cal introduir-los de manera pausada sobre tot a cultures poc adaptades al canvi o reticents a canviar certs aspectes tradicionals o molt marcats per la societat i la cultura. Un dels objectius d'aquest treball ha estat sobretot conscienciar i mostrar els grans beneficis d'aquest sector que millora i avança de manera constant i que amb la situació viscuda actualment (COVID-19) ens ha demostrat més que mai que necessària es l'adaptació i el canvi en moments de necessitat urgent.

Paraules clau: impressions 3D, empenedoria, impressores 3D, fabricació additiva, ciutats intel·ligents

Abstract

This final degree project aims to carry out a study of the 3D printing market today, with the aim of detecting which of the sectors within this field of 3D printing may be more fruitful in the future.

The empirical study and the theoretical framework have been based specifically on the analysis of the market and the advances made in the construction sector with additive manufacturing or manufacturing performed with 3D printing machines.

The main purpose that has been pursued is to analyze how the market for the construction of homes and buildings in Spanish territory will improve thanks to this type of construction that is more sustainable and much faster and in some cases even more efficient. Therefore, attention has been focused on the field of housing / building construction using the method of 3D printing, in any of its aspects.

The methodology used to carry out the study has been based on the observation, transformation of data and the reading and comparison of many scientific-technical texts that have been used to better understand the materials, construction methods and even the possible economic effects that would entail implanting a type of system of construction like this in Spanish territory.

Different examples of constructions that have been pioneers for different reasons and that are worthy of imitation in many ways have been exposed throughout the work; they have been used as references and to create a background in the principle of additive construction as standard housing and not as a science fiction tale.

Finally, we find the conclusions drawn from this study that indicate that changes like this need to be introduced paused especially in cultures poorly adapted to change or reluctant to change certain traditional aspects or very marked by society and culture. . One of the objectives of this work has been above all to raise awareness and show the great benefits of this sector that is constantly improving and advancing and that with the current situation (COVID-19) has shown us more than ever that it is necessary to adaptation and change in times of urgent need.

Keywords: 3D printing, 3D printer, smart cities, additive manufacturing, entrepreneurship

Construint el futur amb impressió 3D

Laia Serveto Azorín (eserveto@uoc.edu)

Grau d'Administració i Direcció d'Empreses (àmbit d'especialització del treball en Innovació i Impressions 3D)

1. Introducció

La idea principal d'aquest TFG és realitzar un estudi bastant complet de com la tecnologia de impressió 3D es podrà aplicar en un àmbit en concret de molts dels àmbits diferents als que es pot aplicar en un futur pròxim i investigar els usos que actualment ja se li dóna a aquest tipus de tecnologia.

Més concretament centrant-nos en l'aplicació d'aquesta tecnologia a construcció ciutats intel·ligents, però començarem per focalitzar-ho en les vivendes o construccions habitables a tot tipus d'usuaris, oferint un servei de impressió 3D d'una manera fàcil, còmoda i a l'abast de tothom; proporcionant eines i recursos que es poden utilitzar en base a la sostenibilitat i la rapidesa d'aquest mètode.

Emmarquem aquest treball en l'àmbit de la innovació, tot i que no es tracta d'una tecnologia innovadora; si es tracta d'un element fonamental en el desenvolupament de les noves tecnologies, i aquest element es proporcionar a un *target* concret d'usuaris aquest tipus de tecnologia, fer-la possible i a l'abast de tot tipus de persones i/o organitzacions.

La temàtica serà l'estudi i la possible implantació, on es pugui veure la realització de les diferents feines i gestions que cal dur a terme per a portar un negoci d'aquest tipus. I la situació actual en la que es troba aquest sector en diferents territoris, però centrant-nos sobre tot en el territori espanyol.

1.1 Revisió breu de l'estat de l'art sobre l'objecte d'estudi i les maneres que s'ha tractat

Actualment es troba molta informació sobre la tecnologia 3D i els seus usos i diferents aplicacions; amb aquest treball pretenc analitzar el sector amb profunditat; aquest tema sempre s'ha tractat com a innovador, ja que totes les noves aplicacions que sorgeixen són per a millorar els materials, la qualitat i la rapidesa de la impressió 3D, la millora de les màquines, la sostenibilitat dels materials, etc.

Sempre s'ha tractat de manera molt esperançadora l'ús d'aquesta tecnologia que permet i promet fer veritables proeses amb els pas del temps i les millores. En qüestió de 8 anys ha estat un sector que ha millorat moltíssim i que actualment segueix millorant dia a dia.

1.2 Justificació de la tria del tema

He volgut profunditzar en aquest tema perquè penso que es una tecnologia realment útil i que es podrà aplicar en àmbits com la medicina, la fabricació, l'alimentació, l'educació, etc.

A més conec varies persones implicades en aquest sector emergent, que estan fent propostes molt innovadores i beneficioses per a la societat; i que em seran de gran ajuda per a poder entendre com funciona aquest món tan a la avantguarda.

Hi ha molts treballs, articles, debats, fòrums, que parlen sobre aquest tema en concret i penso que serà molt interessant indagar en aquest món per a deixar passar a persones per a que puguin crear un pla d'empresa per a la creació d'una empresa de construcció utilitzant el mètode de fabricació additiva per a construir comunitats i vivendes.

1.3 Preguntes de recerca i/o hipòtesis a contrastar

És important plantejar abans de començar amb les preguntes de recerca i/o hipòtesis a contrastar, que abans de donar-li un títol definitiu al treball, m'agradaria avançar una mica més en el projecte per a poder enfocar-lo de la manera correcta.

Les preguntes o els objectius marcats amb la recerca i elaboració d'aquest treball són en general trobar maneres de proporcionar un servei a la comunitat, emmarcat dins de la innovació però proporcionant eines fàcils d'utilitzar i estudiar el mercat per veure si seria factible oferir aquest tipus de servei.

Els objectius específics o les preguntes a les que volem donar resposta amb l'elaboració d'aquesta cerca són:

- Analitzar el mercat de les impressions 3D i els seus possibles i actuals usos.
- Estudiar la possibilitat de realitzar construccions d'aquest caràcter i amb la tecnologia de impressió 3D
- Analitzar els factors que poden suposar un impediment o problema al fet d'orientar aquest servei cap a tot tipus d'usuaris i les possibles repercussions que pot comportar implantar un sistema de construcció amb aquestes característiques

1.3.1 Objectiu que es vol assolir?

En general, portant a terme aquest estudi d'investigació el que busco es identificar en quins sectors s'ha aplicat la tecnologia de impressió 3D de manera més generalitzada i a més una cerca complementaria de la innovació que suposa relacionada amb l'emprenedoria en aquest sector de l'ús de la tècnica de la impressió 3D.

La idea principal es enfocar aquesta cerca cap a les oportunitats de negoci que pot propiciar aquest tipus de tecnologia; per aquest motiu la cerca d'informació es realitzarà en un marc d'uns 5 anys enrere, per a centrar l'atenció en les implementacions que s'han fet en els últims cinc anys en aquest sector, i quines han anat guanyat més pes o podrien suposar una oportunitat de negoci més profitosa.

Es pretén, per tant, a través de l'anàlisi identificar quines vessants d'aquest tipus de negoci han estat més tractades i quines encara no estan del tot desenvolupades. I d'aquesta manera aconseguir focalitzar-nos en les oportunitats més innovadores.

Per a poder assolir aquest objectiu general he establert uns objectius específics que ajudaran a establir el principal:

- Analitzar els sectors amb més estudi i/o informació sobre la impressió 3D.
- Analitzar quins factors propicien l'oportunitat de negoci en aquest sector.
- Estudiar l'activitat d'aquest sector en els últims 5 anys; quines han estat les branques que més han evolucionat, tant a nivell de producció com de disseny.

Les hipòtesis que plantejarem realitzant aquest estudi empíric i a les que volem donar resposta són les següents:

- **Resulta un avantatge competitiu el fet de construir amb la tecnologia 3D o tecnologia additiva?**
- **Podríem optar per fer-nos una casa mitjançant el mètode de impressió 3D en 5 anys vista?**
- **La sostenibilitat podria ser la qualitat més remarcable d'aquest tipus de construcció 3D?**

1.4 Enfocaments teòrics

Els enfocaments teòrics es realitzaran seguint una sèrie de **pautes d'investigació**; utilitzant bases de dades, articles tècnics, informació proporcionada per a professionals d'aquest sector emergent i tenint en compte les constants evolucions que es produeixen dins del marc d'aquest sector en concret i totes les aplicacions a les que podrem arribar en un futur.

Crearem un marc teòric-metodològic amb la recopilació de la informació de les fonts abans esmentades i altres fonts d'informació que trobem fiables i contrastades. Amb la compilació de la informació realitzarem seguidament una inspecció més detallada i minuciosa i n'extreurem les dades documentals més rellevants per a la realització del nostre treball.

Justificant cada decisió i conclusió a la que s'arribi aportant informació que la recolzi. Realitzant una cerca sobre la metodologia que cal seguir en el curs d'una investigació s'ha trobat que esta composta de diverses fases que descriure a continuació:

1. Plantejament del problema amb la recopilació d'informació per establir un marc teòric amb la metodologia adequada.
2. Obtenir dades, mitjançant totes les fonts d'informació i recursos que tinc al meu abast, contemplant que com a treballadora d'una altre Universitat com es la UPC, més tots es accessos a BBDD que també em proporciona ser estudiant de la UOC; puc recopilar una gran quantitat d'informació i experiències de professionals de l'objecte d'estudi.
3. Processar la informació i quedar-nos amb la realment útil per a analitzar tots aquells aspectes que ens interessin; a més d'utilitzar un bon sistema d'organització per a poder trobar les dades que ens interessin i consultar-les quan sigui oportú; per a tenir la informació i les referències utilitzaré el programa de gestió de bibliografies Mendeley, a més del Google Scholar i altres eines de gestió de la informació.
4. Interpretar les dades; i així començar amb la redacció del nostre treball i d'aquest manera recolzar totes aquelles hipòtesis i preguntes que s'han planejat per a realitzar el treball amb resultats i conclusions que recolzin els resultats obtinguts.
5. Redactar les conclusions que extraurem de tot l'estudi realitzat i la investigació.
6. Memòria final, on adjuntarem tot el que tenim i hi trobarem el resultat final de tota la investigació realitzada.

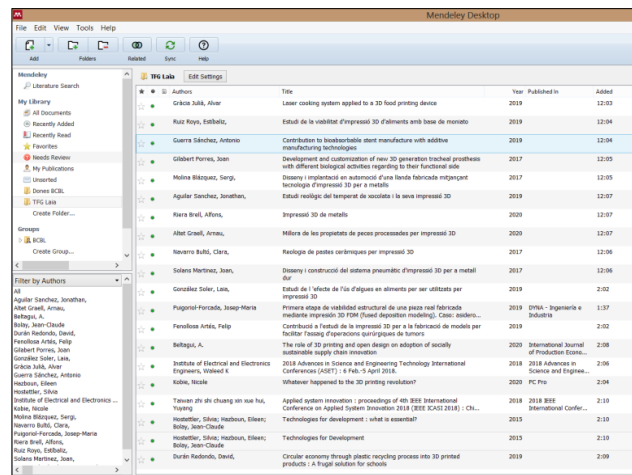
gràcies a treballar a una Biblioteca UPC puc accedir a bases de dades i materials científico-tècnics en paper o en format CD.

1.7.1 Obtenció de la informació

Per a realitzar la cerca d'informació necessària per a emmarcar el projecte d'investigació he trobat oportú utilitzar els recursos que més conec actualment; en aquest cas la meua actual feina a una Biblioteca de la UPC em facilita la cerca de recursos amb els motors de cerca de la UPC, tot i que la meua cerca serà més amplia intentaré centrar-me en fonts fiables i contrastades.

Per tant he decidit utilitzar el motor de cerca DiscoveryUPC que recull diferents fonts d'informació com TFG's, articles de revista, llibres, i altres tipus de documents.

L'objecte de l'estudi en qüestió m'ajuda en aquest cas a que la cerca es pugui dur a terme en un 100% de manera electrònica; ja que hi ha pocs documents físics que es refereixin a la impressió 3D, per tant de manera majoritària tots els recursos seran electrònics i n'hi haurà cap o molt pocs en format paper.



Font: Gestor de referències Mendeley Desktop

He decidit gestionar la bibliografia amb el gestor de referències Mendeley per a poder facilitar a l'hora de decidir quina informació es rellevant o irrellevant i a més també per a poder citar-la d'una manera més coherent al final d'aquest estudi d'investigació.

La pregunta més important sobre on trobar la informació, es important respondre-la de la següent manera: sempre és important obtenir la informació de llocs fiables.

1.7.2 Estratègia de cerca per obtenir determinada informació

L'estratègia en aquest cas serà bastant específica i s'utilitzaran recursos com:

- Elements per a relacionar els termes de cerca:

- Símbols de substitució (? / # / \$)
- Operadors booleans (and / or / not)
- Operadors de proximitat (with / NEAR)
- Truncaments (per a cercar la mateixa arrel d'una paraula clau de cerca)
- Tenir en compte que cal utilitzar sinònims, en aquesta cerca específica no hi ha masses sinònims relacionats amb la impressió 3D; però podem jugar amb la conjugació de verbs (exemple: print, printing, scan, scanning, etc.)
- Realitzar la cerca en diferents idiomes per a poder ampliar els resultats obtinguts (3D printing, impressió 3D, impresión 3D, etc.)
- Tenir en compte que els termes han de ser adequats al nivell d'especialització, en aquest cas el meu nivell d'especialització en aquest sector concret es relativament baix, a nivell usuari, però en el transcurs de l' investigació he anat trobant paraules claus i termes més específics.
- Cercar per camps i matèries, matèries específiques i matèries relacionades. Si tenim en compte aquest factor per la cerca podem trobar suggeriments addicionals sobretot en anglès com (3d modeling, 3d print, 3d scanning, actabular, acetabulo, etc.)

1.7.3 Planificació temporal de la cerca d'informació

1ª FASE	Cerca massiva d'informació sobre impressió 3D
2ª FASE	Selecció de les matèries més relacionades
3ª FASE	Comprovació de la cerca en diferents idiomes
4ª FASE	Limitació de les cerques amb operadors booleans i altres recursos de limitació
5ª FASE	Lectura i resum de les conclusions dels recursos trobats
6ª FASE	Selecció dels recursos més rellevants pel projecte
7ª FASE	Lectura més acurada i extracció de idees principals dels recursos
8ª FASE	Primera relació de les idees principals amb les preguntes i hipòtesis plantejades

1.7.4 Recopilació de la informació adequada

El que cal fer amb les dades obtingudes és fer una lectura de forma més completa dels recursos que creiem més importants i necessaris per a dur a terme el treball i extreure'n les idees principals; per a realitzar aquest procés he cregut convenient realitzar una lectura ràpida dels documents complementaris i una lectura més minuciosa de tots aquells recursos que crec més imprescindibles per a prendre les notes necessàries i així sintetitzar la idea de l'autor del recurs.

Principalment m'he basat en la recopilació d'articles d'investigació i de projectes finals de carrera o màster, per tant he tingut en compte les hipòtesis de partida o la pregunta principal a la que donen resposta aquests recursos, i les conclusions, que resumeixen d'una manera directa la pregunta o qüestió principal que plantegen.

La cerca per matèries relacionades ha estat molt útil, ja que he pogut relacionar continguts sobretot en anglès com: *three-dimensional printing, additive manufacturing, rapid prototyping...*

1.7.5 Planificació de la recollida d'informació

Donat que el terme d'estudi es molt concret, i com he dit amb anterioritat em basaré en la informació recopilada i donada la situació actual m'ha resultat complicat poder realitzar o dissenyar instruments per a obtenir altres tipus d'informació.

El que si he trobat d'utilitat i he pogut aconseguir es parlar amb una persona que porta 5 anys amb una empresa de impressió 3D i que es troba immersa actualment amb la situació del Covid-19 fabricant sistemes de protecció per a personal sanitari.

Per tant, he realitzat una trucada de vídeo amb el sistema Skype i he realitzat una entrevista a en David Mestres CEO de l'empresa IMES 3D, ubicada a Gavà (Baix Llobregat) dedicada a la assessoria, disseny i fabricació de diferents peces de 3D, inclús de gran format.

Vull recalcar que amb la situació actual m'ha resultat bastant difícil obtenir resposta dels professionals d'aquest sector ja que es troben immersos en el projecte 3DCovid-19; però gràcies a en David puc obtenir una visió directa i de dins del sector.

L'entrevista que vaig dissenyar per a en David va ser la següent:

Entrevista a David Mestres

- **Presentació (nom, lloc de treball actual, càrrec, etc.)**

David Mestres Mairal, creador de l'empresa IMES 3D i actual CEO, empresa on hi treballen 7 persones amb diferents rols per a dur a terme la fabricació de peces 3D. <https://www.imes3d.net/>

- **Podries fer un petit resum del teu recorregut acadèmic**

Vaig estudiar enginyeria tècnica en telecomunicacions i el màster en telecomunicacions a la UPC de Castelldefels i a partir d'aquí tots els meus projectes finals de carrera, és a dir, el meu TFG i el meu PFM, han anat lligats sempre a la impressió 3D.

- **Com vas decidir emprendre en el sector de la impressió 3D?**

Vaig decidir emprendre en aquest sector ja que vaig detectar que el mercat actual de la impressió 3D tenia bastant de mercat pel que fa a les peces petites, però en el meu projecte final de màster vaig detectar que em sortia molt car fabricar peces de 200 mm, o fora dels estàndards habituals, per tant vaig decidir fabricar una màquina que pogués

imprimir peces de més grandària. La gràcia d'aquesta màquina es que a petites empreses els hi interessava tenir un volum de impressió superior, és a dir, més peces en menys temps i amb una grandària superior a l'habitual.

- **Què es el que més t'apassiona de dedicar-te a aquest sector?**

A mi la part que més m'agrada es tractar amb el client, és a dir, entendre quin problema té per a buscar una solució; per A, per B o per C. Això vol dir que moltes vegades la solució no és viable amb 3D, però com conec bastant gent, conec a un proveïdor d'alumini que treballa per nosaltres i el que faig es unir a la gent per a que entre tots puguem buscar bones solucions als problemes. També m'agrada de una idea fer nèixer un objecte que doni solució a un problema, quan tot encaixa i funciona. Quan passa això sóc feliç.

- **En la situació actual que vivim del COVID-19 sabem que moltes empreses de impressió 3D han col·laborat per a fer arribar recursos a centres hospitalaris i serveis de primera necessitat, la teva empresa hi ha participat; pots explicar-nos una mica del projecte?**

El 8 de març vam veure que això anava per llarg vaig decidir per no avorrir-nos crear un grup de treball que es deia Café-3D, on ens reuníem on line a les 16h de la tarda , més aviat un grup d'amics del sector; per veure que es podia fer amb el 3D per a lluitar contra el Covid-19. El dia 12 es va decidir formalitzar el grup i el vam anomenar 3DCovid-19, i va entrar-hi molta més gent al grup, com col·laboradors, amics i altre gent.

A partir d'aquí es va formalitzar el grup, és va crear una pàgina web, una plataforma de validació d'aplicacions i tot això ha anat a més d'una manera molt exponencial, perquè en poques setmanes s'ha unit molta més gent, ens hem hagut d'organitzar per nodes, amb diferents plataformes que han creat aquest grup.

- **Quines sortides d'emprenedoria creus que té aquest sector, a quins sector es podria aplicar aquest tipus de tecnologia?**

Bé jo crec que les sortides que té el 3D són en molts àmbits, és molt transversal; des de l'espai a l'enginyeria, la fabricació, la alimentació, el sector sanitari, el sector de les medicines, en tots els sectors aplicada de maneres diferents; però amb un node comú es que es una producció descentralitzada de fabricació més local amb una matèria prima la que toqui; com podrien ser pastilles per un malalt d'Alzheimer o fabricar formació a mar.

- **Com veus el futur de la teva pròpia empresa d'aquí 5 anys?**

Igual el mes que ve cal que tanquem per tota la moguda del Covid-19; però responent a la teva pregunta: com veig el futur del negoci o de la impressió 3D en un futur a mig termini? Doncs jo crec que sobretot créixer en volum de gent i persones, sobretot enginyers i enginyeres, ja no et diré que tinguin molt de coneixement sinó que tinguin proactivitat per a millorar i buscar noves aplicacions. Per tant crec que el nostre negoci es centrarà en treballar per empreses ja siguin petites, mitjanes o grans que vulguin implementar el 3D a la seva cadena de valor.

Per exemple: amb un client que treballem ara mateix es diu Amazon, aquesta empresa és una empresa molt gran a nivell mundial, té una planta aquí al Prat de Llobregat on s'enfronta a diferents problemes en el dia a dia; de diferents tipus.

Els diferents tipus de problemes als que s'enfronta els em classificat de la següent manera: equips de protecció per l'operari i sistemes per a que no s'encalli la línia de processament de paquets.

Aleshores Amazon va contactar amb nosaltres per a veure quin sentit tenia aplicar el 3D dins de la seva cadena de producció enlloc de fer tantes peces amb mecanitzat, amb alumini, tall làser, etc.

Com es resumeix tot això? Que el 3D redueix el costos de producció; una petita peça que abans podia costar 50 o 60 € ara en costarà 12€, i a més l'avantatge es que aquesta solució que s'aplica a la planta del Prat de Llobregat, va a parar a un núvol de petits arxius i aquest mateixa peça es podria fabricar a Wisconsin, Mèxic, Rumania o Xina; i aleshores entre els mateixos treballadors, comparteixen solucions amb problemes que es troben dins de la indústria.

- **Vols fer algun comentari o alguna aportació més?**

Quina responsabilitat...Doncs bé que el 3D tampoc es una solució universal per a tots els problemes que existeixen, sinó que el 3D es una eina més dins d'altres tecnologies que hi ha en el mercat. També penso que falta formació a nivell de la indústria, per saber on té sentit fabricar peces en 3D o no; per tant penso que la indústria s'ha d'adaptar i entendre els nous paradigmes de fabricació additiva per a deixar de dissenyar amb la fabricació per motlle, mecanitzat, tall làser, etc. i entendre quines son les virtuts del 3D per aplicar-les al lloc corresponent i que et doni un bon profit.

1.7.6 Utilitzar la informació obtinguda

Les informacions seleccionades es corresponen a totes aquelles que aportin informació sobre la impressió 3D estretament relacionada amb la innovació, és a dir, quines són les futures implantacions de negoci en aquest camp.

Les preguntes i hipòtesis que ens plantegem son:

- Quines oportunitats de negoci es poden produir gràcies a la tecnologia de impressió i escaneig 3D?
- Fins a dia d'avui en quins àmbits s'ha aplicat la impressió 3D?
- Quins camps són els més prolífics o de més ús per a la tecnologia 3D actualment?

Per a respondre a la qüestió principal de les oportunitats de negoci cal primer extreure la informació rellevant sobre les aplicacions actuals d'aquesta tecnologia.

En aquest cas plantegem una hipòtesi predictiva o explicativa, i més concretament predictiva no experimental, ja que ens basarem en la relació de tota la informació extreta, creant un marc teòric on exposaré els tipus d'oportunitat de negoci que pot suposar usar la tecnologia d'escaneig i impressió 3D en diferents àmbits dels que es coneixen actualment. A més de

demostrar que aquest tipus de impressió aporta una ràpida resolució de problemes que amb altres mètodes podrien resultar molt més lents o poc resolutius. S'utilitzarà la investigació per a crear un marc conceptual i després anar formulant una investigació real i més precisa.

ANTECEDENTS

2. Marc teòric

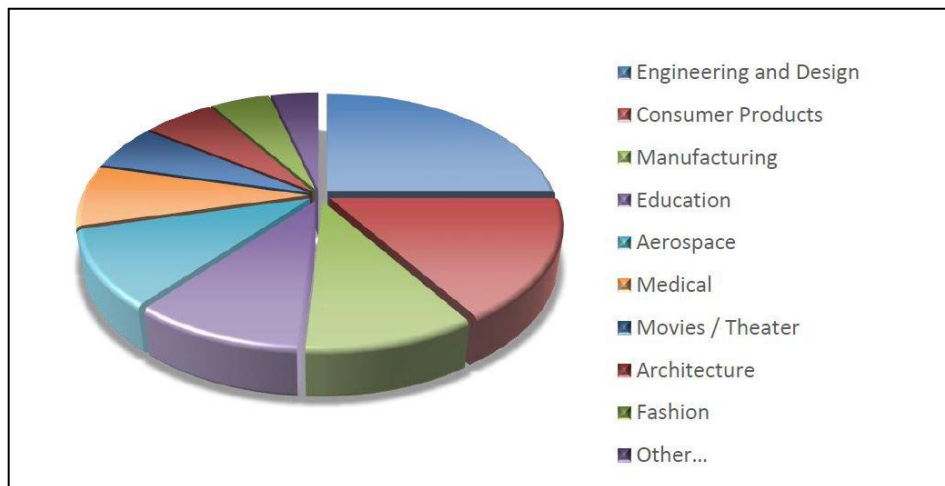
2.1 Descripció i concepte de la impressió 3D

Segons la descripció de la font Wikipedia¹, la fabricació per addició o impressió 3D, que així es com la tractarem en aquest treball, es aquell procés que permet crear objectes físics mitjançant unes capes tenint en compte un model digital ja creat o escanejant un objecte per a recrear-lo.

Per a la realització d'aquest procés es necessari software i hardware i materials adequats per a cada tipus d'aplicació diferents que es vulgui donar. Com abans he esmentat es pot recrear a partir d'un model digital gràcies al software i es plasma en un objecte físic de menor o major grandària gràcies al hardware.

Els usos més citats que trobem a la primera font d'informació són el disseny industrial, l'enginyeria, la construcció, automoció, sector aeroespacial, educació, arquitectura, etc.

Així doncs aquesta tecnologia de impressió per capes permet amb diferents materials crear des de peces per un avió, pròtesis d'ús mèdic, òrgans humans artificials amb capes de cèl·lules humanes, un postra de xocolata i molts altres usos que descobrirem en el transcurs d'aquesta investigació.



Font: Real-World Applications of 3D Printing - Autodesk University - Medium. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from <https://medium.com/autodesk-university/real-world-applications-of-3d-printing-388dcb210d6e>

¹ Impresión 3D - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from https://es.wikipedia.org/wiki/Impresión_3D

2.2 Mètodes de fabricació més comuns

- Estereolitografia o SLA → aquest mètode utilitza la llum UV per anar fixant les capes que es van imprimint, provocant un enduriment de les capes, una per una.
- Fabricació de filament fusionat o modelat per deposició fosa (FFF o FDM) → potser un dels mètodes més coneguts, on s'extrudeixen materials de plàstic fonamentalment i s'escalfen format un patró o dibuix.
- Sinterització selectiva del làser (ELS) → el més utilitzat en la fabricació industrial, on es fusionen materials en pols capa per capa a través d'un làser.

2.3 Avantatges de la fabricació additiva

Segons diverses fonts², sobretot d'empreses dedicades a aquest sector i l'entrevista realitzada a David Mestres, CEO de IMES3D, i participant i cofundador del projecte 3DCovid-19, podem determinar diversos avantatges que ens aporten aquest tipus de tecnologia:

- El procés es molt més ràpid que qualsevol altres procés de fabricació; fins a un 90% més ràpid que els mètodes convencionals de fabricació; aportant un valor afegit per a qualsevol empresa que cerqui la rapidesa i precisió de certs components.
- Es poden fabricar peces de gran complexitat, gràcies als models digitals que es poden adaptar i personalitzar de la manera que es vulgui.
- Les peces, objectes o projectes es poden fabricar de diversos materials, per tant també permet molta versatilitat a l'hora de fabricar peces per a diferents àmbits i usos.
- Generalment les peces creades pesen molt menys, ja que els materials són molt diversos i es poden escollir diferents materials que proporcionin menys pes a la peça, que pot arribar a ser una avantatge important segons l'ús del producte final.
- Un punt molt important es el no malbaratament de materials, és a dir, quan es fabriquen peces només s'utilitza el material necessari, i per tant no es generen tants residus quan es fabriquen peces; resultant en un producte molt més sostenible que amb els altres mètodes de fabricació convencionals.
- A més aquesta tecnologia ens permet crear diverses peces o conjunts de peces en una sola impressió, fet que agilitza encara més el temps de producció; gràcies a les seves possibilitats geomètriques.

² Impresión 3D | Ventajas impresión 3D | Fabricación aditiva. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from <https://www.intech3d.es/2019/01/29/impresion-3d-por-donde-empezar/>
Fabricación aditiva, un futuro de impresión... en 3D. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/revista-el-exportador/observatorio2/REP2018802190.html>

2.4 Innovació i impressió 3D

Una de les fonts³ consultades per a poder relacionar la impressió 3D amb la innovació ha estat les innovacions presentades a CES 2019⁴, la fira més gran del món realitzada a Las Vegas dels productes tecnològics més innovadors orientats als consumidors.

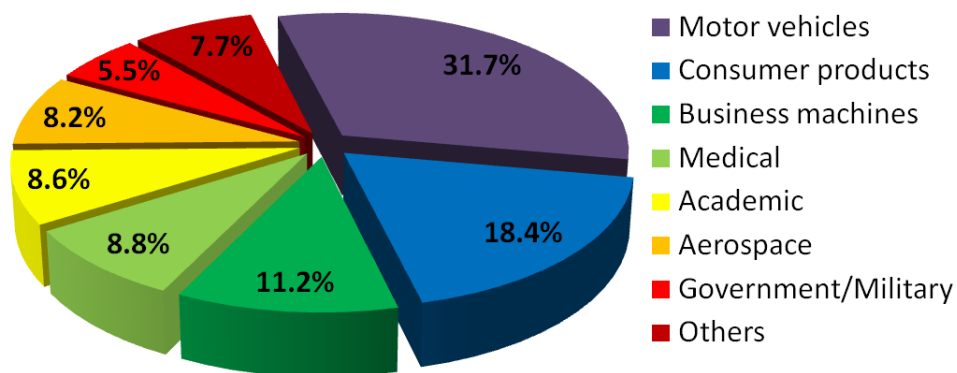
Aquí hi podem veure algunes de les innovacions de cara als consumidors sobre la impressió 3D com podrien ser impressores 3D a nivell usuari amb molta varietat de colors i funciona diferents per preus molt assequibles. La introducció d'un dels grans en aquest mercat, com *Polaroid* que també ha llançat al mercat una màquina anomenada *PlaySmart*.

També hi trobem nous consumibles i desenvolupaments per a les impressores 3D, sobretot de resines elàstiques, per a realitzar pròtesis dentals.

Impressores 3D SLA de gran format per a imprimir de manera més ràpida peces de gran format i a més una de les empreses més important en el món del calçat que actualment proporcionen l'opció de crear plantilles personalitzades per els seus clients utilitzant una tecnologia 3D, oferint un servei molt més personalitzat per als seus clients.

2.5 Usos de la fabricació 3D

Començarem parlant dels usos més comuns habitualment en la impressió 3D, que com abans s'ha esmentat són en diversos sectors com l'enginyeria en general, l'arquitectura, la joieria, el calçat, l'alimentació, educació, serveis mèdics, pel·lícules i teatre,...



Font: <https://blog.education.nationalgeographic.org/2013/11/25/3d-printers-3k-lawsuits/>

Si analitzem la gràfica anterior veiem que la impressió 3D s'usa majoritàriament per a vehicles a motor, i productes per al consumidor. Nosaltres ens volem centrar sobretot en el 7,7 % que

³ CES 2019, las innovaciones en la impresión 3D para este año - 3Dnatives. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from <https://www.3dnatives.com/es/ces-2019-impresion-3d-110120192/>

⁴ Consumer Electronics Show - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved April 8, 2020, from https://es.wikipedia.org/wiki/Consumer_Electronics_Show

correspon a altres usos que es poden donar a l'ús de la fabricació per addició i als productes per a consumidors, que també abracen grans possibilitats.

Alguns d'aquests usos menys comuns i que podem identificar com a oportunitats de negoci, i dels que investigaré més a fons per a constatar si són o no una bona oportunitat de negoci són:

- Impressió de tot tipus de productes que s'adaptin a l'anatomia humana de manera molt més precisa; un exemple d'això seria les plantilles de peu que abans em esmentat de Dr. Scholl o la impressió d'uns auriculars que s'assemblen al timpà humà creats per Asius Technologies.
- Creació de joguines adaptades a cada persona, un dels usos que ha donat l'empresa Mattel, creant el seu propi ecosistema de impressió 3D ThingMaker⁵.
- La creació de productes més eficients, sostenibles i ecològics per a la creació de diferents productes amb diversos usos.
- Pròtesis mèdiques totalment adaptades a la forma anatòmica a la que calgui adaptar-se; aquest no es un dels usos menys comuns, però potser si un dels més inaccessibles; però es podria millorar el procés de producció i de realització dels models digitals per a poder facilitar aquests recursos a països subdesenvolupats per exemple.
- Crear roba a mida i amb especificacions úniques i de manera ràpida i fiable, un exemple es la creació de l'impressora 3D de roba creada per un jove espanyol anomenada Kniterate⁶.
- Un ús poc utilitzat actualment seria la fabricació de cases o construccions amb dimensions reals, si que s'utilitza per a maquetes i petites creacions, però seria molt interessant donar més sortida a una impressió 3D de molt més gran format, per abaratir el preu de les vivendes i dels materials.

3. Estudi empíric

Un cop situats en el marc teòric de l'estudi que volem realitzar centrarem més aquesta cerca i realitzarem un estudi empíric, però abans cal que planifiquem aquesta cerca més centralitzada fent-nos les següents qüestions per a saber cap a on anirà la cerca en qüestió.

Les preguntes que ens plantegem són:

- En quin sector s'estan realitzant més millores o avanços dins de la impressió 3D?
- Quines són les avantatges econòmiques més rellevants d'aquesta tecnologia?

⁵ *Mattel's ThingMaker, the 3D printer that let kids make their own toys, delayed until next year* | TechCrunch. (n.d.). Retrieved May 30, 2020, from <https://techcrunch.com/2016/09/27/mattels-thingmaker-the-3d-printer-that-let-kids-make-their-own-toys-delayed-until-next-year/>

⁶ *Kniterate | The Digital Knitting Machine Home - Kniterate | The Digital Knitting Machine*. (n.d.). Retrieved May 30, 2020, from <https://www.kniterate.com/>

- Dins de quin sector suposaria una millora substancial?
- On podem trobar una oportunitat de negoci?
- Com plantejem aquesta oportunitat de negoci?

A trets generals, serien les 4 grans preguntes que ens plantejem abans de realitzar la cerca, tenint en compte que poden tenir les seves variables i que en el transcurs de la cerca podem anar modificant paraules clau, booleans, etc.

Una planificació plasmada en 9 diferents fases es la que ens portarà a assolir l'objectiu de recollir aquesta informació i tractar-la correctament, aplicant un mètode d'anàlisi teòrica-metodològica.

A continuació s'especifiquen les fases a seguir:

1ª FASE	Cerca concreta per saber cap a on avança més aquesta tecnologia
2ª FASE	Selecció d'un sector en concret
3ª FASE	Cerca en diferents idiomes (tot i que ens centrarem en territori espanyol)
4ª FASE	Limitació de les cerques amb operadors booleans i altres recursos de limitació
5ª FASE	Lectura i resum de les conclusions dels recursos trobats
6ª FASE	Selecció dels recursos més rellevants pel projecte
7ª FASE	Lectura més acurada i extracció de idees principals dels recursos
8ª FASE	Relació d'idees més concretes amb les preguntes plantejades del sector escollit en qüestió
9ª FASE	Extracció de primeres conclusions

3.1 Sectors amb més millores i avenços

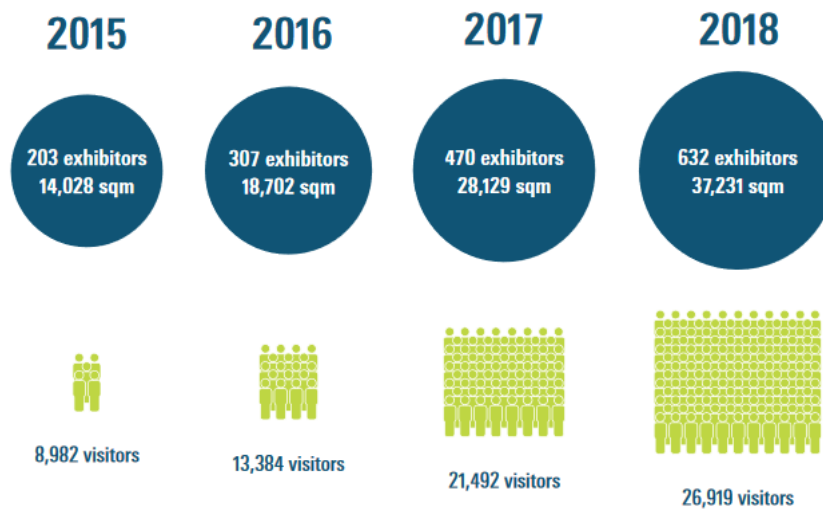
He trobat molt interessant centrar la cerca en les diferents fires tecnològiques on hi participen diferents empreses del sector de la impressió 3D i realitzar un estudi de quins són els sectors amb més participació, si el nombre d'empreses dedicades a aquest sector augmenten i quines són les millores més significants.

Anteriorment he parlat de la fira celebrada l'any 2019, la CES (Consumer Electronics Show); però cal destacar també una fira que es celebra des de l'any 2015, anomenada *FormNext*⁷, i que es dedica exclusivament a donar visibilitat a les empreses dedicades al àmbit de la fabricació additiva; anteriorment trobàvem la fira *Euromold*⁸ que també comptava amb expositors sobre aquest tipus de fabricació.

Per tant focalitzarem la nostra atenció cap a FormNext, que en la seva passada edició ens va deixar amb unes dades molt significatives sobre l'evolució del sector, i s'ha realitzat una petita gràfica per a veure l'evolució des del 2015 fins el 2018:

⁷ Formnext – International exhibition and conference on the next generation of manufacturing technologies. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <https://formnext.mesago.com/frankfurt/en.html>

⁸ EuroMold (Nov 2014), Frankfurt Germany - Trade Show. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <https://10times.com/euromold>



Font: https://formnext.mesago.com/content/dam/messefrankfurt-mesago/formnext/2019/documents/pdf/en/Formnext2019_ExhibitorInformation.pdf

Observant les dades presentades veiem que l'increment de metres quadrats d'instal·lació, d'expositors i de visitants es totalment exponencial; és a dir, parlem de 199,7 % d'increment en qüestió de 4 anys, un gran indicatiu de que es tracta d'un sector en total creixement.

Tenint en compte els àmbits més representatius dins d'aquesta fira i la gran representació d'empreses a nivell mundial molt potents com Fujitsu, Miele, Nike, Adidas, 3M, Boeing, LG Electronics, Porsche...podem observar que els àmbits on es centra tota l'atenció són els exposats a continuació:

- ✚ Tecnologia mèdica
- ✚ Joieria i rellotges
- ✚ Aplicacions per alta mar, aviació i aeroespacials
- ✚ Automoció
- ✚ Electrònica / Enginyeria / Energia
- ✚ Aplicacions domèstiques
- ✚ Packaging
- ✚ Arquitectura i construcció

Centrarem la nostra atenció en un sector en concret i que penso personalment que potser molt beneficiós a nivell social i econòmic.

Aquest sector serà l'arquitectura i la construcció, i més concretament en la construcció de vivendes.

Farem una primera mirada a totes aquelles dades que puguem recollir sobre el sector de la construcció relacionat amb la fabricació additiva i realitzarem l'estudi de les seves avantatges, desavantatges i com podrà ser possible en un futur no molt llunyà poder construir la nostra pròpia vivenda, simplement escollint un model d'un núvol de dades o d'una base de dades.

3.2 Avantatges de la construcció additiva

El principi més important de la construcció d'una estructura per procés additiu es que podem configurar qualsevol tipus d'estructura per parts, és a dir, que podríem configurar una vivenda o qualsevol altre tipus d'edificació per diferents seccions; sense necessitat de realitzar una sola estructura, però amb la possibilitat de fer-ho tot en una sola estructura, les possibilitats són il·limitades amb aquesta tecnologia.

Algunes de les avantatges de les que parlarem en profunditat són les següents:

- ✚ Procés de construcció globalitzat que permet processos d'assemblatge molt senzills
- ✚ S'eviten residus al no ser necessari motlles (només necessitem dissenys previs o escanejats)
- ✚ Els materials que es poden treballar van des de l'acer, passant pel formigó d'alta resistència i alguns tipus de plàstics sintètics.
- ✚ Les propietats tèrmiques d'alguns d'aquests materials suposen un gran estalvi energètic i entren dins del marc de la responsabilitat social i la sostenibilitat.
- ✚ Si es construeix una vivenda amb maons realitzats amb algun tipus de plàstic sintètic o altres materials, comptaríem amb una edificació totalment reutilitzable i renovable, que inclús es podria desmuntar i muntar a un altre lloc.
- ✚ El cost de la impressió 3D abarateix el preu final de la vivenda.



Font: <https://www.3dnatives.com/es/dubai-oficinas-impresas-26052016/>

En aquest imatge podem veure un exemple de construcció en 3D, ubicat a Dubai, amb formigó d'alta resistència, es tracta d'una superfície de 250 metres amb una construcció de 6 metres d'alt i 36 metres de llargària; es va realitzar amb una impressora equipada amb diversos braços robòtics i la construcció va concloure en 17 dies només.

A Dubai s'estan duent a terme diferents projectes per a realitzar construccions d'aquest tipus, i amb aquests projectes tenen la intenció d'establir-se com a la principal capital de fabricació additiva, i han fixat com a objectiu el de comptar amb més d'un 25% de la totalitat dels seus edificis fabricats amb impressió 3D per l'any 2030.

Si partim de la base que aquesta construcció additiva redueix els costos de fabricació fins a un 80% i el temps de construcció en gairebé un 70%, la base d'aquests projectes es basa en la visió de crear ciutats intel·ligents i sostenibles, un dels altres avantatges que cal tenir en compte.

3.3 Construccions més destacables i promeses de futur

Una de les estructures més destacables i a dia d'avui (18/04/2020) una de les més grans creades amb aquesta metodologia és un edifici que es troba a Dubai també; es tracta d'un edifici de 640 metres quadrats i a més de dues plantes, un dels primers amb aquesta qualitat en particular; ha estat creat per l'empresa Apis Cor.



Font: 3D Printed Homes | Apis Cor | United States. (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from <https://www.apis-cor.com/>

Va estar tot un repte crear un edifici d'aquestes dimensions, però a nosaltres ens permet investigar quines són les eines que es necessiten per a crear una edificació d'aquesta magnitud; i aplicar-ho a un altre tipus de construccions que són en les que acabarem realitzant l'estudi més profund, que són les vivendes personalitzades i per mòduls, que permetran una ràpida construcció dins de del marc de la sostenibilitat i de la abans comentada "ciutat intel·ligent", però primer cal que fem una primera mirada a les construccions més destacables.

En aquest cas en concret es va necessitar una impressora 3D portàtil que es transportava a través d'una grua i només 3 treballadors especialitzats en el sector que operaven l'impressora; i en un període de 3 setmanes es va construir la totalitat de l'edifici. Sense oblidar-nos de la mà d'obra qualificada que va acabar de fer l'instal·lació del cablejat, instal·lació de tancaments com portes, finestres, els ciments i el sostre.

Cal tenir en compte però que els edificis d'aquestes magnituds suposen grans terrenys i majoritàriament es destinarien a usos governamentals, d'administració pública o altres tipus de centres orientats a la comunitat.

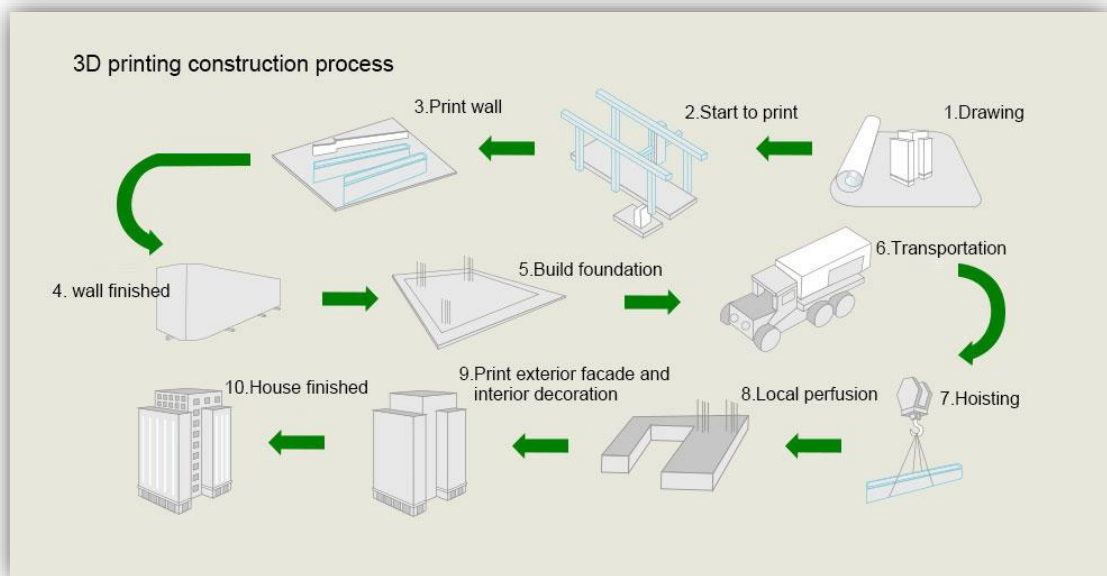
Com a promesa de futur cal mencionar a l'empresa xinesa Winsun⁹, un dels grans referents a nivell mundial en arquitectura i construcció per aquest mètode, que compta actualment amb més de 225 patents pròpies i 6 tecnologies diferents de construcció amb sistemes realment innovadors i orientats a les ciutats del futur, que compta entre alguns d'ells amb materials sostenibles, mal·leables, de llarga durada i pensats per a situacions meteorològiques extremes.

Parlem d'una empresa que compta amb quatre dels avenços més pioners en el sector que son:

- Primera en empresa en desenvolupar una tinta i broquet universal per a l'impressora 3D a nivell arquitectònic
- Pioners en desenvolupar l'impressora més gran del món
- Primers en crear una impressora 3D que pot imprimir de manera continua productes de construcció
- Pioners en integrar la tecnologia d'integració de impressió, anomenada com *3DFive*

Tenir com a referent una empresa d'aquest tipus pot servir per analitzar les diferents variables que cal tenir en compte per elaborar projectes de construcció amb fabricació additiva.

Aquí tenim un petit diagrama que ens mostra les passes que segueixen per a dur a terme un projecte així:



Font: http://www.winsun3d.com/En/Product/pro_inner_1

Un procés que com podem veure compta amb 10 etapes essencials, i que aporten una ràpida construcció, un disseny individualitzat, una instal·lació mecanitzada, com si d'una casa de LEGO es tractés, a més d'un servei totalment especialitzat i a gust del consumidor final.

⁹ Yingchuang Building Technique (Shanghai) Co.Ltd. (WinSun). (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <http://www.winsun3d.com/En/>

En aquest cas volem centrar-nos en aquest tipus de construcció però a escala més reduïda i molt més accessible per a la resta de col·lectius; intentant aconseguir resoldre una problemàtica que actualment es bastant greu i que no presenta canvis favorables o significatius en uns 10 anys vista, com la falta d'accessibilitat a la vivenda per un sector de població concret, la joventut.

Estudiarem més a fons alguns dels **casos de construcció** realitzats amb impressió 3D més rellevants fins el moment i alguns que es plantegen per un futur molt proper, la metodologia documental que s'ha seguit per a posar en rellevància aquests casos en concret ha estat casos on la construcció hagi estat exitosa, amb un preu raonable, destinades a vivendes i amb un gran interès sostenible.

Les dades que aportarem per a cada cas en concret seran:

- Tipus de construcció
- Superfície total de la construcció
- Material utilitzat
- Temps requerit
- Tecnologia utilitzada
- Cost aproximat

La primera es una construcció d'una **comunitat a Mèxic de 50 cases**, portada a terme per a New Story¹⁰, l'empresa Icon¹¹ de tecnologia 3D i la fundació Échale México¹².



Font: Échale. (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from <http://www.echale.com.mx/es/>

La idea principal es crear una comunitat de cases per a que els futurs inquilins puguin viure en unes condicions humanes, amb un sostre i les necessitats bàsiques primordials.

¹⁰ *We Pioneer Solutions To End Global Homelessness | New Story.* (n.d.). Retrieved May 1, 2020, from <https://newstorycharity.org/>

¹¹ *Home | ICON BUILD.* (n.d.). Retrieved May 1, 2020, from <https://www.iconbuild.com/>

¹² *Échale.* (n.d.). Retrieved May 1, 2020, from <http://www.echale.com.mx/es/>

A continuació es detallen les dades del projecte en qüestió:

- Tipus de construcció → Vivendes unifamiliars
- Superfície total de la construcció → 46 m²
- Material utilitzat → No especificada
- Temps requerit → 24 hores
- Tecnologia utilitzada → Braç robòtic
- Cost aproximat → 3.000 € per casa

Casa impresa en tecnologia 3D que ens promet auto sostenibilitat, amb energia solar i que es pot construir damunt de qualsevol superfície plana; aquest projecte a vist la llum gràcies a Haus.me¹³, una empresa nord americana que ens promet una casa a prova de diferents casos d'apocalipsi, ja que ofereix una construcció que es pot traslladar, i la ofereix en diferents formats i amb gran varietat de preus.

La particularitat d'aquest cas, es que ens proporciona l'auto sostenibilitat, ja que compta amb plaques solars al sostre, amb dipòsit d'aigua totalment reutilitzable, exceptuant les aigües negres que si que s'haurien de llençar i amb filtres d'aire HEPA que retenen les possibles bacteries que puguin accedir des de l'exterior.

Un exemple important i a tenir en compte si es volgués viure a un indret aïllat i totalment fora de la xarxa de subministres tal i com la coneixem.

- Tipus de construcció → Vivendes unifamiliars
- Superfície total de la construcció → Des de 37 m² fins a 148 m² (3 models disponibles)
- Material utilitzat → fibra de carboni, polímers i panells de vidre reforçat
- Temps requerit → 24 hores
- Tecnologia utilitzada → Peces assemblades impreses amb solucions amb suspensió per cables d'impressores 3D
- Cost aproximat → Des de 180.000€ fins a 1.000.000€



Font: haus.me | Autonomous Zombie Proof Luxury House. (n.d.). Retrieved May 8, 2020, from <https://haus.me/>

¹³ haus.me | Autonomous Zombie Proof Luxury House. (n.d.). Retrieved May 2, 2020, from <https://haus.me/>

Impressió d'una **casa de formigó al Marroc**, creada per l'empresa Be More 3D, de la que ja hem parlat amb anterioritat, la primera *startup* en crear una impressora 3D pensada pel formigó a Espanya. La particularitat d'aquesta vivenda es que pretén demostrar l'abaratiment dels costos de producció d'un habitatge d'aquest tipus i la reducció de generació de residus, de les emissions de CO2 i els riscos laborals associats habitualment a la construcció d'un habitatge.

Es va crear gràcies a un certamen anomenat [Solar Decathlon Africa 2019](#), celebrat al Green Energy Park de Ben Guerir (Marroc).

- Tipus de construcció → Vivenda
- Superfície total de la construcció → 32 m²
- Material utilitzat → formigó i polímers
- Temps requerit → 12 hores
- Tecnologia utilitzada → impressora 3D professional 'BEM PRO 2'
- Cost aproximat → 1.500 €



Font: Viviendas, dispositivos y construcción 3D | Bomore3D. (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from <https://bomore3d.com/>

L'empresa italiana WASP¹⁴ va crear una petita casa feta amb materials orgànics, anomenada **projecte Gaia**, una construcció que es troba a Shamballah a Itàlia, es va construir al 2018 amb la particularitat que es va construir a partir de terra crua i tot de materials procedents de la cadena de producció de l'arròs, creant així una vivenda totalment eco-sostenible. Van utilitzar una impressora 3D anomenada *Crane WASP*.

- Tipus de construcció → Vivenda
- Superfície total de la construcció → 30 m²
- Material utilitzat → materials naturals i totalment sostenibles
- Temps requerit → 10 dies
- Tecnologia utilitzada → impressora 3D professional '*Crane WASP*'
- Cost aproximat → 900 €

¹⁴ The first 3D printed House with earth | Gaia | 3D Printers | WASP. (n.d.). Retrieved Apr 30, 2020, from <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/>



Font: *The first 3D printed House with earth | Gaia | 3D Printers | WASP.* (n.d.). Retrieved Apr 30, 2020, from <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/> // The RiceHouse (anomenada així per l'ús dels seus materials de construcció)

Les comunitats de cases impreses en 3D es un gran exemple d'homogeneïtat en l'arquitectura de certes zones i ajuden a crear comunitats, aquest es l'objectiu del **projecte Milestone**, creat als Països Baixos.

Aquest projecte es va dur a terme per 5 companyies diferents: el contractista *Van Wijnen*, l'administrador immobiliari *Vesteda*, l'empresa de materials *Saint Gobain-Weber Beamix* i l'empresa d'enginyeria *Witteveen + Bos*. Les cases van ser dissenyades pels arquitectes Houben / Van Mierlo i col·laboren totes amb la Universitat Tecnològica d'Eindhoven.

En total es van construir 5 vivendes per a diferents tipus de famílies, una vivenda d'una sola planta i les 4 restants de dos o més nivells.

Cal destacar que els Països Baixos es un dels països on més s'està implementant aquests tipus de construccions, perquè s'han adonat dels grans avantatges que suposa construir amb aquest mètode.

- Tipus de construcció → Vivendes unifamiliars
- Superfície total de la construcció → Des de 50m² fins a 110 m²
- Material utilitzat → formigó
- Temps requerit → Depenent de la construcció entre 2 i 10 dies
- Tecnologia utilitzada → impressora 3D amb pòtic de grua
- Cost aproximat → No especificat (entre 5.000 - 20.000 €)



Font: *3dprintedhouse: 3D Printed House.* (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from <https://www.3dprintedhouse.nl/en/>

Els exemples que hem vist són casos variats de tot el que es pot arribar a fer amb la tecnologia de fabricació additiva, i les possibilitats que ens aporta aquest sistema; des de jugar amb diferents formes dels edificis, el seu espai, els materials amb els que es construeix, el temps de duració dels projectes, etc.

Cal tenir en compte que s'han escollit aquests projectes per ser els més recents, els més pioners i aquells que han tingut més èxit dins del món de la construcció amb impressió 3D, i sobretot aquells que han tingut un impacte i un interès sostenible més elevat.

3.4 Situació actual econòmica del sector de la vivenda

Analitzant la situació actual del preu de la vivenda ja sigui de compra o de lloguer, trobem dades molt poc esperançadores, sobretot pel que fa al sector més jove la població. La situació es complica a les gran ciutats on s'hi troba concentrada gran part de la població.

Nosaltres centrarem l'anàlisi en territori espanyol, on en els últims 5 anys el preu del lloguer ha augmentat entre un 50-60% a ciutats com Madrid o Barcelona i el preu de venda a escalat a límits que ens mostren un panorama mot preocupant de futur.

Un informe realitzat pel Consell de Joventut d'Espanya¹⁵ ens mostra dades com que el lloguer d'un pis per a un sol individu pot arribar a suposar fins el 94,4% del seu salari; o que la taxa d'emancipació a data 2019 va ser d'un 18,5% entre els joves d'entre 16 i 29 anys; també ens indica que un 11% d'aquesta població ha acabat abandonant la seva província de naixement degut als preus de les vivendes.



Font: Percentatges d'emancipació a Espanya (2014-2019)

Un cop situats i amb aquestes dades, detectem finalment un greu problema que pot portar a una certa cerca de solucions, com podrien ser en aquest cas les vivendes sostenibles (per massificació de la població) i de preus reduïts (assequibles pels diferents nivells econòmics). Com podem plantejar aquesta situació? Amb la creació de projecte col·lectius? Comunes? Terrenys comunitaris?

¹⁵ La tasa de emancipación de la población joven en España alcanza el valor más bajo de los últimos diecisiete años. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <http://www.cje.org/es/sala-de-prensa/notas-de-prensa/la-tasa-de-emancipacion-de-la-poblacion-joven-en-espana-alcanza-el-valor-mas-bajo-de-los-ultimos-diecisiete-anos2/>

3.5 Materials de construcció i tècniques (tradicional vs. impressió 3D)

La problemàtica que s'ha exposat ens porta a informar-nos sobre les diferències que hi ha entre la construcció tradicional i la construcció amb impressió 3D i veure-ho des d'un punt estrictament econòmic.

Quin es l'import que suposaria **construir una casa tradicional** i quins són els requisits a tenir en compte per a poder optar a una vivenda d'aquestes condicions?

En tot moment parlem de territori espanyol i els materials i tipus de serveis sobre les tarifes estipulades de manera general, tots els preus poden variar segons la qualitat del servei o dels materials i la llei de la oferta i la demanda.

En una construcció convencional podem trobar 3 tipus d'**estructures** com el formigó, la fusta i l'acer, que oscil·len amb preus des dels 100€/m² fins els 200€/m²; però si es té en compte el preu de la cimentació parlariem d'uns **300-400€/m²**.

Observem que hi ha molta informació sobre aquest tema en qüestió i per tant ens centrarem en realitzar una valoració més general, he seguit els mètodes de realització de pressupostos estipulats i he consultat diferents calculadores de pressupost per a una casa d'uns 70m²; el programa Zhitov¹⁶ m'ha ajudat a realitzar uns càlculs estimats i a tenir en compte varis aspectes crucials.

Si ara mateix realitzéssim un pressupost de construcció per a un mètode de construcció tradicional caldria tenir en compte aquests aspectes:

- ✚ Preu del terreny
- ✚ Disseny d'arquitecte i projecte
- ✚ Disseny estructures realitzat per un enginyer civil
- ✚ Instal·lacions elèctriques i sanitàries (arquitecte/enginyer)
- ✚ Cost total de la construcció (materials i mà d'obra)
- ✚ Permisos de construcció (segons ubicació terreny les taxes varien per municipi)

Si hi sumen altres possibles despeses com l'IVA, els estudis del terreny, taxes per llicències urbanístiques, projecte realitzat i signat per un arquitecte, alta de subministres, i tots els salaris associats amb els obrers que calgui per a treballar a l'obra, podem arribar als **750-900€/m²** per a una vivenda construïda amb el mètode tradicional.

Preu final aproximat amb construcció tradicional → 750-900€/m²

Quin es l'import que suposaria construir una casa amb un **mètode innovador, com la impressió 3D** i quins són els requisits a tenir en compte per a poder optar a una vivenda d'aquestes condicions?

En aquest apartat podem ser molt més precisos amb els preus o els costos que suposaria la construcció d'un tipus de casa fabricada pel mètode additiu de materials.

¹⁶ Más de 50 clases de cálculo. Cálculo de la fundación de la tira, el tamaño de las vigas, escaleras de madera. Calculadora de construcción. (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <http://www.zhitov.ru/es/>

Tenim un bon exemple d'una casa construïda per Apis Cor¹⁷ d'uns 38m² on hi tenim tota la relació de conceptes necessaris per a realitzar la vivenda i d'on hi podem extreure un preu per metre quadrat aproximat.

Alguns dels elements bàsics són semblants als de la construcció tradicional, ja que sense un terreny no tindrem on edificar la construcció, també necessitarem demanar permisos de construcció; i pel que fa a la resta de despeses serien aquestes les que caldria tenir en compte, tenint en compte que tots els números es basen en una construcció de 38m²:

- Fonaments de construcció: 257 €
- Parets: 1507 €
- Terra i sostre: 2258 €
- Cablejat: 225 €
- Tancaments (portes i finestres): 3290 €
- Acabat exterior: 772 €
- Acabat interior: 1094 €

El total seria de 9.500€ només per la vivenda ,sense tenir en compte el terreny i les taxes; però estalviant-nos amb aquest tipus de projecte el contractar un arquitecte, un enginyer civil, etc. ja que aquest tipus d'empreses compten amb prototips ja fets, només ens caldria una inspecció del terreny per a realitzar els fonaments de la construcció i després podríem tenir la nostra pròpia vivenda en qüestió de dies o setmanes.

Si als 9.500€ hi tenim en compte els 38m², obtenim un resultat de 250€/m² per a una construcció realitzada amb el mètode de impressió 3D.



Font: 3D Printed Homes | Apis Cor | United States. (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <https://www.apis-cor.com/>

Preu final aproximant amb construcció de impressió 3D → 250-300€/m²

Per tant la conclusió es clara, el preu de la vivenda tradicional triplica el preu que podríem aconseguir per a un tipus de vivenda realitzada amb impressió 3D, sobretot pel temps de

¹⁷ 3D Printed Homes | Apis Cor | United States. (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <https://www.apis-cor.com/>

construcció que es un dels conceptes que varien més i que abarateixen l'operació d'aquesta manera.

El fet de poder confeccionar una vivenda sobre un model digital també ens aporta molts avantatges davant de la construcció tradicional, ja que es poden detectar errors ínfims que potser un ull humà no detectaria.

El cost de la mà d'obra també implica una important reducció en el preu final de la vivenda, ja que el fet de comptar amb menys personal qualificat i per menys temps, doncs suposa una reducció de fins un 80% de les despeses finals.

Podem concloure doncs dient que la construcció de impressió 3D també té els seus desavantatges, com l'adaptació a aquest tipus de construccions pel que fa a les normatives municipals d'edificació o les diferents taxes que s'han de pagar per a poder construir un tipus de vivenda d'aquestes característiques.

Aquests camins s'haurien d'estudiar, i demanar l'adaptació per a complir amb les normatives vigents actualment i aconseguir que aquest tipus de fabricació amb impressió 3D fos reconeguda en territori espanyol.

3.6 Antecedents a territori espanyol

A Espanya en concret ens trobem amb un cas de vivendes de luxe, a Alcalà de Henares, on s'ha construït 102 vivendes unifamiliars de formigó industrialitzades. Aquestes vivendes es componen de 380 peces de les que el 62% són totalment iguals.

Les investigacions per a desenvolupar diferents tipus de materials i aliatges per a donar amb nous materials de més durabilitat, més flexibles, etc. no cessa i per tant ens trobem en un mercat amb un canvi constant i que podrà aconseguir grans aliances en un futur no molt llunyà.

A Espanya trobem dues empreses importants que actualment es dediquin a la construcció de vivendes i/o edificis utilitzant el mètode de impressió 3D; com Be More 3D¹⁸, una start-up valenciana que va crear la primera casa impresa en 3D a Espanya; i també cal mencionar a 3DCons¹⁹, un projecte que pretén introduir tecnologies 3D a la indústria de la construcció, ja sigui en reformes, restauracions o per a obres noves.

Fent un anàlisi més extens veiem que si hi ha empreses que permetrien realitzar peces de gran calibre, però hi ha molt poques en territori nacional que permetin realitzar una obra de més magnitud, es per aquest motiu que hi podem trobar una oportunitat de negoci, ja que a la meua manera d'entendre hi ha un gran futur en aquest tipus de construccions, ens porta cap el camí de la sostenibilitat, la reducció de residus i el malbaratament de materials.

Suposant una gran millora a nivell de construcció i també com a nivell de vida.

¹⁸ *Viviendas, dispositivos y construcción 3D | Bemore3D.* (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <https://bemore3d.com/>

¹⁹ *3DCons | Nuevas tecnologías de impresión 3D.* (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <http://www.3dcons.eu/>



Font: *Viviendas, dispositivos y construcción 3D* | Bemore3D. (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from <https://bemore3d.com/>

Cal que siguem capaços d'incloure la tecnologia en els processos de construcció; per a maximitzar l'eficiència i comprendre que el futur inclourà molts aspectes que estaran estretament lligats a la tecnologia. La seguretat dels treballadors també serà minimitzada, però caldrà personal preparat per a fer ús de màquines de impressió 3D.

Necessitem doncs que el canvi a Espanya es produeix amb una popularització mundial d'aquest tipus de construccions, tot i que cada cultura i país compta amb els seus propis estàndards i tradicions, la impressió 3D ens pot proporcionar tantes possibilitats que es pot adaptar a gairebé tot allò que puguem imaginar.

Cal desmitificar la idea que tenen moltes persones que les cases prefabricades son de pitjor o de menys qualitat que una casa fabricada de manera tradicional.

Podem crear des d'una casa amb materials totalment naturals (fibres d'arròs, fibres vegetals, olis, etc.) o podem crear-la amb formigó, plàstics reciclats, les possibilitats amb el temps podran inclús ser infinites.

3.7 Futur laboral en impressió 3D

Aquesta tecnologia ha conduit a la creació de nous llocs de treball; i també com altres tipus de tecnologies com la intel·ligència artificial o la robòtica farà desaparèixer o adaptar molts llocs de treball com els coneixem actualment.

El sector aquest en concret comporta una demanda de perfils especialitzats tècnics, d'enginyeria i industrials, a més dels desenvolupadors de software; aquest tipus de perfils aniran en augment amb el temps ja sigui per aquest tipus de tecnologia o per altres; fa 8 anys no havíem sentit a parlar mai d'un *community manager*, i ara hi ha empreses que no podrien prescindir d'aquest lloc de treball.

L'evolució de les noves feines orientades al sector IT ha augmentat en els últims 10 anys de manera exponencial, més en alguns àmbits que en altres, però la tendència serà de pujada en un futur, sense cap dubte, les dades ens ho indiquem.

EVOLUCIÓN TOP 10 PROFESIONES DIGITALES

Estudio 2019



Font: ¿Cuáles son las profesiones digitales más demandadas por las empresas? (n.d.). Retrieved April 24, 2020, from <https://ipmark.com/cuales-son-las-profesiones-digitales-mas-demandadas-por-las-empresas/>

Les línies de producció, l'artesania, la joiera o tot allò que suposi un treball fet a mà pot considerar la impressió 3D com a una amenaça; però cal veure-ho com una oportunitat per a complementar alguns dels treballs. La artesania sempre serà feta a mà, cal treure molts dels estereotips que envolten aquest món encara.

Hi ha països que estan implantant l'educació basada en les STEM (Science, Technology, Engineering and Maths) per a procurar coneixements basats en les noves tecnologies als estudiants, com cursos d'iniciació en la impressió 3D i tot allò que pugui apropar a la joventut que formarà part del futur laboral a un món molt més tecnològic.

Troblem inclús exemples en països que es troben en via de desenvolupament com podria ser la Índia que inclou en els seus calendaris acadèmics cursos de impressió 3D; i molts altres casos a Europa; per exemple a Espanya algunes empreses com IT3D han creat un projecte, anomenat Aula 3D, en el que col·laboren amb diferents escoles i creen racons amb impressores 3D, a més de proporcionar-los servei tècnic i formació.

Formar als nens des de les escoles també proporciona crear un tipus d'interès a aquests nois/es sobre aquest món i que en un futur es plantegin orientar la seva carrera professional cap el sector de les noves tecnologies.

Els nous llocs de treball que s'han creat i es segueixen creant en aquest món de la impressió són per exemple:

- ✚ Experts en optimitzar arxius 3D
- ✚ Especialistes en software i disseny 3D
- ✚ Creadors d'arxius i models 3D
- ✚ Optimitzadors de materials
- ✚ I+D en nous materials

La formació per tant jugarà un paper important en un futur, i ja s'estan duent a terme projectes i idees per apropar el jovent cap a aquest tipus de professions.

3.8 Estudi DAFO

S'ha realitzat un estudi DAFO, per a determinar les debilitats, amenaces, forteses i oportunitats que ens pot brindar la construcció amb fabricació additiva, i així poder fer un anàlisi intern i extern. Això ens servirà per a poder determinar les nostres conclusions finals.



3.8.1 Anàlisi extern

- Sector en desenvolupament i en creixement constant → les innovacions i les possibilitats arquitectòniques que aporten aquest mètode es troben en alça, i les novetats en torn aquest món no deixen d'estar en constant creixement i evolució.
- Sector molt tradicional i reticent al canvi → si parlem sobretot de tot el referent a la construcció en territori espanyol, ens trobem davant d'un mercat difícil i amb molts entrebancs i dificultats; al tractar-se d'una tècnica innovadora es més complicat incorporar-ho en processos massa arrelats.
- Personalització de les construccions → ens permet realitzar dissenys i plànols per a realitzar vivendes innovadores i la facilitat arquitectònicament parlant que garanteix aquest mètode versus el mètode tradicional.
- No es requereix un alt coneixement tècnic → ens suposa una oportunitat que el procés el porti a terme una màquina que s'ha de programar i que per tant si requereix de

coneixements tècnics, però molts menys que els coneixements que caldria tenir en compte per a un procés d'obra tradicional.

- Inversió inicial molt menor → els costos d'inversió inicial en una construcció realitzada mitjançant fabricació additiva són molt menors als costos que es podrien derivar d'una obra tradicional.
- Pocs proveïdors → el fet de comptar en principi amb pocs proveïdors o poques empreses que ens puguin proporcionar aquests tipus de serveis pot resultar una amenaça, ja que sempre caldrà contactar de nou amb la constructora que ha realitzat l'edificació i obtindrem poca varietat i on escollir.
- Permisos i llicències → els permisos d'obra, les reglaments i les diverses condicions que cal complir per a una vivenda poden ser realment estrictes ens segons quins municipis i poden suposar, en principi, una amenaça per a dur a terme projectes d'aquest tipus.

3.8.2 Anàlisi intern

- Reducció costos → aquesta fabricació ens aporta sobretot una relació cost/eficàcia altíssima, i per tant es una gran fortalesa.
- Reducció temps de construcció → el temps es redueix significativament si ho comparem amb la construcció tradicional, aportant un valor molt elevat a aquest mètode.
- No necessària mà d'obra → si es necessària, però sense cap punt de comparació amb l' utilitzada habitualment, es redueix gairebé a mínims indispensables.
- Reducció de residus → l'optimització absoluta els materials ens permet generar molts pocs residus i per tant es redueixen els costos per utilització de material no necessari i òbviament els residus que es puguin generar.
- Més seguretat laboral → les activitats de risc es redueixen degut al fet de que hi ha menys treballadors i a més menys situacions possibles de patir un accident.
- Més possibilitat de formes → realitzar una paret corba no suposa massa esforç amb aquesta tecnologia, fet que amb un construcció tradicional suposaria un increment dels costos substancial.
- Sostenibilitat → potser una de les majors fortalezes, ja que ens aporta recursos sostenibles en tots els sentits, reduint residus, utilitzant materials naturals, etc.
- Menor definició en els acabats de construcció → els acabats de construcció són més rugosos i poc refinats, i per a fer-los millor caldria realitzar un acabat a mà.
- Limitacions per la mida de les impressores → si cal transportar-les no poden ser de dimensions desmesurades.

- Dificultats de transport → cal transportar-les fins el lloc on cal imprimir, en cas de realitzar la impressió "in situ" i no en petits blocs prefabricats; i això pot implicar limitacions a l'hora de transportar-les al lloc en qüestió.
- Materials limitats → tot i que a dia d'avui es segueix investigant en la varietat de materials que poden utilitzar les impressores, encara s'està investigant molt factors com la durabilitat, la resistència, l'elasticitat, etc. A més cal recórrer a mètodes d'aïllament tradicionals de moment, com aïllament acústic o tèrmic amb segons quins materials.

4. Implicacions ètiques i socials

Durant 30 anys la fabricació additiva o de impressió 3D ha anat avançant de manera substancial, tot i que el sistema de patents no ha permès que fins fa més o menys uns 10 anys aquesta tecnologia hagi ressorgit i escalat de la manera que ho ha fet en l'actualitat.

El impacte ètic de la tecnologia en si pot ser divers, ja que trobem tantes aplicacions possibles beneficioses i no tant, que cal tenir en compte que el es pot convertir en gairebé un miracle, com poder imprimir implants artificials, òrgans o cèl·lules; però també pot convertir-se en una eina perillosa i que es pot utilitzar per a construir armes (sense llicències i a l'abast de tothom que tingui una impressora 3D a casa) o fins i tot drogues sintètiques o altres usos no tan esperançadors.

Si parlem de l'àmbit de la medicina, si que trobem debats ètics que es pregunten si la bio-impressió es realment per ajudar a totes les persones o aquests recursos només es trobaran a l'abast d'alguns sistemes sanitaris que puguin invertir en aquest tipus de tecnologia o si això caldria que estigués a l'abast de totes les persones?

Deixant de banda aquests aspectes que ens poden fer replantejar l'ús d'aquesta tecnologia, cal que destaquem també tots els bons usos i els beneficis que comporta una tecnologia d'aquesta magnitud i la influència social que comporta.

La construcció de ciutats intel·ligents i sostenibles esta a l'abast de la nostra mà, i utilitzar aquesta tecnologia amb aquest objectiu es converteix en un punt important per desenvolupar comunitats, abaratint costos i millorant les possibilitats de les persones i creant també més independència econòmica, molt necessària en l'actualitat, sobretot pel jovent.

La inclusió social i el treball cooperatiu també tenen un impacte en la qualitat de vida de les persones; i crear comunitats on compartir recursos en *open source* i dissenys de vivendes també pot ajudar a crear un apropament entre les persones i unificar-les, siguin de la condició que siguin. Tot i que l'exposat pot semblar molt utòpic, intentar l'apropament de la comunitat mai es una mala opció.

4.1 Responsabilitat social

En aquest treball no es parla d'una empresa o corporació en concret però se'n ha parlat de diverses que han de tenir en compte alguns dels aspectes i qüestions que plantejarem a continuació pel que fa a la responsabilitat social corporativa.

4.1.1 Preocupacions socials i medi ambientals i presa de decisions

Algunes de les preocupacions socials que es poden manifestar en aquest àmbit es l'ús dels plàstics o d'alguns materials que poden ser perjudicials, no biodegradables o contaminants per l'ambient.

Però la constant investigació i desenvolupament per donar amb diferents materials, biodegradables, resistents i inclús reciclats dona resposta a aquesta preocupació medi ambiental. La intenció sempre es l'ha de adaptar els materials i a dia d'avui ja es compta amb materials fets amb sucre o blat que poden substituir a alguns dels plàstics que es realitzen a base de petroli.

D'altre banda la construcció amb aquest mètode suposa crear molt menys residus que suposa una avantatge des del punt de vista medi ambiental; l'ús de menys maquinària de la que caldria en una construcció tradicional també beneficia als residus de fums i aeris que es podrien produir.

Inclús es treballa per a poder comptar amb màquines de impressió 3D que puguin funcionar amb energia solar i no calgui tant de consum d'energia per a causar el menys impacte possible al medi ambient.

La responsabilitat social corporativa de totes aquestes empreses sempre es la de reduir al màxim els residus i la contaminació que es pugui generar amb aquest tipus de construccions i seguir adaptant-se i millorant amb els avenços que es realitzen dia a dia sobre els materials, la maquinària i el funcionament.

Creant així un compromís amb la societat i l'objectiu de complir amb la responsabilitat ambiental amb una sèrie de responsabilitats ètiques:

- proporcionar productes útils i en condicions justes
- seguiment de la gestió de residus i recursos
- avaluacions de riscos ambientals i socials
- respectar el medi ambient, racionalitzant l'ús dels recursos energètics i naturals

4.2 COVID-19 i la impressió 3D

Degut a la situació que s'està vivint actualment des de març de 2020, he volgut representar la tasca d'aquest sector en aquesta situació d'emergència. El COVID-19 va agafar a tothom per sorpresa i això ha implicat que governs i autoritats hagin hagut de prendre decisions dràstiques com restringir el moviment i desplaçament de les persones i els bloqueig de ciutats i pobles.

Com ens va explicar en David Mestres a l'entrevista que se l'hi va realitzar la resposta de la comunitat de impressió 3D va ser molt ràpida i l'organització digna d'admirar, responent a una situació d'emergència amb una gran urgència i rapidesa.

Es van unir per crear un sistema de protecció per a totes aquelles persones que no podien comptar amb les proteccions adequades per a realitzar les seves funcions, sobretot per personal sanitari que ha hagut d'atendre a milers de persones en condicions de treball

preocupants i assumint grans riscos. Van crear aquesta xarxa per a donar forma a pantalles facials protectores i sistemes de respiració per a les persones que s'han vist afectades per aquest virus que en alguns casos ha estat mortal.

Altres companyies de impressió 3D inclús han anat més lluny i en qüestió de mesos han creat sistemes per imprimir coure antimicrobià sobre superfícies metàl·liques ja que s'ha comprovat en proves realitzades a laboratoris que les superfícies tàctils de coure maten fins a un 96% del COVID-19 en tant sols dues hores. La companyia que ha desenvolupat aquest sistema de forma ràpida i econòmica ha estat l'empresa australiana SPEED3D²⁰.

Gràcies a aquestes iniciatives solidaries s'ha contribuït a frenar la propagació d'aquest virus i ens ha mostrat al món com aquesta tecnologia pot aportar múltiples beneficis i aplicacions que encara s'han de descobrir i com la rapidesa del disseny i la fabricació amb aquest mètode són dignes de seguir treballant i investigant en aquesta direcció.

5. Conclusions

Després d'informar-nos en varis àmbits i aspectes del sector de impressió 3D i en concret el de la construcció, per fabricació additiva, podem concloure que el procés d'adaptació i incorporació serà molt esglaonat, però tenim antecedents que demostren que les noves tecnologies sempre acaben creant un bon segment dels nostres mercats actuals.

Pel que fa a la construcció en concret i trobem alguns handicaps que actualment encara podem suposar una barrera, però com he comentat amb anterioritat tenim estudis que demostren que aquest tipus de construccions suposen un abaratiment del preu de la vivenda i que per tant poden suposar una bona solució pel futur.

Ja trobem empreses que ens poden vendre cases prefabricades, però i si poguéssim construir la nostra pròpia casa amb infinitat de possibilitats? Això es que ens proporciona i facilita aquest tipus de tecnologia, crear una vivenda a través d'un model digital i adaptar-la al nostre nivell econòmic i a les noves necessitats, com construir cases menys agressives pel medi ambient i produir molts menys residus.

Aconseguir fites com reduir eficaçment el consum d'energia d'un edifici, reduir el malbaratament de residus i satisfer l'harmonia de l'arquitectura, l'home i la natura al màxim. I sobretot seguir amb l'I+D per a seguir proporcionant noves solucions estretament lligades amb la conservació del medi ambient.

El futur el tenim aquí i inclús hi ha empreses que plantegen crear mòduls de impressió per a construir a Mart, perquè doncs ens resulta tan difícil i ens resistim tant al canvi pel que fa a la construcció utilitzant aquest mètode?

²⁰ SPEED3D – Fast Affordable Metal Parts. (n.d.). Retrieved May 30, 2020, from <https://www.spee3d.com/>



Font: *Así serán las casas impresas en 3D que se construirán en Marte.* (n.d.). Retrieved May 31, 2020, from https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-seran-casas-impresas-3d-que-se-construiran-marte_14259

La recerca realitzada en aquest estudi empíric m'ha ajudat a conèixer les diferents oportunitats que ens presenta aquest món i aquesta tecnologia en concret en molts aspectes, però sobretot en la fabricació additiva d'habitatges. Tot i que s'ha pogut determinar que es troba encara en una fase molt inicial del seu desenvolupament, podem dir clarament que s'aplicarà en el futur de manera gairebé segura en un gran percentatge de construccions.

Les implicacions d'aquest cerca per al disseny de presa de decisions, ens indiquen que caldria encara avançar més sobretot pel que fa als acabats i les possibilitats que encara ens proporcionen la construcció tradicional en vers a la construcció per tècnica additiva, com serien uns acabats de qualitat, i el treball fet mà.

Aquest tipus d'arquitectura comporta grans beneficis i avantatges competitius inicials per a dur a terme projectes d'aquesta escala serà important, però que els beneficis d'invertir en una maquinaria d'aquest tipus podria ser molt profitosa.

Després d'analitzar diferents tipus de construccions, amb materials diversos i mètodes diversos; poden concloure que el futur més prometedor es el de crear diferents peces de manera separada i unir-les, com si construïssim amb blocs, ja que comportaria molts beneficis poder crear peces diferents i conjugar configuracions per a poder adaptar-les a les diferents necessitats dels potencials compradors/usuaris d'aquest tipus de vivendes.

Aquest mètode seria molt més profitós que el fet d'haver de desplaçar una maquinaria a una certa localització i imprimir una construcció "in situ", i a més ens proporciona l'avantatge de poder comptar amb un ampli estoc disponible per a poder proporcionar les peces amb la major brevetat possible.

També ens trobem amb el problema de construir en entorns normalitzats, on a dia d'avui encara no es econòmicament viable realitzar construccions a través de fabricació additiva, caldria que amb el temps es normalitzés i s'optimitzés, i es crees una tendència més individualitzada.

Per tant com a conclusió general, puc determinar que la tecnologia de impressió 3D en el sector de les vivendes evoluciona favorablement, però hi ha moltes barreres i límits sobretot socials i culturals que cal traspasar abans d'avançar cap a un futur on aquest tipus de construccions es normalitzin i es puguin veure i comprovar els efectes positius que comportaria adaptar aquests mètodes en lloc dels mètodes tradicionals de construcció.

Segurament la millor solució seria combinar els dos móns, i arribar a una combinació perfecta dels avantatges que ens proporciona poder construir blocs o certes parts d'una vivenda amb impressió 3D i poder combinar-ho amb mètodes de construcció tradicional per a realitzar acabats de primera qualitat i molt més acceptables.

Si comparem les conclusions d'altres treballs acadèmics, articles i/o exposicions relacionades amb el tema de manera directa i indirecta podem veure clarament que gairebé en tots els casos les conclusions són molt semblants i es coincideix en que les barreres més importants per a que aquest mètode de construcció additiva tiri endavant en un país com Espanya sobretot es complicat, per a les gran dificultats que suposa aconseguir permisos i llicències per a dur a terme construccions d'aquest tipus.

5.1 Mètodes d'anàlisi utilitzats

Els mètodes d'anàlisi emprats no han estat 100% els que en un principi es buscava, ja que la limitació d'haver de fer aquest treball en aquest període en concret, en plena crisi sanitària pel COVID-19 i la important col·laboració que estan duent a terme els professionals del sector de la impressió 3D en aquest aspecte, proporcionant EPI's per a hospitals, centres mèdics, comerços, etc... no ha facilitat en cap cas el poder parlar i contactar amb professionals d'aquest sector.

La idea principal era sobretot aconseguir treure una conclusió dels punts de vista dels professionals que treballen dins del sector i poder fer-nos una idea de cap a on creuen que s'encara més aquest sector i on hi ha més oportunitats de negoci. Però tot i així, es va aconseguir parlar amb un dels representants del sector que ens va aportar informació molt important per a emmarcar l'estudi.

Així doncs l'anàlisi s'ha centrat en la lectura de diferents textos, tant acadèmics, com informatius, articles de revista, llibres, etc. i l'extracció d'informació per a poder crear diferents anàlisi del sector immobiliari, del sector de la construcció a través de fabricació additiva, entre d'altres que es troben exposats al llarg del treball.

Penso que les entrevistes a diferents professionals del sector hagués complementat i m'hagués aportat informació més de primera mà, però de totes maneres he trobat moltíssima informació molt útil i interessant. La cerca ha estat molt exhaustiva, i tot i que hi havia informacions que s'han hagut de descartar perquè no aporten dades noves.

6. Valoració

6.1 Discussions

Algunes de les discussions que s'han plantejat durant el treball es si la resposta a les hipòtesis era fiable o si només podíem fer una aproximació d'aquestes, i s'ha determinat que podem donar una resposta bastant fiable si analitzem bé les dades que s'han extret.

S'ha pogut respondre per això a les hipòtesis plantejades, com si **resulta una avantatge competitiu construir amb la fabricació additiva**, al que s'ha pogut donar resposta al llarg del treball, però que podem determinar que si que resulta una avantatge, ja que el fet de comptar amb màquines per a poder agilitzar i optimitzar alguns processos de construcció sempre

comportarà beneficis en el context econòmic i també pel temps de compliment de les construccions.

Pel que fa a la hipòtesi plantejada sobre si **seria viable comptar que a 5 anys vista es podrà obtenir una casa/vivenda mitjançant aquest mètode**, no estem tant lluny d'aquest punt, avui dia ja podem comptar amb una vivenda d'aquestes característiques, però s'ha pogut determinar que aquest sector avança de manera ràpida i constant i que les possibilitats d'aquí 5 anys poden ser molt més amplies, que les possibilitats amb les que comptem actualment.

La situació actual ha demostrat que aquest sector esta preparat per afrontar situacions de crisis o de ràpida resposta. Un exemple claríssim, seria poder utilitzar aquesta tecnologia per a repoblar poblacions que han patit devastacions a gran escala i de caràcter destructiu, com podria ser un tsunami, un terratrèmol, un huracà, etc. aquest tipus d'inclèmencies meteorològiques o desastres naturals poden suposar una gran oportunitat per aprofitar aquest tipus de mètodes de fabricació i crear comunitats i vivendes per a persones que no compten amb molt medis o que no compten amb els recursos monetaris suficients per a poder reconstruir les seves vides.

Sobre la hipòtesis de si **la sostenibilitat es la qualitat més remarcable de la construcció 3D** en el sector de la construcció, podem determinar clarament que la sostenibilitat, el no malbaratament dels recursos i els materials i la possibilitat de crear edificis amb una gran varietat de materials, entre ells materials naturals es una gran aportació de valor en aquest sector i ha estat un dels aspectes claus que m'ha animat a aprofundir més en aquest sector en concret de la impressió 3D.

6.2 Línies de recerca que continuen sense resposta

Alguns dels aspectes en els que crec que es podria profunditzar es la **problemàtica real** que ens trobem al aplicar tot l' estudiat en aquest treball en un pla real, és a dir, quins serien els problemes que ens trobaríem si volguéssim plantejar-nos construir una casa en aquest format de impressió 3D al nostre poble o al municipi on vivim, sobretot orientant-ho al territori espanyol.

La **durabilitat real** d'aquest tipus de construccions al llarg del temps, una pregunta a la que es podrà donar resposta d'aquí uns anys, comprovant com aquest tipus d'edificacions resisteixen a les inclèmencies meteorològiques, al pas del temps i al desgast en si al que es veu exposada una vivenda.

Els **permisos i/o llicències** i requisits que serien necessaris per a poder optar a una vivenda així, com els tipus de terrenys en els que es podria construir, quins requisits son necessaris de manera general dins del territori espanyol com: l'alçada de les edificacions, quins tipus d'aïllaments cal que tingui, quina normativa cal que passin, etc.

Penso també que seria molt interessant obrir una nova línia de recerca que amplies molt més la **cooperació dins del sector de la construcció**, de diferents associacions i empreses que treballin juntes per a crear comunitats col·laboratives amb aquest tipus de vivendes, que comptin amb espais comuns, zones verdes i un tipus de vida centralitzat en l'ecologisme i l'aprofitament dels recursos naturals.

Plantejar un tipus de comunitat que aprofiti recursos, els reutilitzi i tingui en compte els recursos naturals com la llum solar o l'aprofitament de l'aigua de pluja he inclús la purificació de l'aire; a

més d'horts comunitaris, zones comunitàries, etc. penso que seria una bona línia de cerca, ja que donada la situació actual amb els preus de les vivendes i les situacions precàries econòmicament parlant de molts joves seria una opció molt interessant de futur.

Seria molt interessants seguir en la línia d'aquest treball per a construir un pla d'empresa per a una organització de construcció en 3D exclusivament; comptar les despeses i la inversió de materials, maquinària i recursos humans que caldrien per a implantar una empresa d'aquestes característiques i realitzar un càlcul estimat de la rendibilitat a curt i llarg termini d'un negoci d'aquest tipus.

7. Autoavaluació

Aquest treball m'ha servit per a comprendre un mercat molt i molt canviant i identificar algunes de les oportunitats que suposa per a futurs negocis que es podran implementar en breu. M'ha semblat des del principi un tema apassionant i crec que es digne d'estudiar-se totes les vegades que calgui, sobretot implementant una estructura per a futures empreses d'aquest sector, el de la construcció. Els objectius i les preguntes plantejades han estat respostes i per tant l'objectiu del TFG ha estat aconseguit.

Per a realitzar l'autoavaluació de les competències transversals he realitzat una taula estructurada en tres parts que exposo a continuació:

Avaluació competències transversals	COMPETÈNCIES TRANSVERSALS	S'ha assolit la competència?
	Adoptar actituds i comportaments d'acord amb una pràctica professional ètica i responsable	Si
	Buscar, identificar, organitzar i utilitzar adequadament la informació.	Si
	Organitzar i planificar l'activitat professional de manera òptima.	Si
	Interpretar i avaluar la informació de manera crítica i sintètica.	Si
	Treballar en un grup organitzat, en entorns presencials o virtuals, i amb diversitat de persones i de temes.	No
	Negociar en un entorn professional.	No
	Comunicar correctament, de forma escrita o verbal, tant en llengües pròpies com en en llengua estrangera, en l'àmbit acadèmic i professional.	Si
	Utilitzar i aplicar les tecnologies de la informació i la comunicació en l'àmbit acadèmic i professional.	Si
	Emprendre i innovar.	Si

Avaluació competències transversals	COMPETÈNCIES TRANSVERSALS	Etapas o grau de desenvolupament
	Adoptar actituds i comportaments d'acord amb una pràctica professional ètica i responsable	La pràctica professional ètica i responsable penso que es un dels pilars fonamentals per al funcionament d'una organització. Assolida en un 50% ja que en aquest cas no es parlava d'una empresa en concret, però he creat unes implicacions ètiques mínimes que penso són essencials per dedicar-se a aquest sector.
	Buscar, identificar, organitzar i utilitzar adequadament la informació.	Gestionar la informació es realment difícil tenint en compte la quantitat de recursos al nostre abast avui dia i es una tasca complicada, però s'ha assolit al 100% creant estratègies adequades i amb una bona organització i interpretació, arribant a bones conclusions i/o decisions.
	Organitzar i planificar l'activitat professional de manera òptima.	Assolida en un 100%. Un dels meus punts forts es la organització i el disseny de plans per a dur al dia les tasques i detectar possibles problemes que puguin sorgir. I sobretot utilitzar els possibles errors per a millorar continuament, i gràcies a les consultes i consells de la meva consulta que han estat molt útils.
	Interpretar i avaluar la informació de manera crítica i sintètica.	Assolida al 100%. Sintetitzar-la potser es el que més esforç em comporta personalment, però he analitzat, comparat i interpretat les dades per a proporcionar unes conclusions finals acurades i unes recomanacions.
	Treballar en un grup organitzat, en entorns presencials o virtuals, i amb diversitat de persones i de temes.	En aquest treball en particular només ha estat necessari contactar amb persones per realitzar entrevistes, però donada la situació actual (COVID-19) només em va estar possible contactar amb una persona per a realitzar una reunió; per tant el treball ha estat individual i no s'ha assolit aquesta competència en si.

Avaluació competències transversals	COMPETÈNCIES TRANSVERSALS	Etapas o grau de desenvolupament
	Negociar en un entorn professional.	No ha estat necessari realitzant el treball final de grau, per tant no ha estat assolida la tasca.
	Comunicar correctament, de forma escrita o verbal, tant en llengües pròpies com en llengua estrangera, en l'àmbit acadèmic i professional.	Des del meu punt de vista, assolida al 100%, la comunicació escrita i la redacció del treball ha estat revisada, conté llenguatge adequat i la seva estructura s'ha revisat perquè sigui coherent la lectura del treball.
	Utilitzar i aplicar les tecnologies de la informació i la comunicació en l'àmbit acadèmic i professional.	Assolida al 100%, ho faig en el meu entorn laboral i aquí he volgut aprofitar els recursos que tinc disponibles per a millorar l'aspecte i l'organització del treball. He utilitzat programes com Mendeley o Genial.ly per a realitzar aquesta taula de competències.
	Emprendre i innovar.	Assolit al 75%; aquest treball ha avaluat alguns dels riscos i oportunitats que comportaria engegar un negoci de construcció amb impressió 3D i per tant el factor de l'emprenedoria i la innovació ha estat completament present.

7.1 Agraïments

M'agradaria dedicar aquest apartat per a donar les gràcies a Mònica Cerdán Chiscano que sempre ha estat disponible per a qüestions i dubtes que se m'han anat plantejant en el transcurs d'aquest treball; ha estat molt resolutiva i m'ha orientat quan anava realment perduda. Els suggeriments i correccions m'han estat molt útils per a poder arribar a bon port amb aquest treball i vull destacar sobretot la motivació i els ànims que m'ha proporcionat que en aquesta temporada tan difícil que ens ha tocat viure ha estat molt i molt necessària.

A més dels materials de la UOC que han estat una gran ajuda, són molt complets i molt detallats i també es important destacar-ho.

8. Referències bibliogràfiques

Cites realitzades amb l'estil APA(American Psychological Association):

- [1] 3Dnatives. (2019). *CES 2019, las innovaciones en la impresión 3D para este año*. Retrieved April 8, 2020, from <https://www.3dnatives.com/es/ces-2019-impresion-3d-110120192/>
- [2] Aguilar Sanchez, J. (2019). *Estudi reològic del temperat de xocolata i la seva impressió 3D*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1521332_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [3] Alcalde, Sergio. (2019). *Así serán las casas impresas en 3D que se construirán en Marte*. Retrieved April 23, 2020, from https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-seran-casas-impresas-3d-que-se-construiran-marte_14259
- [4] Altet Graell, A. (2020). *Millora de les propietats de peces processades per impressió 3D*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1531385_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [5] Antonio, J., & Galdeano, L. (2014). *3D PRINTING FOOD: THE SUSTAINABLE FUTURE*. Universitat Politècnica de Catalunya. Retrieved May 1, 2020, from <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/26399>
- [6] Beltagui, A. (2020). The role of 3D printing and open design on adoption of socially sustainable supply chain innovation. *International Journal of Production Economics*, 221. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/60f6f79352971d60c69b7af8df69b0ef>

- [7] C., Lucía. (2017). *¿La impresión 3D como el futuro del mercado laboral?* - 3Dnatives. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-futuro-mercado-laboral-08022017/>
- [8] C., Lucía. (2019). *¿Por qué la impresión 3D en Dubai es el futuro de la construcción?* - 3Dnatives. Retrieved April 23, 2020, from <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-dubai-construccion-250720192/>
- [9] Candi, M. (2019). Effective use of 3D printing in the innovation process. *Technovation*, 80–81, 63. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/237787dd53f09ca4562f874f7b0d39eb>
- [10] CIM UPC. (2019). *¿Cómo puede la impresión 3D transformar el sector de la construcción en uno de más rápido y económico?*. Retrieved April 23, 2020, from <https://www.fundaciocim.org/es/blog/com-pot-la-impresio-3d-transformar-el-sector-de-la-construccion-en-un-de-mes-rapid-i-economic>
- [11] Consejo de la juventud de España. (2019). *La tasa de emancipación de la población joven en España alcanza el valor más bajo de los últimos diecisiete años*. Retrieved April 23, 2020, from <http://www.cje.org/es/sala-de-prensa/notas-de-prensa/la-tasa-de-emancipacion-de-la-poblacion-joven-en-espana-alcanza-el-valor-mas-bajo-de-los-ultimos-diecisiete-anos2/>
- [12] Durán Redondo, D. (2019). *Circular economy through plastic recycling process into 3D printed products: A frugal solution for schools*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1525434_S3d_printing_innovation_Orighresult_U_X1?lang=cat
- [13] Fenollosa Artés, F. (2019). *Contribució a l'estudi de la impressió 3D per a la fabricació de models per facilitar l'assaig d'operacions quirúrgiques de tumors*. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/77a4accaef8f2a857fb8d1fe7da7e033>
- [14] Fenollosa Artés, F. (2019). *Contribució a l'estudi de la impressió 3D per a la fabricació de models per facilitar l'assaig d'operacions quirúrgiques de tumors*. In *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. Universitat Politècnica de Catalunya. <http://www.tdx.cat/?locale->
- [15] Gilabert Porres, J. (2017). *Development and customization of new 3D generation tracheal prosthesis with different biological activities regarding to their functional side*. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/bc8a501a27bf3562bddcb531e476c316>

- [16] González Soler, L. (2019). *Estudi de l'efecte de l'ús d'algues en aliments per ser utilitzats per impressió 3D*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1521599_Sestudi_aliments_3d_Orighresult_U_X2?lang=cat
- [17] Gràcia Julià, A. (2019). *Laser cooking system applied to a 3D food printing device*. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/13cc04cab5bc53ee8febe2ee55b372ec>
- [18] Gual-Ortí, J., Puyuelo-Cazorla, M., & Lloveras-Macia, J. (2015). Improving tactile map usability through 3D printing techniques: An experiment with new tactile symbols. *Cartographic Journal*, 52(1), 51–57. <https://doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000046>
- [19] Guerra Sánchez, A. (2019). *Contribution to bioabsorbable stent manufacture with additive manufacturing technologies*. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/78416cd82d700df480de26a449da083f>
- [20] Hostettler, S., Hazboun, E., & Bolay, J.-C. (Eds.). (2015). *Technologies for Development*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16247-8>
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers, W. K. (2018). 2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET): 6 Feb.-5 April 2018. In *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 2018*. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/cc71358fa4bcc4924c294539c8d6e74>
- [22] International Data Corporation (IDC). (2017). *Global 3D printing spending to grow 22.3% by 2020 - EE Times Asia*. Retrieved April 8, 2020, from <https://www.eetasia.com/global-3d-printing-spending-to-grow-22-3-by-2020/>
- [23] IOC. (2013). *Miniops: la impressió en 3D*. Retrieved April 8, 2020, from <http://miniops.ioc.cat/5/index.html>
- [24] IpMark. (2019). *¿Cuáles son las profesiones digitales más demandadas por las empresas?*. Retrieved April 24, 2020, from <https://ipmark.com/cuales-son-las-profesiones-digitales-mas-demandadas-por-las-empresas/>

- [25] Juárez, Belén. (2019). *Los edificios impresos en 3D se hacen fuertes en España | Innovación | EL PAÍS Retina*. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from https://retina.elpais.com/retina/2019/10/10/innovacion/1570699400_653691.html
- [26] Kobie, N. (2020). Whatever happened to the 3D printing revolution? *PC Pro*, 304, 124. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/6fbb661975d80f03f7604e2f254073d4>
- [27] Marak, Z. R. (2019). ADOPTION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY: AN INNOVATION DIFFUSION THEORY PERSPECTIVE. *International Journal of Innovation (2318-9975)*, 7(1), 87. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/6f19a8e3dd1451583d3974a58598f3fc>
- [28] Molina Blázquez, S. (2017). *Disseny i implantació en automoció d'una llanda fabricada mitjançant tecnologia de impressió 3D per a metalls*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1497430_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [29] Nart Baron, J. (2015). *Project for the design, implementation and calibration of a dual extruder in an open source 3D printer*. Retrieved March 27, 2020, from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/174770>
- [30] Navarro Bultó, C. (2017). *Reologia de pastes ceràmiques per impressió 3D*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1497586_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [31] Puigoriol-Forcada, J.-M. (2019). Primera etapa de viabilidad estructural de una pieza real fabricada mediante impresión 3D FDM (fused deposition modeling). Caso: asidero de una puerta de automóvil. *DYNA - Ingeniería e Industria*, 94(1), 37. <http://mendeley.csuc.cat/fixers/0be79a82a29e433bf92d40e6eb321fae>
- [32] Riera Brell, A. (2020). *Impressió 3D de metalls*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1532341_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [33] Roca Gallery. (2019). *Casas impresas en 3D | Impresora 3D para construcción*. Retrieved May 8, 2020, from <http://www.rocagallery.com/es/3d-printed-homes>

- [34] Ruiz Royo, E. (2019). *Estudi de la viabilitat de impressió 3D d'aliments amb base de moniato*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1526050_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [35] San Juan, Javier. (2018). *Así cambiará el futuro con la impresión 3D - Tek'n'life*. (n.d.). Retrieved April 23, 2020, from <http://www.teknlife.com/noticia/asi-cambiara-el-futuro-impresion-3d/>
- [36] Sandra, A. :, Soriano, A., & Navarro, E. A. (2019). *Diseño de una impresora 3D para la construcción de viviendas MEMORIA*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/134783>
- [37] Solans Martinez, J. (2017). *Disseny i construcció del sistema pneumàtic de impressió 3D per a metall dur*. https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C_Rb1507048_Simpresio3d_Orightresult_U_X6?lang=cat
- [38] Taiwan zhi shi chuang xin xue hui, Y. (2018). Applied system innovation : proceedings of 4th IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018 (IEEE ICASI 2018): Chiba, Japan, April 13-17, 2018. In *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI), Applied System Invention (ICASI), 2018 IEEE International Conference on*. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/f16e1ca693f6081ab92eae762b34a9b1>