

ENGINYERIA I ARQUITECTURA LA SALLE
FACULTAT DE PSICOLOGIA, CIÈNCIES DE
L'EDUCACIÓ I DE L'ESPORT BLANQUERNA
(UNIVERSITAT RAMON LLULL)

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

TREBALL FINAL DE MÀSTER
Curs 2019-2020

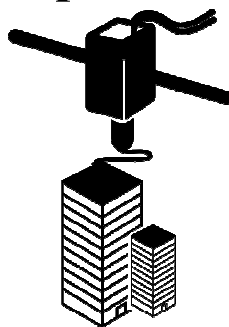
Amadeu Bosch Brillas

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA
ELECTRÒNICA I INFORMÀTICA LA SALLE
FACULTAT DE PSICOLOGIA, CIÈNCIES DE
L'EDUCACIÓ I DE L'ESPORT BLANQUERNA

TREBALL FINAL DE MÀSTER

**Unitat didàctica de disseny d'un producte
mitjançant l'enginyeria inversa i**

impressió 3D



ALUMNE/A

Amadeu Bosch Brillas

PROFESSOR/A PONENT

Elena Jurado Cojo

Resum

L'evolució ens ha portat molt lluny, fins a punts que en el passat ni ens haguéssim imaginat arribar, per això no és difícil plantejar-se un futur no gaire llunyà, en el qual la majoria de nosaltres tinguem impressores 3D a casa i fem ús d'elles a nivell personal, ja sigui per a fabricar-nos qualsevol cosa que puguem necessitar en un moment donat com una peça o una cullera, o algun altre objecte que ens vingui a la ment. Per aquest motiu el meu Treball Final de Màster es basarà en la creació d'una unitat didàctica dintre de l'assignatura de Tecnologia de 3er d'ESO. Els alumnes aprendran a desenvolupar un producte emprant un *software* de disseny 3D i a fabricar-lo posteriorment amb la tecnologia d'impressió 3D.

Paraules clau

Futur, tecnologia, aprendre, producte, disseny, fabricar, impressió 3D.

Resumen

La evolución nos ha llevado muy lejos, incluso hasta puntos en los que en el pasado ni tan siquiera hubiésemos imaginado. Es por ello por lo que no es difícil plantearse un futuro no muy lejano en el cual la mayoría de nosotros tengamos impresoras 3D en casa y hagamos uso de ellas a nivel personal, ya sea para fabricarnos cualquier cosa que podamos necesitar en un momento dado, como una pieza o una cuchara, o quizá cualquier otro objeto que nos pueda venir a la mente. Por este motivo, el Trabajo de Final de Máster se basará en la creación de una unidad didáctica dentro de la asignatura de Tecnología de tercero de ESO. Los alumnos aprenderán a desarrollar un producto empleando un *software* de diseño 3D y a fabricarlo posteriormente con la tecnología de impresión 3D.

Palabras clave

Futuro, tecnología, aprendizaje, producto, diseño, fabricación, impresión 3D

Abstract

The evolution has reached levels we hardly ever would have thought. For this reason, it is not difficult to think about a near future where most of us have 3D printers at home and using them on a personal level maybe to print a tool, or a spoon, or whatever we have in mind. For this reason, this Final Master Paper will focus on the creation of a didactic unit for the students of Technology of third level ESO. The students will learn to develop a product using a 3D design software and at finally they will learn to manufacture it through 3D printing.

Keywords

Future, technology, learning, product, design, manufacturing, 3D printing.

Índex

1.	Introducció.....	7
2.	Estat de l'Art.....	8
2.1.1.	Impressió 3D.....	8
2.2.	Mercat actual de las impressores 3D	16
2.2.1.	Industrial	16
2.2.2.	Maker	17
2.2.3.	Bàsiques	18
2.2.4.	Disseny 3D.....	20
2.2.4.1.	Introducció al disseny.....	20
2.2.4.2.	Evolució del disseny assistit per ordinador	22
2.2.4.3.	Mercat actual del software CAD.....	24
3.	Beneficis de la tecnologia 3D a l'educació	28
4.	Context	29
5.	Metodologia d'aprenentatge	31
6.	Eines tecnològiques utilitzades a la unitat didàctica	32
7.	Seqüència didàctica	34
7.1.	Objectiu	34
7.2.	Desenvolupament de les sessions	35
8.	Avaluació.....	53
9.	Conclusions i línies de futur a seguir	62
10.	Bibliografia.....	64
11.	Annexes	66

1. Introducció

La tecnologia d'impressió 3D és una tecnologia relativament jove, en la que moltes escoles estan apostant i que permet ensenyar als alumnes a dissenyar i veure fabricats posteriorment aquets dissenys.

Aquesta tecnologia es basa en la fabricació per adició i va creant un objecte tridimensional, gràcies a la superposició de capes successives de material. Es tracta d'una tècnica força implantada en molts sectors professional però li queda molt per desenvolupar a nivell i ús privat que és, on crec personalment, tindrà la seva màxima expansió en els pròxims anys. Per aquets motiu considero que és important formar als alumnes amb les eines del futur/actualitat i més ara que, com hem pogut veure amb la situació que estem vivint actualment amb la pandèmia que està afectant-nos a tots, aquesta tecnologia ens ha donat resposta ràpida a les necessitats que han sorgit de fabricació d'equips de seguretat, tals com aparells de ventilació forçada, manetes de plàstic per obertura de portes o de pantalles de protecció en un temps molt rècord. Aquesta tecnologia, ens ha permès en un temps de 2 hores aproximadament, tot dependent de les dimensions de l'objecte, el obtenir prototips de productes que ens han ajudat a lluitar contra la pandèmia.

Per a la realització d'aquest treball he fet ús de la meva experiència professional basada en més 15 anys treballant en desenvolupament de productes d'enginyeria inversa utilitzant: màquines de mesura per coordenades, aparells de mesura analògics i digitals, i *softwares* de dibuix en tres dimensions com son Solidwoks, Catia, Proeenger, Unigraphics i Autodesk Inventor entre d'altres. També he realitzat la fabricació de prototips mitjançant la utilització de màquines d'impressió 3D.

Per aquest motiu, i després d'observar durant la meva estada a l'escola Teresianes Gràcia les capacitats dels alumnes de 3r ESO al treballar amb el *software* Sweet Home 3D per dissenyar una casa, la qual posteriorment fabricaven amb fusta contra xapada, realitzaré la unitat didàctica utilitzant el *software* Autodesk Inventor amb llicència gratuïta per a estudiants. Aquest *software* és de molt fàcil ús i aprenentatge, i presenta ajudes molt intuïtives. No és un dels més potents del mercat, però és molt versàtil i un cop aprens el seu funcionament, pots migrar posteriorment a la utilització de qualsevol altre *software*, ja que les eines i el seu protocol de generació són similars.

2. Estat de l'Art

2.1.1. Impressió 3D

La impressió 3D és un procés per fabricar un objecte físic, partint d'un model digital tridimensional. Per obtenir aquest objecte es van afegint capes de gruixos molt prims, un damunt de l'altre. Depenent de les màquines, de la qualitat, del temps i del materials, aquest gruixos són inferiors al mil·límetre.

La impressió 3D és una tecnologia innovadora, ofereix una llibertat de disseny sense precedents, ja que és un procés que no necessita utilitzar eines extremes que redueix els costos i sobretot el temps d'obtenció del producte final. Permet dissenyar components sense limitacions ni sense costos addicionals i aprofita el 90% del material de partida.

Els últims anys la tecnologia d'impressió 3D ha fet un pas endavant i ha passat de ser un procés industrial de creació de prototips a realitzar objectes definitius. Un exemple el tenim a l'any 2016 quan es va realitzar una pròtesis per a la reconstrucció d'una caixa toràcica que l'empresa ANATOMICS de Melbourne, Austràlia, va dissenyar i fabricar. Es tractava de l'estern i 4 costelles en titani creats mitjançant la tecnologia d'impressió 3D, i que posteriorment van ser implantats a l'Hospital Universitari de Salamanca a un pacient de càncer.

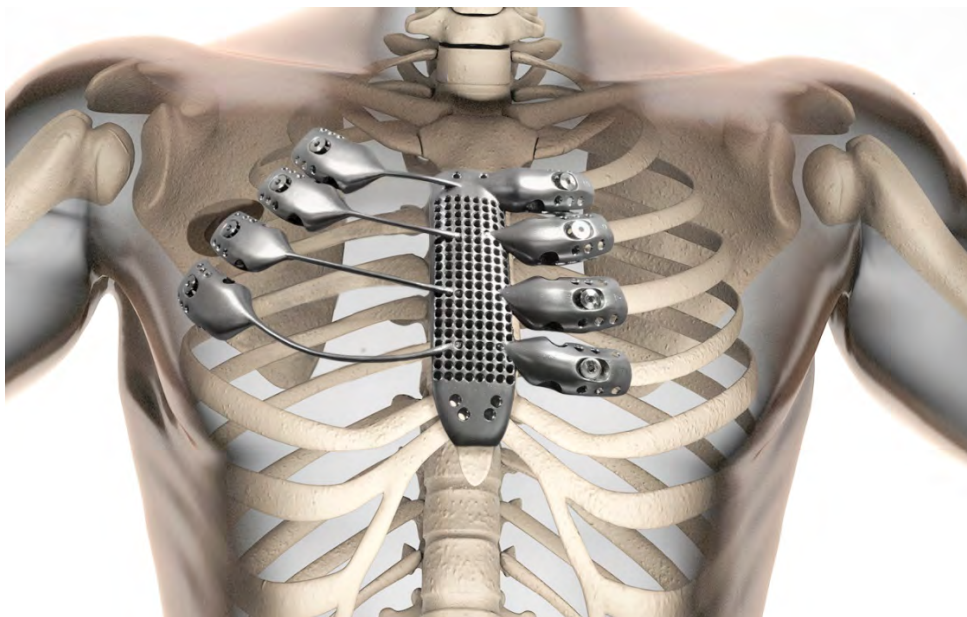


Imagen-1. Font: <https://www.frax3d.com/fabrican-una-caja-toracica-de-titanio-impresa-en-3d-para-un-paciente-de-cancer-espanol>

Anteriorment, a l'any 2004 havia aparegut una nova branca de la impressió 3D. Aquest moviment va ésser anomenat com a **RepRap** (*replicating rapid prototyper*), que consisteix en una impressora 3D o kit auto mutable amb codi obert. El codi obert permet a tots els usuaris poder aportar les seves idees de millora i compartir-les. És una manera de mantenir la capacitat de creixement d'aquesta tecnologia amb una inversió menor i així seguir desenvolupant-se sense augmentar els costos i sense posar límits als usuaris. En la imatge que presentem a continuació podem observar el primer kit d'impressora 3D que va sortir al mercat, la BFB RapMan que utilitzava la tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*)



Imagen-2. Font: <https://3dsourced.com/guides/history-of-3d-printing/>

Tot això va ser possible perquè a l'any 2009 es va produir un canvi a la *US patent law*. A la imatge 3 podem observar la patent de la tecnologia d'impressió FDM.

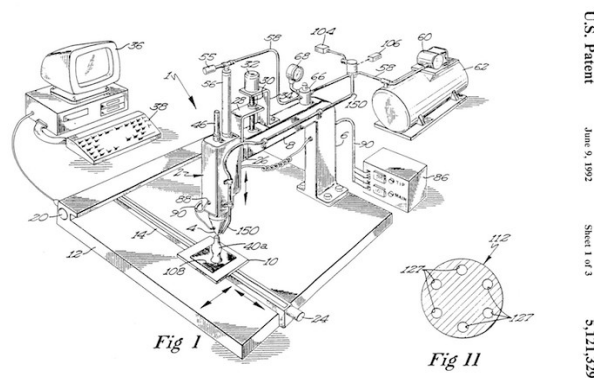


Imagen-3. Font: <http://imprimaria3d.com/recursosimpresion3d/patentes-clave-impresi-n-3d>

La FDM, és una tecnologia que es basa en la fusió del material i la deposició d'aquest sobre una plataforma que va construint la figura, tot contornejant la secció que envia traduïda al *software* de la màquina que ha extret del arxiu CAD prèviament dibuixat. Les capes es realitzen quan la màquina es desplaça amb l'eix Z. A mesura que puja, es genera la peça. A continuació la imatge 4 esquematitza com és el seu funcionament.

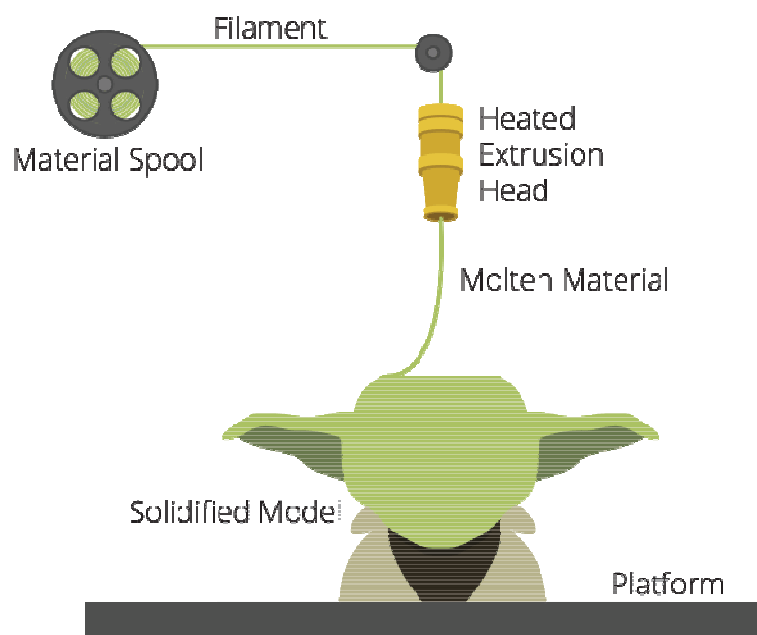


Imagen-4. Font: <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#04-processes/>

Aquesta tecnologia ens aporta unes màquines actualment molt econòmiques, valorades a partir d'uns 400€, i el material també és econòmic, el més utilitzat és el PLA (Poliamida) que ronda els 15€ el Kg. També podem utilitzar altres materials com l'ABS (*Acrilonitrilo Butadieno Estireno*) però aquest material genera gasos i aquí es presenta la necessitat d'utilitzar espais ventilats.

La impressió per FDM presenta una sèrie de limitacions i inconvenients. Inicialment no es necessita un treball post-processat molt gran per extreure el suport, però això depèn de la geomètrica de la peça dissenyada i pot complicar aquesta tasca ja que es pot necessitar la generació de més suports interiors. Les capes es noten ja que el mètode de fabricació provoca que la punta extrusora calenta pressioni la capa anterior i quedin uns petits esglaons. Aquesta manera d'unir les capes provoca que la peça tingui poca resistència als esforços en sentit vertical. Aquesta tecnologia és la més freqüent al mercat domèstic. A

nivell professional s'utilitza quasi únicament per a realitzar peces que no tinguin grans sol·licitacions d'esforços mecànics.

Per altre banda, a partir de l'any 2012, l'aparició d'un nou sistema de fabricació similar a la SLA (*Stereolithography Apparatus*), denominat com a DLP (*Digital Light Processing*), encara va fer agafar més força a aquest nova tècnica. Era diferent ja que aquesta es basa en projectar la imatge a solidificar al complet i no contornejada mitjançant un làser. Aquesta nova tècnica va fomentar la creació de noves empreses de fabricació d'impressores 3D domèstiques. Sis mesos més tard, una desconeguda startup denominada Formlabs va llençar al mercat una impressora amb tecnologia SLA. Aquesta tenia mesures molt reduïdes, la Form1, i el seu preu rondava els 2.299\$. Això va generar un litigi a l'any 2012 entre la multinacional 3D Systems i Formlabs que va acabar amb un acord en què el 8% de totes les vendes havia de ser abonat a 3Dsystems.

A continuació podem observar una imatge de la patent de la tecnologia SLA, que va quedar exhaurida a l'any 2014.

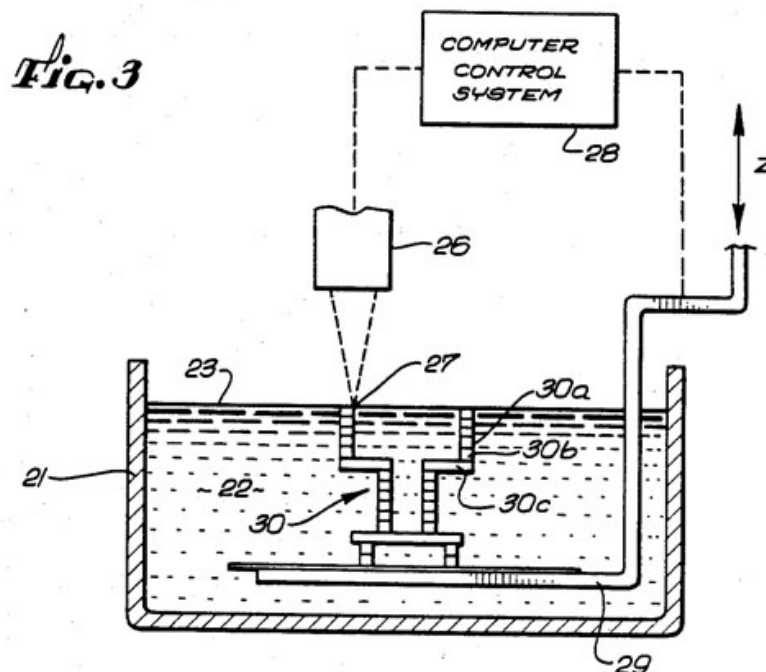
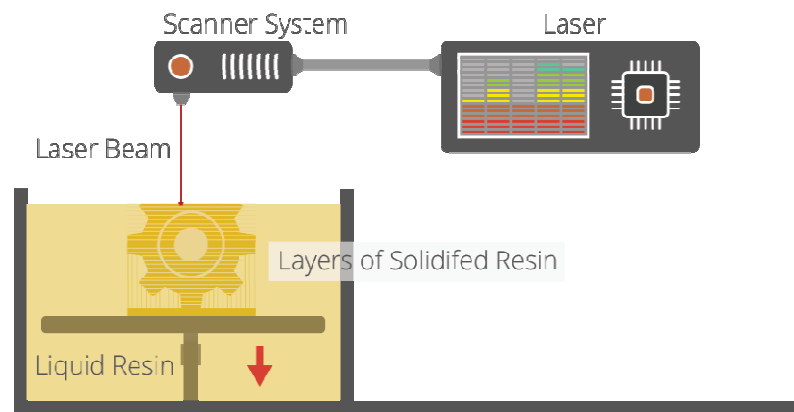


Imagem-5 Font: <https://3dsourced.com/guides/history-of-3d-printing/>

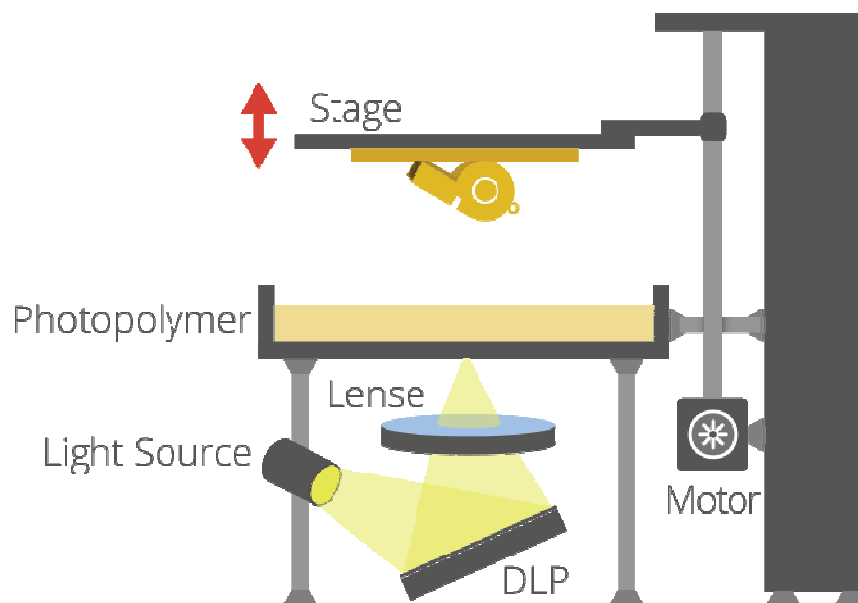
Aquest procés està basat en un làser que cura resina amb propietats fotopolimèriques. És una tecnologia molt precisa, el làser realitza contornejats a diferents alçades. Per al seu funcionament és necessari un dipòsits de material líquid i cada cop que contorneja la

plataforma es submergeix o puja una capa. Les capes depenen de la precisió que es desitgi i de les característiques de la impressora. Per exemple, si parlem d'una FormLaps2, podem treballar entre 0,3 i 0,025 mil·límetres.



Imatge-6. Font: <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#04-processes>

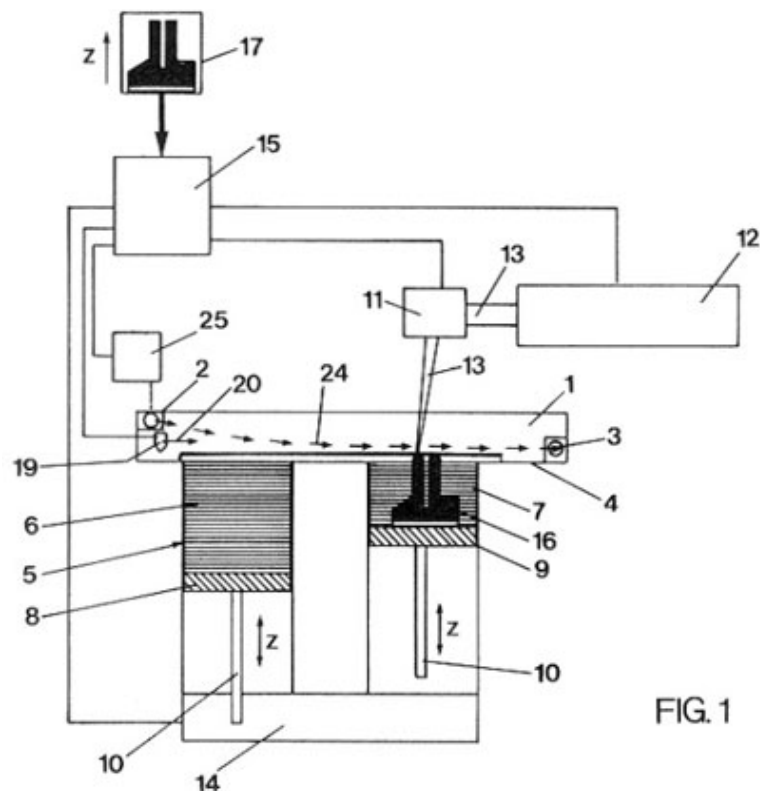
En la següent imatge podem observar com funciona la tecnologia DLP. Aquesta projecta a tota la superfície del tanc la forma a solidificar en una sola projecció a diferència de la SLA a la que li és necessari anar contornejant amb el làser.



Imatge-7 Font: <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#04-processes>

Entre els avantatges d'aquesta tecnologia està la qualitat superficial i de mesures obtinguda de la peça fabricada. Per contra, com a inconvenient necessita d'un post-processat per a l'eliminació de suports i una neteja exhaustiva de les restes de resina líquida que s'adhereixen a les superfícies de la peça. També requereix d'una post cura amb rajos ultraviolats per acabar d'estabilitzar la peça. El material és nociu per la qual cosa ha de manipular-se amb guants, i sobretot, si hi realitzen polits, amb mascareta ja que la pols de la resina pot afectar el sistema respiratori. Les peces creades no tenen bones propietats mecàniques i no suporten esforços, per la qual cosa el seu ús és més freqüent en la joieria, en el sector dental i per a realitzar maquetes. El preu del material oscil·la sobre els 80€/litre.

A continuació parlarem de la tecnologia SLS (*Selective Laser Sintering*). A la imatge-8 que podem veure adjunta apreciem el seu funcionament. Partim d'un dipòsit de material en pols verge 6 on el pistó 10 esquerra puja amb Z el dret baix i el rodet 19 segueix el camí 24 aportant una capa de material nou al dipòsit de construcció 7. El làser 13 pinta la forma a fondre a la capa determinada que ve ordenat des del *software* que genera la peça 16 i així repetidament fins a finalitzar les geometries programades en aquesta fabricació.



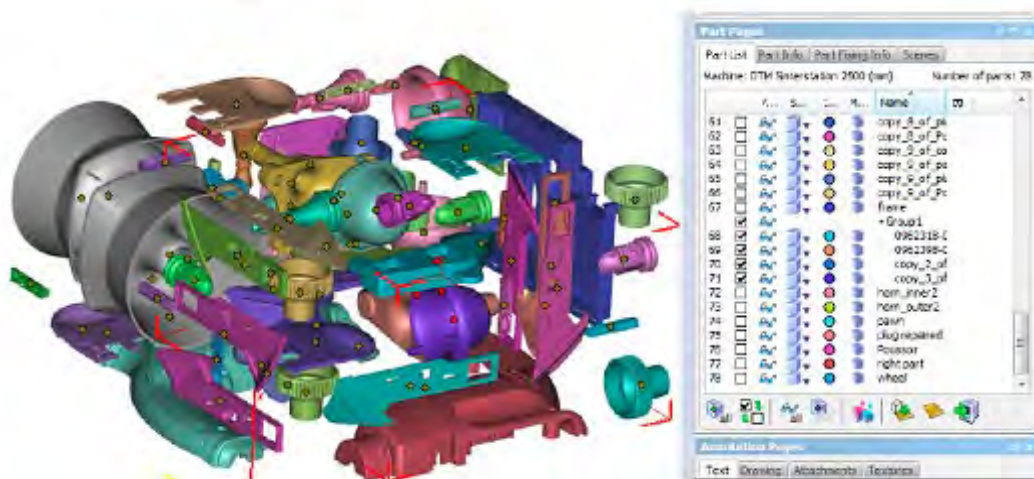
Imatge-8 Font: <https://3dsourced.com/guides/history-of-3d-printing/>

Aquesta tecnologia no necessita suport, ja que és sustentada amb la pols que té al voltant de la peça que va essent compactada amb el rodet. Necessita un temps de refrigerat posterior a la fabricació, ja que la màquina escalfa la zona de fabricació a més de la temperatura que aplica el làser necessari per a fusionar el material al solidificar la peça. Té un post-processat manual posterior ja que s'ha de netejar per eliminar la pols exterior de la peça com es mostra a la imatge-9.



Imatge-9. Font: <https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-selectivo-por-laser-les-explicamos-todo/>

Entre els avantatges d'aquets mètode de fabricació i materials està l'obtenció de peces de bona resistència mecànica. El material es fusiona i no té la necessitat de generar suports per a subjectar la peça ja que aquesta queda compactada amb la mateixa pols i permet la possibilitat d'imprimir molts objectes a la vegada. Es munta com si fos un puzzle en tres dimensions, deixant una distància de separació mínima que, un cop solidificada la peça, serà pols compactada. A la imatge adjunta podem observar una peça preparada per a ser fabricada amb el programa *Magics* de la empresa Materialise.



Imatge-10. Font: <https://integral3dprinting.com/software-de-impresion-3d/materialise-magics-sinter-module/>

Aquesta tecnologia permet la utilització d'una ampla gamma de materials com són: PA (poliamides) que és el material més comú, però també s'utilitzen d'altres materials com Polipropilè, Alumide, Carbonmide, PEBA (Polietèr bloque amida) i PEEK (Polyetheretherketone). Per a millorar el comportament mecànic d'aquestes és possible afegir altres additius, com són la pols de materials o com és la fibra de carboni, vidre o alumini.

No obstant, té una sèrie d'inconvenients ja que les peces solen ser de color blanc i l'acabat té un tacte porós. Per tant, si es vol utilitzar com a producte final seria necessari un post-processat addicional al ja esmenat anteriorment i que s'ha de realitzar per extreure el material en pols sobrant. Aquest tipus de màquines, per a tenir un resultat òptim, han d'estar ubicades a sales condicionades a temperatura constant i amb extractors d'aire, ja que la pols que s'utilitza normalment és tòxica al contacte repetitiu pel sistema respiratori i es fa necessari l'ús d'una mascareta, com podem observar a la imatge-2 exposada anteriorment. S'utilitza per a maquetes d'arquitectura i per a peces finals, ja que té unes molt bones propietats mecàniques.

2.2. Mercat actual de las impressores 3D

Dividirem el mercat en 3 tipologies d'ús, industrial, *maker* i *basic*, aquest estudi ens aportarà les eines per poder realitzar amb criteri la selecció d'una impressora per a l'escola.

2.2.1. Industrial

Aquest tipus de màquines són de rendiment immediat i tenen la necessitat d'estar moltes hores en funcionament per compensar el seu alt cost. Són màquines de dimensions grans i necessiten un espai condicionat per funcionar en condicions òptimes.

Per exemple, podríem realitzar la peça final d'una pròtesis pel sector mèdic amb materials biocompatibles, o fabricar maquetes d'arquitectura o prototips pel sector de l'automoció a mesura real que després ajuntaríem. Són conjunts amb bones característiques mecàniques i/o estètiques.

A continuació veurem l'exemple de la fabricació de la reixeta frontal d'un vehicle prototip, que es va presentar a la fira de l'automòbil de Ginebre a l'any 2008. La imatge es pot veure a les instal·lacions de la Fundació Centre Cim, on vaig estar treballant com a responsable de prototipatge entre els anys 2007 al 2010, subjectant la peça fabricada mitjançant la tècnica SLA. Aquesta peça va ser fabricada en tres parts i ajuntada posteriorment de manera manual, mitjançant la mateixa resina epòxica en estat líquid utilitzada per fabricar-la amb la ajuda d'un làser de curat ultraviolat.

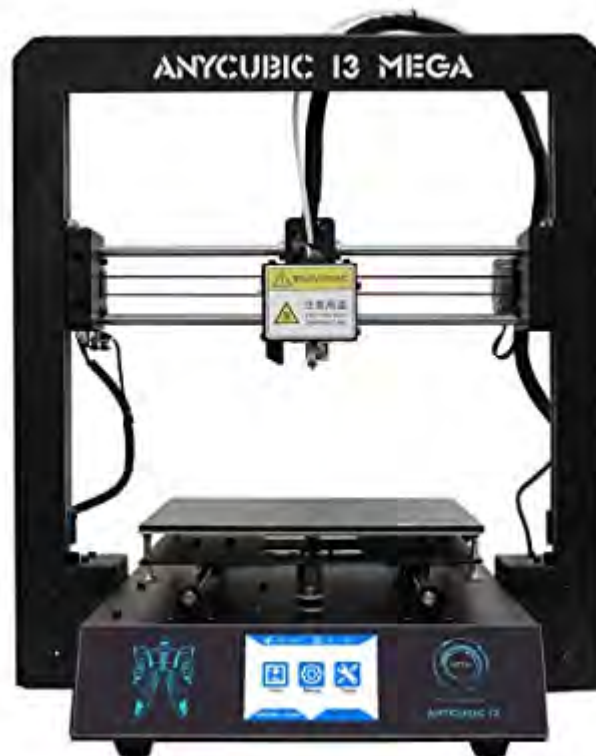


Imatge-11.Reixeta any 2008 Font: Elaboració pròpia.

2.2.2. Maker

Aquestes són les màquines pels apassionats de la impressió 3D i es recolzen amb la tecnologia FDM. Aquest tipus de màquina són de codi obert i permeten diverses modificacions. Solen ser kits els quals has de muntar tu mateix. Per contra, presenten la necessitat d'un manteniment constant. Amb la mateixa impressora realitza les primeres impressions per a fabricar peces de recanvi. Els arxius CAD d'aquestes peces te les subministra la impressora.

Durant la fabricació, les puntes extrusores s'escalfen sobre els 240°C, depenent del material i del model de punta extrusora emprada. Aquest tipus de màquines són obertes i els seus volums d'impressió mitjà estan sobre els 200 x 200 x 200 mm. A la imatge adjunta, observem el model I3 MEGA de ANYCUBIC. Hi ha d'altres models com el CHIRON, de la mateixa casa, que disposen, però, de mesures de fabricació bastant diferents. Aquests són 400 x 400 x 450 mm.



Imatge-12. Font <https://www.anycubic.com/collections/3d-printers>

Des de l'aparició de Form1, al mercat a l'any 2012, la tecnologia SLA ha començat a entrar en el mercat *Maker* però no ha estat fins l'any 2017 que van aparèixer les primeres impressores amb un preu més que raonable ja que la Form2 és l'evolució de la Form1. Actualment està a la venda per 2.400€, però des de l'aparició de màquines com l'Anycubic Photon que adjunto a la imatge-13 per un preu de venda de 240€, que utilitza la tecnologia DLP, podem dir que la comunitat *Maker* té una altre molt bona eina per treballar des de casa.



Imatge-13. Font: <https://www.anycubic.com/collections/3d-printers>

2.2.3. Bàsiques

Aquest tipus de màquina utilitza la tecnologia FDM i està pensada per a què l'usuari imprimeixi, col·loqui el filament, i torni a imprimir sense tenir que manipular la màquina i tampoc el *software* d'impressió.

Un exemple seria la impressora **TIERTIME UP MINI 2**, la qual podem observar a la imatge-12. Aquesta està realitzant la impressió del cubell de reciclatge del projecte de recerca d'un alumne de les Escoles Teresianes de Gràcia, al qual vaig ajudar a fer possible la impressió del seu prototip durant les meves pràctiques a l'escola. Aquesta màquina disposa d'una zona d'impressió reduïda de 120x120x120 mm, i d'anivellador automàtic. Està pensada per poder-la desplaçar i fabricar a diferents llocs i té un pes de 8 kg.



Imatge-14. Cubell reciclatge. Font: Elaboració pròpia

També dintre d'aquest apartat de les impressores bàsiques cal esmentar el llapis 3D. Aquesta eina ens permet dibuixar en tres dimensions directament, és com un bolígraf però una mica més gran i no pinta. Sobre el pla del paper et permet donar volum a les idees, no està controlat per cap *software* si no per la creativitat. A la imatge adjunta podem veure un exemple de com treballaria.



Imatge-15. Font <https://all3dp.com/2/is-a-3d-printing-pen-a-toy-or-a-serious-tool/>

2.2.4. Disseny 3D

2.2.4.1. Introducció al disseny

Avui en dia disposem d'un gran ventall de possibilitats per dissenyar en dos i tres dimensions mitjançant l'ordinador, però per entendre el funcionament hem de ser capaços de treballar sobre el dibuix a mà, un esbós 2D. Quan parlem de l'esbós, podem treballar de dues maneres amb un paper i un llapis o amb una tableta electrònica dibuixant sobre ella.

Quan dissenyem hem de saber amb quina proporció de mesura estem treballat, sempre que les dimensions del producte ho facin possible. Una cinta mètrica, un regle o algun element de mesures similar ens ajudarà a entendre el que estem dibuixant i quina proporció té realment, sobretot en el moment que dibuixem amb l'ordinador.

Un dels mètodes més implantats en el disseny és el concepte de redissenyar intentant millorar o copiar la idea d'un altre o d'un mateix. Això s'anomena enginyeria inversa.

L'origen de l'enginyeria inversa esdevé de la segona guerra mundial, de la tecnologia armamentista. Tan un bàndol com l'altre es dedicaven a capturar avions, màquines i armes de l'enemic, per a estudiar-los i traçar els seus punts dèbils.

Un dels exemples més famosos esdevé a principis dels anys 80 quan l'empresa IBM era la dominadora del món tecnològic. El seu secret millor guardat era la BIOS dels seus ordinadors. Si alguna empresa intentava copiar-la, aquesta era demandada legalment. Però va arribar Phoenix Technologies i va utilitzar l'enginyeria inversa per a copiar-la. Per a fer-ho es va organitzar de la següent manera: va formar dos equips, un primer equip es va dedicar a estudiar a fons la BIOS de IBM, i un segon a fer aquesta BIOS però sense explicar com ho aconseguia. Aquest és el sistema conegut com a *clean room o muralla china*, en què dos equips treballen un mateix projecte però generant un bloqueig d'informació entre ells per no contaminar-se els uns als altres amb els resultats de l'altre equip. En aquest exemple dels anys 80, el segon equip va aconseguir replicar el sistema operatiu des de zero i sense copiar pràcticament una sola línia.

Actualment analitzem la tecnologia de la competència per millorar la nostra i saber si les altres empreses estan infringint alguna de les nostres patents o per desenvolupar producte compatible. Un exemple real seria en el camp on estic treballant actualment i al que em dedico des de fa vuit anys, el mercat dels additaments dentals. En el departament de

màrqueting analitzem les necessitats dels clients i quins són els productes que més es venen. Els comprem i realitzem posteriorment una enginyeria inversa utilitzant aparells de mesura amb precisió micromètrica. Finalment realitzem el disseny tot adaptant-lo al nostre mètode de fabricació mentre paral·lelament estudiem les patents existents sobre aquets productes i analitzem si, amb petites modificacions al disseny del producte, podem saltar-nos les patents sense infringir-les. Si no és així, depenent del producte i de la demanda de mercat, esperem al venciment de la patent i/o llencem el producte al mercat assumint les conseqüències. També a vegades es parla amb l'empresa que té l'autoria de la patent per tal d'arribar a un acord.

2.2.4.2. Evolució del disseny assistit per ordinador

Internacionalment utilitzem la paraula CAD (*Computer-Aided Design*). Els inicis del *software* CAD és remuntant als anys 50 quan l'exèrcit nord-americà desenvolupà els primers traçadors gràfics amb capacitat de realitzar dibuixos mitjançant un ordinador. No obstant, no és fins a principis dels anys 60 quan Iván Sutherland inventà el primer sistema gràfic, el *Sketchpad*, que permetia realitzar els primers dibuixos gràfics amb ordinadors. Aquets estaven basats amb píxels i tenien com a objectiu automatitzar el dibuix 2D.

Durant els anys 70 varen començar a utilitzar-lo comercialment, encara que el desenvolupament i la utilització d'aquest *softwares* es realitzava per al propi ús de grans empreses com: Mercedes-Benz, General Motors o Dassault, una empresa francesa d'aviació que generà el primer *software* CAD/CAM (*computer-Aided Manufacturing*).

Durant els anys 80 es va generalitzar a empreses industrials, i al 1979 es desenvolupà un format neutral d'intercanvi de dades el IGES (*Initial Graphics Exchange Standard*).

Al 1983 va aparèixer un sistema de transferència de dades universal, STEP (*Standard for the Exchange of Product model data*), que permetia l'exportació d'un disseny desenvolupat amb CATIA per després manipular-lo, per exemple amb PTC (*Parametric Technology*). Aquest no exportava el desenvolupament del disseny de la peça, però sí el resultat final de l'objecte sòlid obtingut en cas del STEP, i de les superfícies, en el cas del IGES.

Al 1982 Autodesk va crear el primer *software* CAD per a PC AutoCAD versió 1.

Durant els anys 90 podem dir que va ser l'explosió del *software* CAD, on l'empresa francesa Dassault Systèmes, amb el seu famós CATIA, o les empreses americanes Parametric Technology i Autodesk entre d'altres, lideraven el mercat. També agafà força però, un altre *software* de l'empresa Aerospace de McDonnell Douglas que actualment forma part de Boeing que comprà United Computing i que són els desenvolupadors del sistema CAD Unigraphics.

Finalment, va ser a partir de 1999, quan Dassault Systems va crear la versió 5 de CATIA, implementat en Windows i seguidament la resta de companyies de *softwares* d'alta gamma varen fer el mateix. Per al funcionament d'aquest *softwares*, els PC havien de disposar d'altres prestacions com ara targetes gràfiques dedicades, memòries addicionals o fonts

d'alimentació amb més potència per poder suportar el consum del hardware, però tot i així ja es començava a perfilar el futur i era qüestió de temps que algú pogués solucionar aquest inconvenient i arribéssim fins al punt on estem ara.

Cronologia històrica basada en els softwares més coneguts actualment:

1963 → Skectpad → Ivan Sutherland → El primer programa manipulació d'objecte gràfics.

1967 → I-deas → Universitat de Cincinnati → Restriccions d'objectes, sistemes paramètrics.

1977 → CATIA → Dassault Systèmes → Implementació a la indústria aeronàutica.

1982 → AutoCAD → John Walker → Microcomputadores de fins a 8 bits, dibuixos detallats i assequible econòmicament per a petites empreses.

1987 → Pro/ENGINEER → Parametrics Technology Corporation → Divideixen el *software* en tres camps integrats entre si: disseny mecànic, anàlisi d'elements finits i fabricació mecànica.

1995 → SolidWorks → Dassault Systèmes → Permet modelar peces, conjunts i definir planells tècnics i adjuntar la informació necessària per a la seva producció.

1995 → Solid Edge → Siemens PLM Software → Un dels primers *software* dissenyats per a funcionar amb Windows NT que permet el modelat de peces amb diferents materials.

1999 → Autodesk Inventor → Autodesk → Permet que els ordinadors personals puguin treballar amb muntatges complexos.

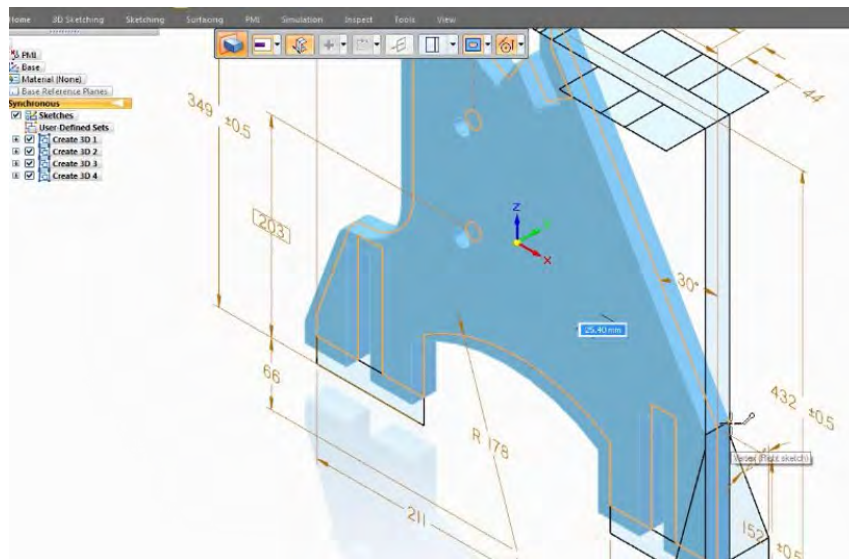
2.2.4.3. Mercat actual del software CAD.

En aquest apartar parlarem de les eines CAD 3D, professionals i/o avançades, les de nivell mig i amb possibilitat d'adquirir-la com a estudiant, gratuïtes, i d'editors de malles.

Les eines CAD actuals amb més rellevància en el sector aeronàutic, automotriu i espacial que tenen la necessitat de treballar simultàniament a qualsevol lloc del món i amb interconnectivitat síncrona són: CATIA, CREO i UGS. Aquestes grans corporacions disposen de *software* CAD de gamma mitja, pensat per a la petita i mitjana empresa amb la possibilitat d'adquirir-los amb llicència d'estudiant gratuïta i/o a un preu més assequible.

Aquests *softwares* de gamma mitja com Solidworks, Solid Edge o Autodesk Inventor, disposen de versions per a estudiants de forma gratuïta amb la restricció de què tot el creat en aquella versió de *software* no es pot exportar a la versió professional, i el seu mòdul de càlcul d'elements finits no permet realitzar més de 5.000 iteracions, però estan obertes a tota la resta de funcions del *software* com són: els mòduls de renderitzat, mòdul de càlcul d'elements finits, mòdul de CAM amb control de 3 eixos, el mòdul de muntatge de conjunts i actualment també tenen zona de treball específic per a la impressió 3D.

A la imatge 14 adjunta, observem una peça realitzada amb *Solid Edge* on podem veure a la zona esquerra, l'arbre d'operacions, i a la dreta el croquis de base acotat amb la peça sòlida resultant amb color blau. El *link* de la imatge ens permet enllaçar directament a la pàgina del registre per poder descarregar el *software* com a estudiants amb llicència perpètua.



Imatge-16. Font: https://www.plm.automation.siemens.com/plmapp/education/solid-edge/en_us/free-software/student

Per altre banda, l'empresa Dassault amb Solidworks, ofereix una llicència a partir de 135€, renovable any rere any amb les mateixes restriccions ja comentades anteriorment de Solid Edge i a més a més afegint marques d'aigua al imprimir els plànols.

Solidworks económic

SOLIDWORKS STUDENT EDITION

3D Design • Simulation • Documentation • Engineering Analysis Software

SOLIDWORKS® 2019-2020

- SOLIDWORKS Premium (3D CAD software)
- SOLIDWORKS Simulation Premium (FEA tools)
- SOLIDWORKS Flow Simulation (CFD tools)
- SOLIDWORKS Motion (kinematics analysis)
- SOLIDWORKS Plastics Premium (part and mold filling analysis)
- SOLIDWORKS Sustainability (environmental impact tools)
- SOLIDWORKS Electrical Professional (electrical systems design tools)
- SOLIDWORKS CAM Professional (integrate design and manufacturing processes)
- SOLIDWORKS Model Base Definition (define, organize, and publish 3D PMI)
- SOLIDWORKS Composer (technical documentation tools)
- SOLIDWORKS Visualize Professional (develop rich, photo quality content)
- MySolidWorks Professional (your connection to everything SOLIDWORKS)



\$150 | €135 | £100

Si el centro no tiene licencias o mantenimiento activo, te queda la opción de **comprar una versión estudiante** que incluye de todo de forma muy económica. Es la Student Edition (SWSE). Puedes encontrar información [aquí](#).

Imatge-17. Font: <https://easyworks.es/conseguir-solidworks-gratis-para-estudiantes/>

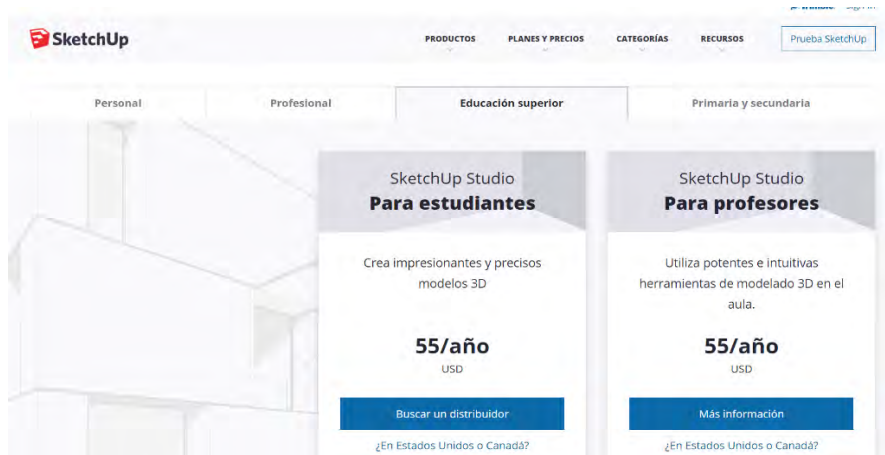
A la imatge adjunta podem veure l'oferta de la casa Autodesk que ofereix un ampli ventall de possibilitats des de TINKERCAD, que ens ofereix la possibilita de dibuixar i programar, el AutoCad per al dibuix 2D , el MAYA i el 3DMAX per realitzar animacions per a pel·lícules i jocs, el Inventor com a *software* de disseny CAD i el REVIT que serveix per a l'arquitectura i construcció.

Autodesk proporciona acceso abierto a más de 100 productos, disponibles para estudiantes, educadores e instituciones de todo el mundo.

 <p>F FUSION 360</p> <p>Explore ideas de diseño de forma rápida y sencilla con la plataforma integrada de concepto a producción. Conecte todo su proceso de desarrollo de productos en una única plataforma basada en la nube que funciona tanto en Mac como en PC.</p> <p>CONSEGUIR AHORA - LICENCIA INDIVIDUAL</p> <p>CONSÍGUELO AHORA: INSTALACIÓN DEL LABORATORIO DE LA INSTITUCIÓN EDU</p>	<p>I INVENTOR</p> <p>Software de CAD mecánico 3D para modelar y simular sus productos antes de que se construyan</p>	<p>R REVIT</p> <p>Software para modelado de información de construcción (BIM)</p>
	<p>A AUTOCAD</p> <p>Software de diseño profesional para CAD 2D y 3D</p>	<p>3 3DS MAX</p> <p>Software de modelado, animación y renderizado 3D para juegos y visualización de diseños</p>
	<p>M MAYA</p> <p>Software de animación, modelado, simulación y renderizado 3D para películas, juegos y TV</p>	<p>TINKERCAD</p> <p>La plataforma de diseño 3D y modelado 3D más fácil en línea para pasar de la mente al diseño en minutos</p>

Imatge-18. Font: <https://www.autodesk.com/education/free-software/featured>

També disposem de *softwares* totalment o parcialment gratuïts, com per a exemple *Sketchup*, que permet generar elements en tres dimensió i renderitzar-los però que, malauradament per poder utilitzar tot el ventall d'eines de les que disposa, requereixen l'abonament d'una quota anual de 55€. Si el vols utilitzar online, aquets és gratuït per a estudiants de primària i secundària.



Imatge-19 .Font:<https://www.sketchup.com/es/plans-and-pricing#for-higher-education>

Un *software* totalment gratuït de codi obert és el FreeCad. Aquest disposa d'un gran ventall de possibilitats. El seu arbre d'operacions és igual que el del *softwares* professionals i disposa també de: diversos entorns de treball, entorns de peça, element finits, conjunt, mallat, mecanitzat i d'altres. Li manca però, en la meva opinió, ajudes per a la utilització d'eines tot i que es pot suplir en certa manera gràcies a la comunitat virtual que té al darrera on hi ha penjat molts vídeos tutorialis d'autoajuda. A la imatge-19, adjuntada seguidament, podem observar l'ajuda inicial que ofereix el programa. Un altre dels seus punts forts a tenir en compte és la gran versatilitat d'instal·lació que disposa, ja que aquest funciona en les plataformes Windows, Mac i Linux a diferència de la resta de programes que sols solen treballar sobre Windows.

DOCUMENTOS AYUDA ACTIVIDAD

Generar Documentación

Centro de actividad de usuario

Esta sección contiene documentación útil para los usuarios de FreeCAD en general: una lista de todos los entornos de trabajo, instrucciones detalladas sobre cómo instalar y usar la aplicación FreeCAD, tutoriales y todo lo que necesita para comenzar.

Centro de actividad de usuarios empoderados

Esta sección recopila documentación para usuarios avanzados y personas interesadas en escribir scripts de Python. También encontrará un repositorio de macros, instrucciones sobre cómo instalarlas y usarlas, y más información sobre cómo personalizar FreeCAD para sus necesidades específicas.

Centro de actividad de desarrolladores

Esta sección contiene material para desarrolladores: cómo compilar FreeCAD usted mismo, cómo está estructurado el código fuente de FreeCAD y cómo navegar en él, cómo desarrollar nuevos entornos de trabajo, y/o integrar FreeCAD en su propia aplicación.

Manual

El manual de FreeCAD es otra forma más lineal de presentar la información contenida en este wiki. Está hecho para ser leído como un libro y le presentará gentilmente muchas otras páginas de los centros anteriores. [versiones de libros electrónicos](#) también están disponibles.

Documentación de entornos de trabajo

Estas son las páginas de ayuda de todos los entornos de trabajo instalados actualmente en esta computadora.

Arch	Complete
Draft	Drawing
Fem	Image
Inspection	Mesh
OpenSCAD	PartDesign
Part	Path
Plot	Points
Raytracing	Robot
Ship	Sketcher
Spreadsheet	Start
Surface	TechDraw
Test	Web

Ayuda de la comunidad

El [foro de FreeCAD](#) es un excelente lugar para obtener ayuda de otros usuarios y desarrolladores de FreeCAD. El foro tiene muchas secciones para diferentes tipos de problemas y temas de discusión. En caso de duda, publique en la sección [Ayuda sobre el uso de FreeCAD](#).

Si es la primera vez que está publicando en el foro, asegúrese de [leer las pautas](#) primero!

FreeCAD también mantiene un [rastreador de errores](#) público donde cualquier persona puede enviar errores y proponer nuevas funciones. Para evitar causar trabajo extra y tener la mejor oportunidad para resolver su error, asegúrese de leer la [guía de envío de errores](#) antes de publicar.

Addons disponibles

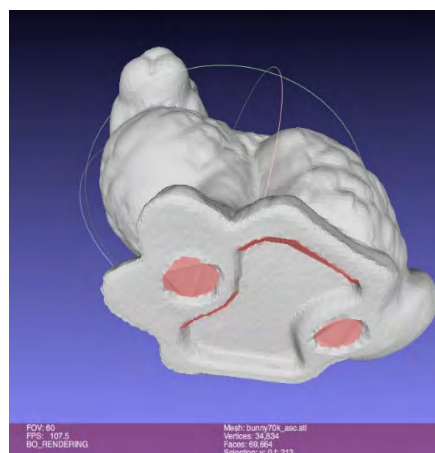
A continuación se muestra una lista de los entornos de trabajo adicionales disponibles que se pueden agregar a su instalación de FreeCAD. Examínelos e instálos desde el menú Herramientas -> Administrador de complementos. Puede obtener más información sobre cualquiera de ellos haciendo clic en los enlaces a continuación.

No se puede obtener información de GitHub. [Autorice a FreeCAD a acceder a Internet](#) y vuelva a cargar la página de inicio.

Imatge-20 Generada pantalla inici FreeCAD

En el cas de que la necessitat fos modificar o tancar les malles d'un arxiu descarregat en format .stl, hi ha dos *softwares* molt interessats i gratuïts, el Meshmixer i MeshLab, que ens permeten remallar i tancar zones obertes automàticament, punt molt important ja que, si hi ha zones obertes, alguns softwares donen errors i no ens permetran imprimir.

A la imatge 20 adjuntada a continuació veiem un exemple de l'esmentat anteriorment.



Imatge-21. Font: <http://www.meshlab.net/>

En aquesta imatge es mostra com a la zona inferior de l'objecte s'hi presenten zones obertes (en vermell). Si intentéssim realitzar una impressió en 3D amb la peça oberta, aquesta no es fabricaria, ja que molts *softwares* detectarien que l'objecte té gruix zero i deduirien que es tracta d'una superfície i donaria errors.

3. Beneficis de la tecnologia 3D a l'educació

La tecnologia 3D a l'educació, és a dir l'aprenentatge mitjançant medis digitals, s'està convertint cada cop més en una prioritat.

Les eines 3D es poden aplicar a moltes matèries, a més a més ens poden ajudar a la vegada a simplificar alguns conceptes teòrics de difícil comprensió degut a la seva complexitat, però que poden ser més entenedors amb l'ajuda d'imatges creades amb aquestes noves eines al nostre abast.

Els alumnes poden treure molt profit d'aquestes tecnologies, doncs la impressió 3D està aportant grans canvis econòmics i socials als nostres temps, obrint un camp laboral molt extens i en expansió. Aquesta expansió també s'ha vist multiplicada gràcies a la fabricació ràpida, i més especialment en aquets darrers mesos en què hem vist la nostra societat afectada per una pandèmia on ha estat més necessari que mai el disposar d'una producció ràpida. Els usuaris domèstics que disposaven d'aquesta tecnologia a casa i davant la impossibilitat de poder sortir a comprar elements bàsics que han necessitat o d'esperar entregues online, han pogut dissenyar i crear els seus propis elements de protecció individuals com ara puguin ser: suports per pantalles, salva orelles per les gomes de les mascaretes, o inclús respiradors entre d'altres. Un exemple d'un element creat ràpidament per la necessitat el podem veure a la imatge adjuntada on podem observar que es tracta d'un adaptador de manetes per a l'obertura de portes. Aquest ha estat creat durant la pandèmia de forma ràpida i efectiva. L'ha dissenyat l'empresa Materialise, una de les empreses referent mundial de la impressió 3D.



Imatge-22. Font: <https://www.lavanguardia.com/cribeo/geek/20200325/4894769127/crean-sistema-impreso-3d-no-tocar-pomos-puertas-manos-contagio-coronavirus.html>

4. Context

Primer de tot començarem analitzant el currículum d'educació secundària obligatòria centrant-nos en el 3r curs de la ESO. Aquest està emmarcat en el Decret 187/2015 del 25 d'agost i ens serveix de guia a l'hora de formalitzar i encaixar correctament els continguts de l'unitat didàctica que treballarem i que estarà emmarcada dintre del currículum de l'àmbit-científicotecnològic (ACT) a la **dimensió d'objectes i sistemes tecnològics de la vida quotidiana**. En ella, els alumnes desenvolupen les habilitats i curiositats per a conèixer el funcionament d'objectes d'utilitat diària, i aprenen sobre alguns sistemes tecnològics industrials i elaboren solucions tecnològiques per a determinats problemes. D'aquesta dimensió utilitzarem les següents competències:

Competència 7. Utilitzar objectes tecnològics de la vida quotidiana amb el coneixement bàsic del seu funcionament, manteniment i accions a fer per minimitzar els riscos en la manipulació i en l'impacte mediambiental

Competència 9. Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat

Imatge-23. Font: <http://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/eso/curriculum2015>

Dintre d'aquestes competències treballarem els següents continguts clau:

- CC17. Objectes tecnològics de la vida quotidiana.
- CC19. Manteniment tecnològic. Seguretat, eficiència i sostenibilitat.
- CC20. Objectes tecnològics de base mecànica, elèctrica, electrònica i pneumàtica.
- CC21. Sistemes tecnològics industrials. Màquines simples i complexes
- CC24. Disseny i construcció d'objectes
- CCD1. Funcionalitat bàsiques dels dispositius

Durant el 3r curs de la ESO, a l'assignatura Tecnologia com a matèria comuna, els continguts que utilitzarem del currículum seran els següents:

- El procés tecnològic (CC17,CC19,CC20,CC24,)
 - Planificació completa del procés tecnològic.
 - Càlcul de costos mitjançant fulls de càlcul.
 - Disseny de proves per avaluar el producte tecnològic realitzat.

- Valoració de la sostenibilitat del producte tecnològic realitzat.
- Presentació final del projecte fent ús d'eines multimèdia i programari específic: simuladors, material interactiu, programari de disseny assistit per ordinador (DAO).
- Màquines i mecanismes (CC17, CC19, CC20, CC21)
 - Anàlisi d'objectes quotidians i construccions simples.
 - Anàlisi de mecanismes mitjançant aplicacions digitals.
 - Disseny, desenvolupament i avaluació de projectes i associacions de mecanismes.

També treballarem les competències transversals de l'àmbit digital (AD) com la competència 5 , ja que utilitzarem aplicacions d'edició de textos i presentacions multimèdia per a la producció de documents digitals, al generar nous coneixements personals mitjançant les estratègies de tractament de la informació amb el suport d'aplicacions digitals.

Per altre banda al realitzar treball amb equips i grups també treballarem l'àmbit personal i social (APS) dintre de la dimensió aprendre a aprendre amb la competència 2 conèixer i posar en pràctica les estratègies i hàbits que intervenen en el propi aprenentatge.

Un cop analitzat el currículum de 3r de l'ESO, cal remarcar que en els continguts que volem treballar en aquesta unitat didàctica estan presents: el disseny assistit per ordinador, la planificació completa d'un procés tecnològic, l'anàlisi d'objectes quotidians i construccions simples i el disseny de proves per avaluar el producte tecnològic realitzat.

La unitat didàctica es realitzarà a l'assignatura comuna de Tecnologia de 3r d'ESO en un institut o escola de secundària de la província de Barcelona, com pugui ser l'escola Sant Josep Teresianes de Gràcia, centre on he realitzat les meves pràctiques com ja he comentat anteriorment. La classe és de 30 alumnes i es treballarà en parelles, per tant tindrem 15 parelles.

Durant la unitat didàctica cada parella realitzarà l'enginyeria inversa d'un producte d'ús quotidià utilitzant un *software* de CAD 3D per dissenyar el objecte i posteriorment el fabricarà amb una impressora 3D.

5. Metodologia d'aprenentatge

Utilitzarem la metodologia de la **classe invertida**. Es proposarà als alumnes diferents reptes a través d'exercicis on inicialment no sabran amb quines eines estan realitzats. Aquestes eines però, les hauran après autònomament a través d'uns vídeos tutorialis que hauran de visionar a casa individualment amb l'objectiu de realitzar després una tasca que penjaran a la plataforma *Classroom*.

Aquest exercici previ ens servirà per veure l'assoliment de continguts dels alumnes i treballar a la classe els temes que hagin generat més dificultat. A més a més, ens serviran també per veure el nivell de destresa que mostren a l'hora d'utilitzar les eines CAD i poder formar posteriorment parelles de treball per a la realització del projecte final. Formarem parelles utilitzant la metodologia **d'aprenentatge entre iguals**, que es basa en fer equips segons el nivell dels alumnes. Així doncs, podrem ajuntar-los segons un mateix nivell, i al estar en un nivell semblant, provocar que ells mateixos es recolzin. Aquest mètode ens estalviarà també temps, ja que ens resultarà més ràpid de solucionar problemes per parelles que no pas si haguéssim d'anar d'un en un. Per altre banda, permetrà també que els equips on hi hagi algun dels dos amb més nivell, aquest assoleixi els conceptes amb més fermesa, fet que derivarà de l'haver d'ajudar al seu company i guanyarà major seguretat. D'altre banda, l'alumne que parteix d'una base amb menys capacitats inicials d'assoliment de conceptes, es beneficiarà de l'ajuda del seu company.

Per a finalitzar la unitat didàctica realitzarem un **treball cooperatiu**. Formarem equips de 3 membres per a realitzar el disseny i fabricació d'un objecte quotidià, on el professor orientarà els equips per a què el projecte sigui tant un èxit col·lectiu com individual. Per a la formació dels equips el professor es guiarà per la destresa i les afinitats dels alumnes entre ells, de tal manera que es pugui obtenir grups el més autònoms possibles i que tinguin la capacitat entre ells de solucionar-ne els problemes que vagin sorgint amb l'evolució del projecte.

6. Eines tecnològiques utilitzades a la unitat didàctica

Utilitzarem eines 3D, com són la impressora d'ús basic, el llapis 3D i un *software* de dibuix CAD 3D, que ens proporcionaran els instruments d'aprenentatge necessaris per a la fabricació d'elements mitjançant la tecnologia 3D..

La impressora TimerUPMini2 i el llapis 3DoodlerStart són les eines de fabricació que utilitzarem, ja que són de les que disposen a l'escola Sant Josep Teresianes de Gràcia.

A la imatge adjunta a continuació podem observar un exemple de treball amb el llapis 3DoodlerStart.



Imatge-32. Font: <https://www.3dnatives.com/es/top-lapiz-3d-boligrafo-3d-160820182/>

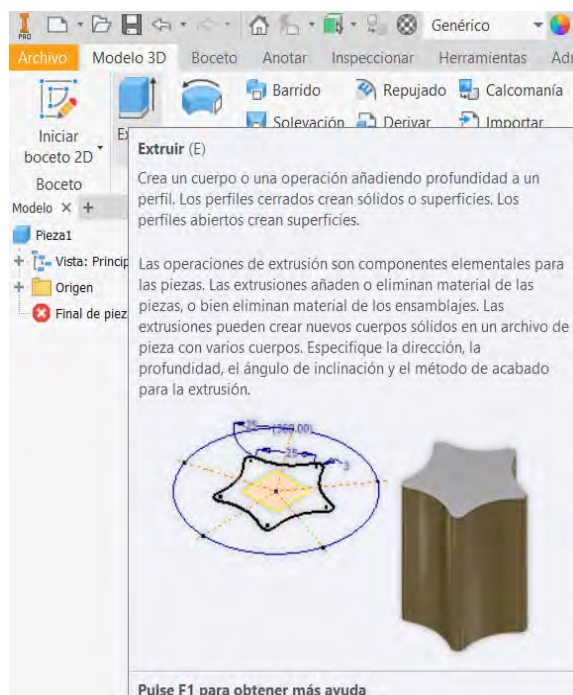
A l'Anex1, podem consultar l'anàlisi que he realitzat sobre diversos models d'impressores per a les escoles amb preus i característiques destacades, però principalment hem de tenir en compte que una impressora per a ús escolar ha de ser una màquina estable i segura, sense risc possible per als alumnes i, com els seus filaments podrien desprendre gasos tòxics, hauríem de considerar el que aquesta fos tancada i treballar amb filaments segurs i biodegradables. Un altre punt important és que han de ser impressores molt fàcils d'utilitzar, per tant han d'estar equipades amb calibració automàtica i sistema de detecció de final de filament per facilitar les tasques dels professors i els alumnes.

La impressora TierTime Up Mini 2 escollida aconsegueix els punts anteriorment esmenats. És tracta d'una impressora d'estructura tancada que disposa de filtrat d'aire i calibrat automàtic. És silenciosa, 51dB. La seva zona de fabricació és de 120x120x120mm, i les seves dimensions exteriors fan 255x365x385. A més a més utilitza el seu propi software de gestió per a la impressió, el Logiciel UP Studio.



Imatge-24. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

El software CAD que utilitzarem serà el *Autodesk Inventor*, que és gratuït, tan per a estudiants com per a professors. La llicència d'estudiant permet treballar amb diferents ordinadors que es poden exportar en qualsevol moment. Com a restricció però, tot el dibuixat solament és editable amb un altre llicència educativa de la mateixa versió. L'altre punt important és que es tracta d'un *software* que ofereix moltes ajudes. Simplement cal passejar-se amb el ratolí per sobre de les icones i apareixeran petites explicacions gràfiques que ens facilitaran molt l'experiència. La imatge-21 és un bon exemple d'això. En ella podem observar una estructura de treball igual a qualsevol *software* professional però molt més intuïtiva.



Imatge-34. Font: *Autodesk Inventor*

7. Seqüència didàctica

7.1. Objectiu

La creativitat és l'eina que hem de fomentar i la que ens diferencia a les persones. Aquesta ha de ser despertada. Totes les persones per naturalesa som creatives, però hem de treballar per a ser-ho més. Cadascú de nosaltres tenim uns hàbits que els hem adquirits des de petits i juntament amb les rutines diàries són les nostres fonts d'inspiració bàsica, però el sortir d'aquestes també ens aporta nous punts de vista, conèixer noves persones que realitzen feines diferents, o inclús el entrar a les xarxes socials. Tot plegat ens pot proporcionar nous *inputs* que ens despertaran la ment.

Com a professors, hem de fer créixer als alumnes oferint-los reptes que els captivin i els desenvolupin les ganes d'aprendre i crear. L'objectiu és iniciar-los en petits problemes que puguin solucionar sense grans dificultat, i, quan ja estiguin enganxats, anar augmentant la dificultat dels reptes proposats. D'aquesta manera els enfortim, els capacitem amb eines i guanyen autoestima i autoconfiança.

També val a dir que els alumnes d'avui en dia estan acostumats a la immediatesa. La meua proposta d'unitat didàctica els conduirà també en part a això. Els oferirà, per una banda, la possibilitat de desenvolupar la seva vessant creativa, motivant-los a pensar més enllà, i a la vegada a veure-ho realitzat ja, fent més tangible l'aprenentatge al fabricar in situ la peça creada per la seva ment.

7.2. Desenvolupament de les sessions

S'emmarca dintre del segon trimestre de 3r de la ESO, i seran 24 sessions de 55 minuts cada una.

Treballarem amb la plataforma digital *Classroom* on penjarem material de suport per als alumnes. Aquest material estarà conformat per presentacions en format pdf. per a què puguin consultar en qualsevol moment els possibles dubtes i de links amb vídeos tutorials que generarem amb la finalitat de realitzar diverses classe invertides. D'aquesta manera, al generar classes invertides aprofitarem al màxim el temps a l'aula i podrem resoldre els dubtes que es generin abans.

Els alumnes realitzaran les entregues de les tasques que es demanaran al *Classroom*.

Per realitzar el treball a l'aula, els alumnes necessitaran ordinador portàtil. amb la bateria carregada ja que les aules no estan preparades per a què els alumnes connectin tots a la vegada l'ordinador, i disposar de Microsoft Windows instal·lat per tal de poder instal·lar-hi després el *software* Autodesk Inventor. Per altre banda, serà necessari el ratolí, ja que per a la utilització del software és de vital importància, i també de paper, llapis, goma, regla, cinta mètrica, peu de rei, cartró reciclat, estisores, cola, llapis 3D i impressora 3D que ens servirà per imprimir els prototips que realitzem. A més a més, necessitarem equips de seguretat com guants i ulleres per al post-processat del prototips, un cop impresos.

Dividirem la unitat didàctica en set temes com podeu observar a la taula resum adjunta:

Te ma	Sessions	Activitat i Metodologia	Hores
Objectius	1	Presentació del projecte, exposició per part del professor de la unitat didàctica i de la manera d'avaluar	55'
Disseny	2	El disseny en els objectes d'ús quotidià. Exposició del professor i presentació d'un re-disseny d'un objecte per part dels alumnes.	1h50'
CAD	11	Eines de CAD 3D, metodologia de treball combinant la classe invertida i les classes magistrals amb exemples d'utilització de les eines del <i>software</i> CAD.	10h05'
Planificació i costos	1	Planificació del temps fins a l'obtenció del prototip i el seu cost. Explicació per part del professor amb realització d'exemple pràctic per part del alumnes.	55'
Enginyeria inversa	1	Exposició per part del professor i posada en pràctica amb un exercici realitzat per part dels alumnes.	55'
Impressió 3D	5	Exposició per part del professor del funcionament de la impressora 3D de l'escola amb exemple pràctic d'ús i impressió dels projectes de tots els alumnes i treball del post-processat dels prototips.	4h 35'
Presentació	3	Presentació dels projectes realitzats a la resta de la classe mitjançant una presentació de totes les taques realitzades fins a l'obtenció del prototip.	2h45'

Taula-1 Resum desenvolupament sessions

Objectius

És bàsic que aconseguim captar l'atenció de l'alumne. Per això iniciarem la primera sessió amb el visionat d'un vídeo motivador que hauréu penjat prèviament a la plataforma digital. En aquest vídeo estarà explicada de manera fàcil l'activitat inicial i l'explicació de com es treballarà.

Referent a l'activitat inicial, aquesta la planificarem en grups de treball de 3 alumnes, anteriorment ja definits gràcies a l'activitat realitzada al segon trimestre. D'aquesta manera, gràcies a què tenim ja un coneixement previ de l'alumnat, podrem conformar els equips d'una manera òptima, tenint en compte les seves capacitats.

L'activitat consistirà, per equips, en fabricar una caixa de 120 x 120x120 mm amb una tapa separada. Per a fabricar aquesta caixa utilitzarem cartó reciclat que ja hauréu recopilat prèviament, estisores i cola d'enganxar. El temps de què disposarem serà d'aproximadament 20 minuts.



Imatge-35 Font: <https://www.pngocean.com/gratis-png-clipart-nmuel/descargar>

La segona part de la classe consistirà en treballar amb la caixa creada en el punt anterior.

En el vídeo que hauran visionat, als alumnes se'ls hi haurà demanat que facin un llistat d'objectes d'ús quotidià que els agradin, que els cridin l'atenció o que considerin útils. D'aquets, hauran d'escollir de 2 a 5 per alumne i portar-los a classe, de manera que amb els seus equips els puguin posar en comú i descartar els que es repeteixin. Un cop realitzat aquest primer filtrat, realitzaran un segon, descartant els que no els càpiguen, individualment i amb la tapa tancada, a dins la caixa creada.

Finalment, per concloure l'activitat, cada equip es quedarà només amb dos de tots els objectes. Aquests seran amb els que treballarem durant les pròximes dues sessions.

Per treballar el disseny, ho farem a través d'objectes d'ús quotidià i al llarg de dues sessions.

A la primera sessió, la idea és fer una exposició sobre el redisseny d'un objecte d'ús quotidià, prenent com a exemple la carcassa d'un telèfon mòbil. Per aquesta sessió necessitarem: paper llapis, regle, cinta mètrica i peu de rei.

Al realitzar la demostració d'aquest redisseny, als alumnes veuran la demostració de com utilitzo les eines de mesura i com realitzo les vistes de: frontal o alçat, planta o superior/inferior, lateral esquerra, i lateral dret dels objectes. També aprendran quines parts són les que es veuen i tenen que dibuixar cada cop i a realitzar seccions de l'objecte.

Per a què sigui una sessió dinàmica i visual, prèviament jo hauré fet també una caixa quadrada de cartró que em servirà d'ajuda per a mostrar als alumnes més visualment els punts de vista existents partint d'una vista base.

Aquesta caixa ens acompanyarà al llarg de totes les sessions. A cada cara li escriuré el punt de vista, tal com mostro a la imatge següent.



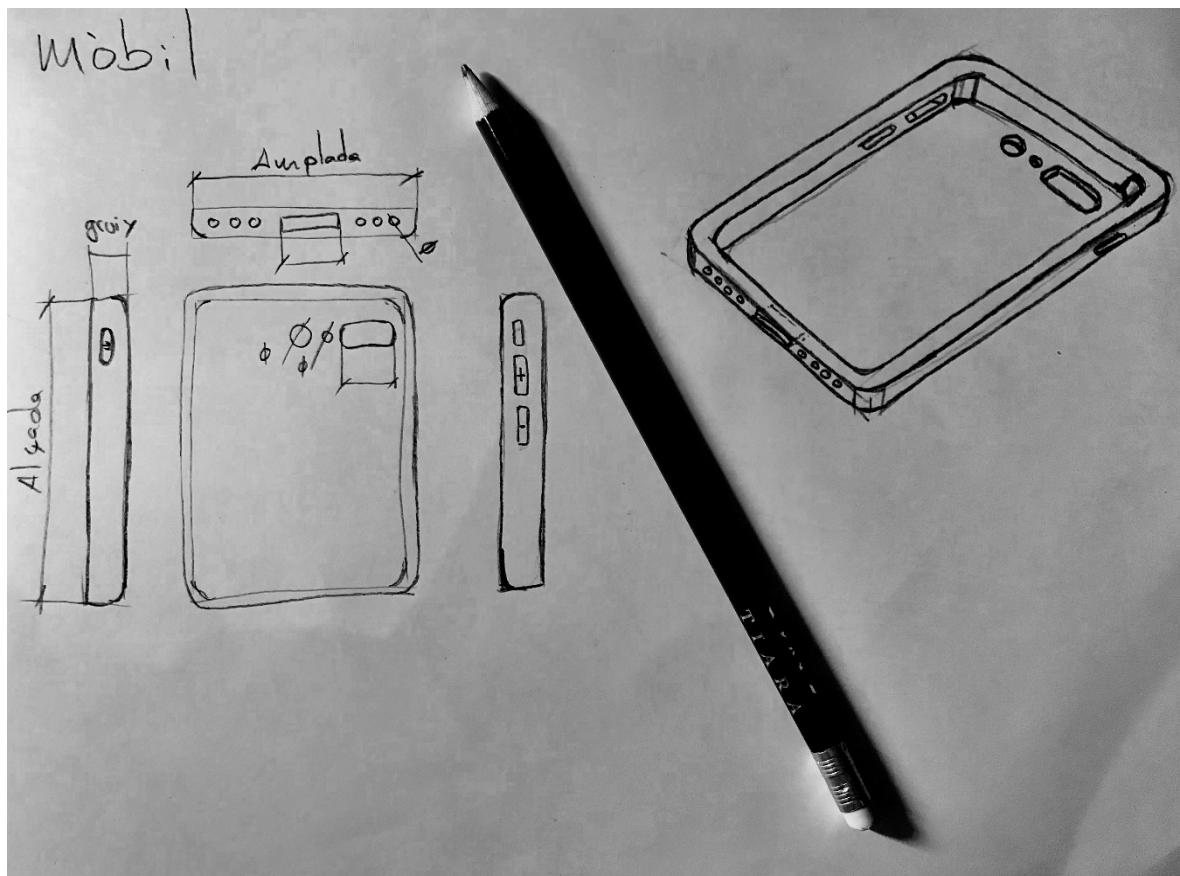
Imatge-36. Font: Autodesk Inventor

També demanaré als alumnes que dibuixin ells mateixos els primers croquis de què veuen i de què no. D'aquesta manera reforçarem el que ja han treballat prèviament durant segon

de ESO i ens servirà per veure de quin nivell parteix el global de la classe, i també individualment.

Al llarg de l'unitat didàctica, intentarem consolidar i expandir els seus coneixements ja adquirits en el passat sobre les vistes, doncs, pràcticament a totes les sessions, les treballarem molt.

Pel redisseny, seguirem treballant amb els mateixos grups de tres, però cada alumne individualment haurà de fer el seu propi croquis de l'objecte treballat amb el grup. La idea és aconseguir quelcom semblant a la imatge que adjunto a continuació on es pot observar el dimensionament de l'objecte.



Imatge-37. Esbós mòbil Font: Elaboració pròpia

En el croquis no es valorarà la destresa al dibuixar, si no el ser capaç de presentar-nos l'objecte.

Posteriorment, demanaré als alumnes que pensin un canvi o modificació a l'objecte estudiat per millorar-lo en algun aspecte, ja sigui l'ús, el disseny o el que se'ls vingui a la ment. La idea és que aprenguin a observar, que agafin agilitat, seguretat en la utilització dels elements de mesura i la representació.

Per finalitzar l'exercici, els alumnes penjaran les fotografies dels seus croquis al *Classroom* i disposaran, com a límit de temps, la tarda abans d'iniciar la tercera sessió.

CAD

En aquestes sessió treballarem el disseny assistit per ordinador i utilitzarem les tasques realitzades en les sessions anteriors per a formar parelles que treballaran fins al final de l'unitat didàctica. Aquestes parelles les formaran alumnes del mateix nivell, sempre i quan sigui possible. Si la diferència entre alumnes és molt gran, haurem de fer algunes parelles de diferents nivells.

Disposarem d'onze sessions, i les dividirem en 4 fases d'aprenentatge del *software* CAD. La primera fase serà la de conèixer les eines, la segona la d'adquirir destresa utilitzant-les, la tercera la que versarà sobre el mètode i, finalment, la quarta fase serà la de treball autònom.

No realitzaré les sessions totes continuades, intercalaré les sessions de planificació i costos i la d'enginyeria inversa.

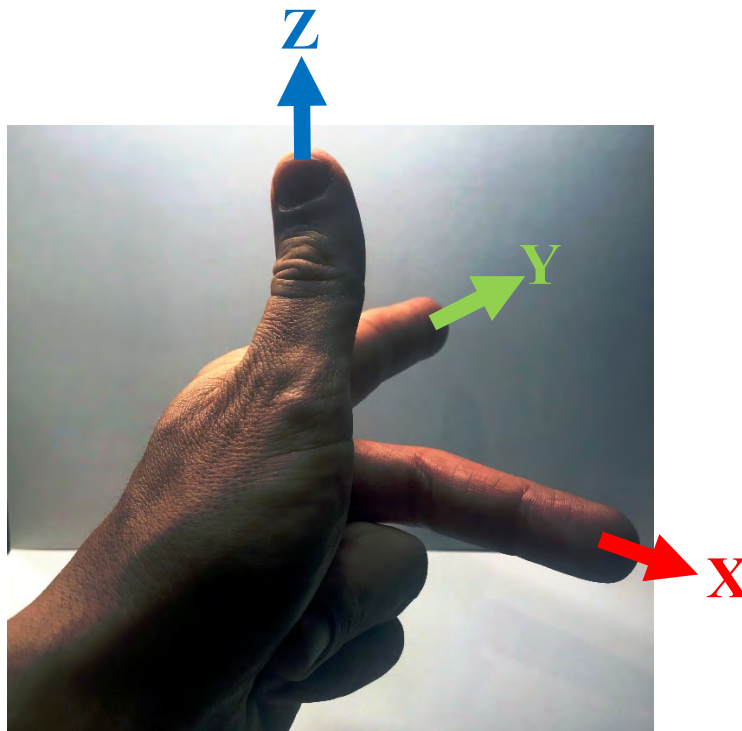
CAD-Bloc 1

Fase 1 conèixer les eines

○ Sessió disseny 1

La primera sessió la dedicarem a la instal·lació del software que prèviament els alumnes ja hauran descarregat en els seus ordinadors, seguint les instruccions que haurem penjat al *Classroom*.

Per tal d'aprofitar el temps, durant la instal·lació repassarem els conceptes de coordenades i d'espai tridimensional. És molt important que els alumnes aprenguin a posicionar-se i saber des d'on realitzen els seus dibuixos, tenint en compte que sempre han de saber a on es troba el punt 0,0,0 de l'objecte dibuixat.



Imatge-38. Coordenades Font: Elaboració pròpia

Els mostraré el truc de la mà esquerra que es plasma a la fotografia i que els ajudarà a posicionar la peça en l'espai i en les coordenades positives de qualsevol software CAD.

Avui en dia, un dels grans problemes que hi ha al dibuixar és el de la gestió del posicionat del objectes dibuixats. En aquest motiu vull incidir-hi força i així evitar possibles errors. Ens interessa que els alumnes assoleixin molt bé els conceptes i obtinguin una bona base, ja que això els farà més fàcil en un futur entendre el funcionament del qualsevol màquina o eina que requereixi posicionar-se. També els pot ajudar a entendre millor conceptes d'altres assignatures, com les equacions del pla de la recta a Matemàtiques, entre d'altres.

○ Sessió disseny 2

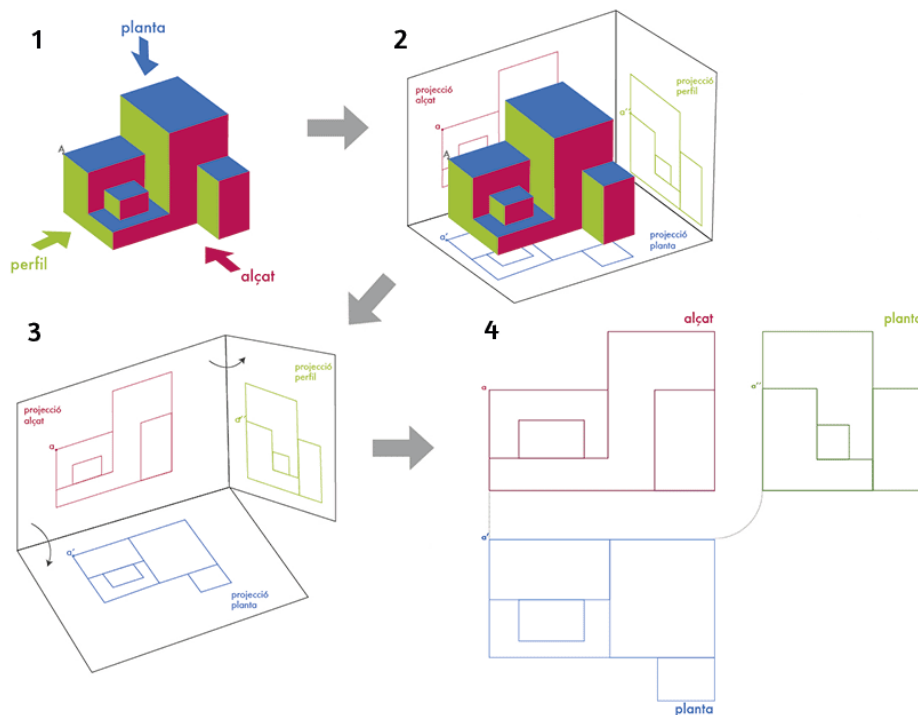
Realitzaré una projecció en directe sobre la utilització bàsica del software. Seguidament, farem petits exercicis en què projectaré a la pissarra i els alumnes replicaran individualment el que faig amb al seu ordinador.

Aquest sessió tindrà com a objectiu que l'alumne tingui un primer contacte amb el programa i realitzi exercicis bàsics aprenent a moure's per l'explorador d'operacions.

Treballarem els conceptes dels plans de treball, les eines de dibuix bàsiques i les primeres restriccions en els perfils 2D.

Tornarem a incidir en els tipus de vista, tot fent focus en la projecció europea i l'americana. La idea principal és recordar el que ja han treballat a cursos anteriors i consolidar-ho, per poder treballar adequadament després amb les eines de dibuix 3D o el espai tridimensional.

Adjunto la imatge d'exemple que utilitzaré per projectar a la pissarra.



Imatge-39. Font: <http://tecnovidal.blogspot.com/2017/05/lreso-expressio-grafica-escales.html>

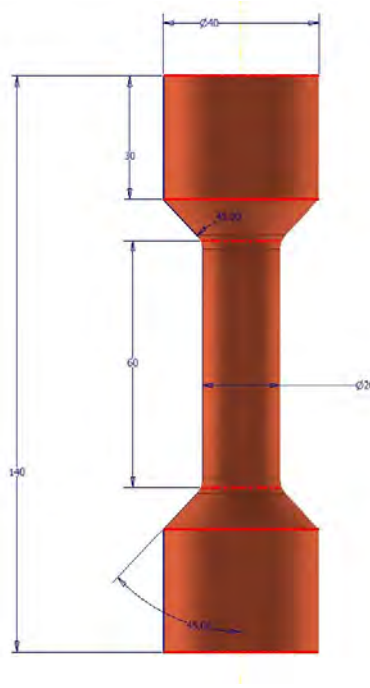
Seria ideal disposar impresos, amb la impressora 3D, 5 models amb la forma de la imatge anterior ja que el tenir l'objecte davant podria resultar als alumnes més fàcil d'entendre-ho.

Si detectem que alguns alumnes tenen dificultat, dibuixarem els diferents punts de vista utilitzant tres fulls, i col·locarem l'objecte treballat sobre la projecció plana tot fent correspondre cada full amb el seu punt de vista. D'aquesta manera els ajudarem visualment a entendre-ho millor.

○ Sessió disseny 3 i 4

Es demanarà als alumnes que abans d'assistir, visualitzin els vídeos tutorials que he creat específicament per a ells sobre les operacions de **Extruir i Revolució** i que podem trobar a l'annex 3 d'aquest treball. A la classe realitzarem exercicis pràctics sobre ells i resoldrem dubtes. Aquests exercicis es penjaran al *Classroom*, seran plànols en dos dimensions com els que podem consultar a l'annex 2 d'aquest treball.

Per parelles hauran de realitzar el model en tres dimensions. Un cop finalitzat cada exercicis els demanaré que el penguin al *Classroom*. D'aquesta manera podré realitzar el seguiment del treball i saber quins exercicis els presenten més o menys dificultat. Per altre banda, durant la sessió resoldrem dubtes en directe. Si un exercici no el poden realitzar i no els puc atendre, podran continuar amb el següent exercicis.



Imatge-40. Proveta Font: Elaboració pròpia

A la imatge-26 podem observar un dels exercicis típics que es realitzaran. Versa sobre les peces de revolució.

Les parelles disposaran de deu exemples variats per realitzar. Se'ls hauran de repartir a raó de cinc cadascú i ajudar-se a realitzar-los.

Enginyeria inversa

Entre tots els alumnes escollirem la carcassa de mòbil d'un d'ells i realitzarem una fotografia de les diferents vistes tal com mostro a continuació:



Imatge-41. Carcassa mòbil fotografia Font: Elaboració pròpia

Intentarem realitzar les fotografies el més perpendiculars possible. Per a fer-ho podem utilitzar les eines disponibles al taller com ara les escaires. Posteriorment prendrem les mides amb l'ajuda d'un peu de rei.

Seguidament, ensenyaré als alumnes a col·locar les imatges als plans de referència i a realitzar esbossos recolzant-nos en les imatges que haurem d'escalar abans. Realitzarem un acotació de la longitud, l'amplada i l'alçada màxima.

L'objectiu és que aprenguin sobre el funcionament de les eines i per això els mostraré com es fan les operacions bàsiques al programa. D'aquesta manera veuran com treballa i com m'ajudo de les imatges creades. Aquesta part ens ocuparà pràcticament la meitat de la classe. Al finalitzar, penjaré l'exemple al *Classroom* però només amb les imatges, i els alumnes, en parelles, hauran d'acabar-ho i penjar-ho de nou al *Classroom*. Serà la manera de veure si han assolit els conceptes explicats a la primera part.

Disposaran per penjar el disseny fins al final de la pròxima sessió de disseny, amb temps suficient per resoldre dubtes en cas de què els hi sorgeixin.

Planificació i costos

Utilitzarem la tasca realitzada per l'enginyeria inversa (la carcassa de mòbil escollida pels alumnes) per calcular el temps necessari que hem invertit en realitzar la copia d'un producte, estimarem el preu hora/disseny i tindrem en compte els preus de:

- Les hores de la llum
- De l'ordinador
- La impressora 3D i els altres equipaments utilitzats
- El material necessari per a fabricar, que l'obtindrem del volum de la peça dibuixada
- Del temps que trigarà la impressora 3D en imprimir i que afectarà en el consum hora. Estimarem que la impressió de la carcassa de mòbil, a màxima resolució, serà de 2h.
- Del post-processat posterior. Si volem pintar-lo, tindrem que fer una primera capa d'imprimació. Aquesta pintura ens servirà per a que la pintura final s'adhereixi millor. Després posarem una capa final de pintura lacada per donar-li durabilitat.

Per introduir totes les dades, utilitzarem un full de càlcul. Cada parella treballarà la seva estimació i la pujaran al *Classroom*.

Remarcarem que és important que en aquestes estimacions han d'estar tots els conceptes anteriors comptabilitzats, i per tal de que així sigui, disposaran d'una plantilla amb els conceptes bàsics incorporats, plantilla que podran ampliar o eliminar segons els convingui.

L'objectiu final de l'apartat serà que els alumnes prenguin consciència dels costos de les coses, del temps que s'inverteix en elles i de la importància de la planificació per optimitzar.

Fase 2 Adquirir destresa

○ Sessió disseny 5

Iniciaré la sessió explicant als alumnes de què tractarà el projecte final que han de fer. Aquest versarà sobre un objecte quotidià que escolliran entre els dos membres de la parella i que hauria de cabre a la caixa creada en anteriors sessions de 120x120x120mm. El perquè d'aquestes mides és degut a la capacitat màxima d'impressió de la màquina 3D.

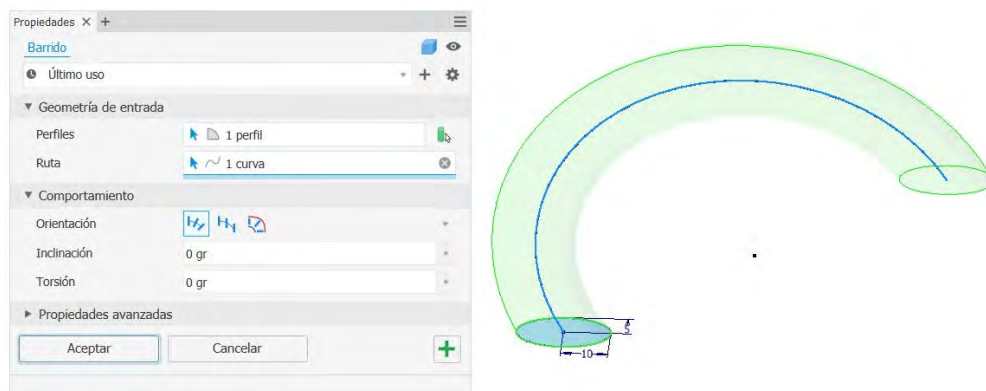
Per altre banda, els donarem la possibilitat d'escollir entre tres materials de fabricació explicant les característiques i qualitats de cadascun, el filament blanc, el filament negre i el filament vermell que podran ser rígids o flexibles, depenent de la utilitat de l'objecte a fabricar.

Les parelles hauran de decidir i penjar un mínim de tres propostes de projecte final al *Classroom*, tot indicant el seu ordre de preferència.

Durant les sessions comentarem els projectes, però serà mitjançant el *Classroom* on els alumnes obtindran l'acceptació o no d'aquests.

El límit per penjar les seves propostes serà la tarda anterior a iniciar la sessió 10.

Per a la propera sessió els hi demanaré que hagin visualitzat el vídeo tutorial que he creat sobre l'operació de **Barrido** i que hauré penjat al *Classroom*. Podem consultar aquest vídeo al annex 3 d'aquest treball.



Imatge-43. Barrido Font: Elaboració pròpia

○ Sessions disseny 6 i 7

En aquestes dues sessió treballarem inicialment l'eina de **Barrido** amb exercicis d'exemple. Aquesta eina ens permetrà fer objectes com les formes d'una canonada o d'un tub. També la podem utilitzar per fer camins però sempre amb el mateix perfil.

És molt important que assoleixin el funcionament d'aquesta eina, ja que és una de les eines del programa que permet realitzar les formes més utilitzades. A més a més, es tracta d'una eina preliminar, que és la base per aprendre a treballar més tard amb superfícies, cosa que en aquesta unitat didàctica no farem, però sí que és d'utilitat per a un futur.

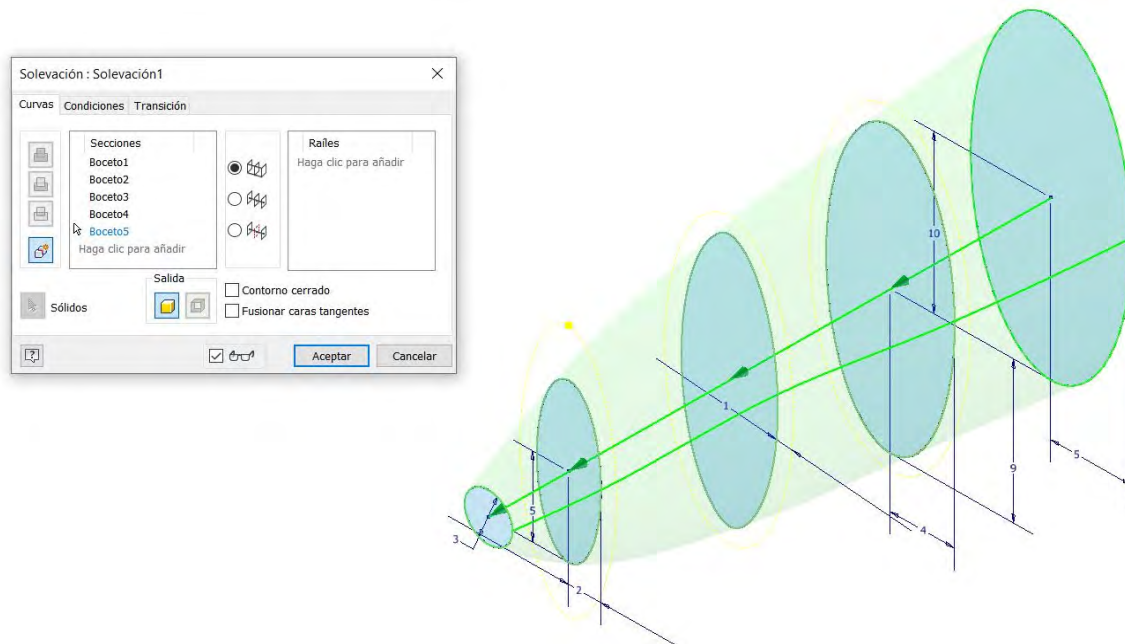
Les eines base que els mostraré de treball CAD els serviran per poder seguir investigant i jugant amb el software, sent cada cop més autònoms en el seu aprenentatge.

Per a la següent sessió treballarem l'eina de **Solevación**, i demanaré als alumnes, tal i com a les altres sessions, que visionin el vídeo tutorial d'aquesta eina prèviament a casa. Podem veure el vídeo tutorial que he creat a l'annex 3 del treball.

Aquesta eina és l'evolució de l'anterior (el **Barrido**). Es tracta d'una estri molt potent que permet als usuaris realitzar formes impossibles però que a la vegada presenta una major dificultat, ja que permet poder combinar diversos perfils. Aquesta eina genera força dificultat, ja que requereix molta tècnica dibuixant i evitar generar interferències entre seccions i perfil.

Sabent de la seva complicació, a part del vídeo tutorial, la idea és mostrar també a classe exemples simples per a què els alumnes puguin tenir com a base i preparar uns quinze reptes per a què els resolguin en equips. Els equips que aconseguixin realitzar els reptes, disposaran directament d'un punt extra a la nota global.

Amb aquesta tasca fomentaré la competitivitat i, a la vegada, la col·laboració entre tots.



Imatge-44. Solevación Font: Elaboració pròpia

Com a objectiu no ens marcarem que els alumnes arribin a dominar aquesta eina. Si més no, que la coneguin i entenguin les possibilitats que els ofereix.

Fase 3 mètode

○ Sessions disseny 8 i 9

Durant aquestes dues sessions mostraré als alumnes diverses maneres de realitzar objectes. L'objectiu principal de les sessions serà que els alumnes vegin i desenvolupin diferents procediments per arribar a fer un mateix objecte i, a la vegada, que adquireixin agilitat amb les eines.

Aquestes sessions seran molt participatives, ja que presentaré els reptes i demanaré ajuda als alumnes per a que ells mateixos mostrin com ho farien. Utilitzaré la seva feina per a guiar-los i aportar millores. Aquestes millores les farem entre tots, serem crítics i positius. D'aquesta manera, treballarem amb les idees de tots i aprendrem junts.



Imatge-45. Font: <https://www.pngocean.com>

Per a la sessió 9, els alumnes hauran d'haver visionat prèviament el vídeo tutorial **Textures** del *Classroom*, que he creat específicament per a ells i que podrem consultar a l'annex 3 d'aquest treball. Amb aquest vídeo aprendran a aplicar materials als objectes i a modificar textures. Aquesta eina els serà molt útil a l'hora de donar un aspecte final a l'objecte que hagin dibuixat, de tal manera que presenti una aparença molt realista.

No preveig ensenyar-los tot sobre la renderització (generar imatges realistes amb l'ordinador), però si les funcions principals, és a dir, ens interessa que entenguin com funcionen els llums i les textures. Amb aquests conceptes, els alumnes podran autònomament utilitzar el mòdul de renderitzat sense massa dificultat.

Fase 4 treball autònom

○ Sessions 10 i 11

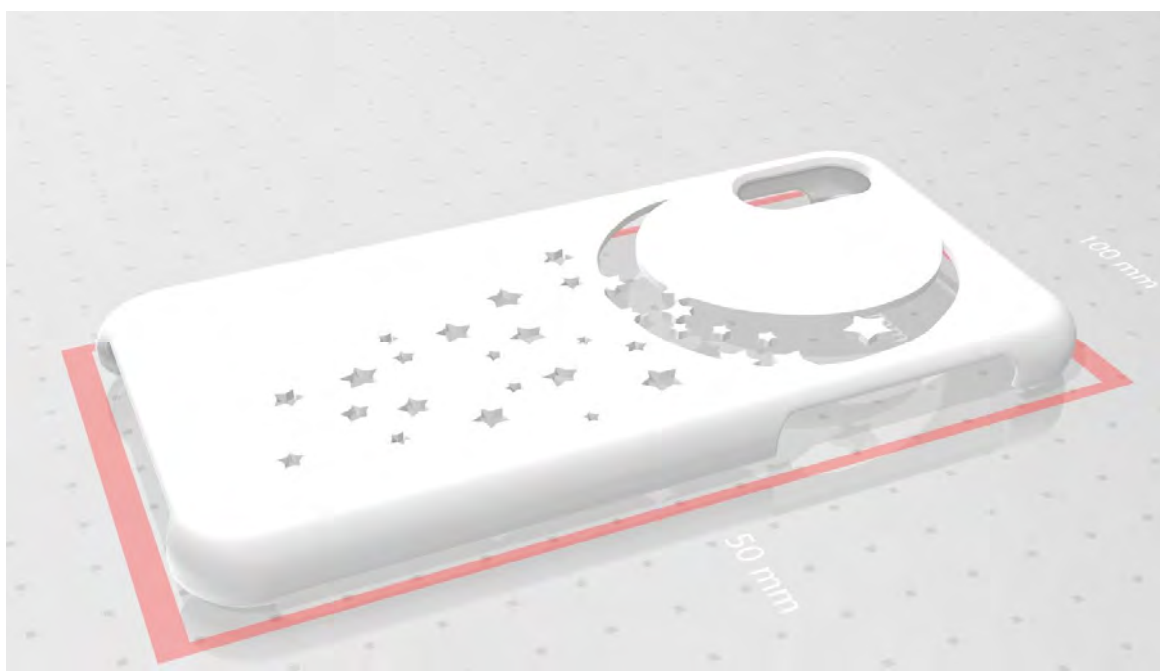
Aquestes dues sessions les utilitzarem per treballar els projectes que ja tindrem definits des de la sessió 5, on vam donar les pautes generals sobre l'objecte a dissenyar i el qual, a través del *Classroom*, vam acordar amb les parelles. Les parelles hauran d'utilitzar totes les eines apreses en les anteriors sessions per realitzar el disseny o el redisseny de l'objecte d'ús quotidià escollit.

Per a iniciar les sessions, els lliuraré la guia pràctica sobre disseny i impressió 3D que he creat per aquesta unitat didàctica i que podem consultar a l'annex 4. Aquesta els servirà d'ajuda durant tot el projecte, guiant-los en el món del prototipatge amb tecnologies d'impressió 3D.

Durant les sessions, la meva tasca principalment serà resoldre dubtes de disseny i ajudar-los a arribar a la solució més òptima per a la resolució de la seva idea.

Aquestes sessions ens ajudaran a veure el límits de temps i la dificultat on podem arribar amb cada projecte.

A la imatge següent mostro un exemple del nivell esperat a assolir entre els equips. Es tracta d'una carcassa de protecció per a un telèfon mòbil. La idea buscada és que els alumnes aconseguixin dibuixar i simplificar el seu projecte d'una manera semblant.



Imatge-46. Font: <https://cults3d.com/>

Impressió 3D

Disposarem de 5 sessions, de les quals intentarem extreure el màxim profit per realitzar les impressions dels dissenys.

Aquest treball el realitzarem al taller, on disposem de totes les eines. Abans de finalitzar cada sessió, dedicarem una estona a la neteja de la zona treballada. Els alumnes s'encarregaran de realitzar tant la gestió de la neteja com de l'ordre del material utilitzat. En cada sessió anomenarem a dos encarregats i aquets seran els responsables de coordinar que les coses estiguin al seu lloc i d'ajudar als altres companys a proporcionar-los el material que els faci falta, tot assegurant-se que després sigui guardat correctament.

A la primera sessió presentarem el que és una impressora 3D i veurem exemples d'aquestes. La idea és tenir un primer contacte amb elles. Per això realitzarem un petit exemple amb la que tenim disponible al centre. Imprimirem un objecte bàsic i anirem explicant com funciona i quina és la manera de treballar amb ella de manera segura. Els mostraré com s'utilitzen les ulleres de seguretat, les quals ens evitaran possibles lesions als ulls, derivades dels materials que puguin saltar, els guants de treball que hauran de ser fins però resistents, la espàtula que ens ajudarà a extreure les peces de la plataforma i les alicates de tall, que serviran per tallar els suports i eliminar les seves marques. També serà necessari utilitzar tela d'esmeril de diferents gramatges.

Després d'aquesta primera sessió, la resta de sessions seran més operatives, intentarem optimitzar el temps al màxim i ser àgils. Abans de començar a imprimir disposarem de 55 minuts, el temps necessari per preparar la màquina i iniciar impressió. Amb aquest temps, el que farem és agrupar projectes per materials i dimensions, i preparar les plataformes d'impressió. Si s'escau, adaptarem l'escala dels objectes per poder gestionar al màxim l'espai i el temps per fabricar-los tots.

La màquina únicament pot estar en funcionament durant les hores que l'escola estigui oberta. Quan no siguem presents, l'anirem controlant mitjançant una web cam instal·lada a prop.

La dinàmica de les tres sessions restants serà la mateixa. Primer de tot posada en marxa de la màquina i després post-processat. A l'última sessió, utilitzarem la primera part, un cop la màquina estigui en marxa, per explicar als alumnes les diferents tipologies de la impressió que són: 3D SLA , SLS i DLP .

Presentació

Per a la presentació destinarem un total de tres sessions. Les dues primeres ens serviran per a què les parelles treballin en l'elaboració d'aquesta. La idea és que els alumnes mostrin i ens expliquin el desenvolupament del seu disseny des de les fases inicials fins a la producció final, i que ens ensenyin les millores que han fet. Disposaran de 3 minuts d'exposició que distribuïran equitativament entre els dos membres de l'equip.

Hem de pensar que l'escola ens marcarà el ritme. Per això, és possible que haguem d'utilitzar alguna d'aquestes sessions de preparació de la presentació per a finalitzar alguna impressió i/o post-processat d'objecte per part de les parelles.

8. Avaluació

L'avaluació vol regular el procés d'aprenentatge i comprovar el grau d'assoliment de les competències dels àmbits, d'acord amb els ritmes i capacitats individuals d'aprenentatge de cada alumne.

L'avaluació dissenyada servirà tant a professor com a alumnes, que podran saber com van avançant en el procés d'aprenentatge per poder detectar errors repetitius sorgits, a la vegada que aportar solucions, millorar i regular el procés.

Partim de la base que els alumnes ja coneixeran prèviament els objectius d'aprenentatge i quins són els criteris amb els que se'ls avaluarà.

Hi haurà tres tipus d'eines d'avaluació :

- Avaluació per part del professor
- Autoavaluació per part de l'alumne
- Coavaluació per part dels alumnes.

Per a realitzar-ho, utilitzarem les activitats lliurades al *Classroom* individuals, les dutes a terme per parelles, l'exposició final i la valoració del dia a dia.

Les eines d'avaluació emprades seran les rúbriques i la fitxes de seguiment diària dels equips de treball, on aniran realitzant un feedback de les eines noves que estan aprenent i si troben molta o poca dificultat.

Per avaluar als alumnes marcarem tres nivells d'assoliment amb els següents indicadors de nivell: **no assolit, assolit i molt assolit**.

Per a realitzar el disseny d'aquesta avaluació he utilitzat com a guia l'estudi previ realitzat en el apartat 4 del treball, relacionant amb les competències del currículum de 3r de l'ESO de la matèria de Tecnologia i, transversalment, les competències d'àmbit digital i d'àmbit personal i social. (ACT C7, ACT C9, AD C5, APS C2).

He dissenyat una sèrie d'activitats per avaluar i relacionar en les competències que he fixat. Ho realitzaré mitjançant la taula adjunta, que em serveix de guia per verificar que estic tenint en compte totes les competències que vull que assoleixin i que les activitats plantejades aporten als alumnes les capacitats per assolir aquestes competències.

Per realitzar l'avaluació utilitzarem les rúbriques que ens serviran per avaluar i per mostrar als alumnes que és el que esperem d'ells. Les rúbriques ens ajudaran a realitzar el

seguiment i marcaran el nivell d'assoliment de cada un d'ells al realitzar l'activitat, de tal manera que sabrem si podem avançar més ràpidament amb alguns temes o per al contrari haurem de tornar a explicar conceptes que no han estat assolits encara. Així donarem una millor resposta als alumnes amb diferents ritmes d'aprenentatge.

		ACT C7	ACT C9	AD C5	APS C2
Croquis (En grup equips de 3)					
Activitat 1	Capacitat de representar gràficament un objecte a mà alçada		10%		
	Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic		5%		
	Detectar punts de millora de l'objecte		5%		
	Capacitat de treballar cooperativament				20%
CAD Exercicis pràctics (Per parelles)					
Activitat 2	Conèixer les eines del software <i>Boceto, Extrusion, Revolució</i>	30%			
	Conèixer les eines del software <i>Barrido, Solevación.</i>	10%			
	Capacitat de realitzar les operacions ordenadament	20%			
	Planificar el treball de forma coordinada				20%
Enginyeria inversa (Per parelles)					
Activitat 3	Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic		10%		
	Detectar punts de millora de l'objecte		10%		
	Conèixer les eines per realitzar l'enginyeria inversa	10%	20%		
	Planificar el treball de forma coordinada				20%
Planificació i costos (Per parelles)					
Activitat 4	Realitzar càlcul de costos mitjançant full de càlcul			25%	
	Planificar el projecte mitjançant full de càlcul			25%	
	Capacitat de treballar cooperativament				20%
Projecte (Per parelles)					
Activitat 5	Descriure detalladament tot el procés		30%		
	Aplicació correcta de la tecnologia en el projecte	20%			
	Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic		10%		
	Utilitzar la impressora 3D, realitzar el manteniment i neteja	10%			
	Realitzar planificació i costos mitjançant full de càlcul			50%	
	Capacitat de treballar cooperativament				20%

Taula-2 Resum activitats a avaluar, criteris d'avaluació i relació competències

A més a més, cada alumne haurà d'omplir diàriament la seva fitxa de seguiment individual, que serà validada pel professor i sobre la qual es realitzarà un *feedback*.

Aquesta eina, com a professors, ens servirà per fer un recull directe de les dificultats puntuals dels alumnes i per poder atendre aquestes individualment, en petit grup o amb la totalitat del grup classe si es requereix.

A continuació podem observar l'exemple de la fitxa de seguiment.

Fitxa seguiment individual	
Alumne: <i>nom</i>	Curs 3r ESO
Equip: <i>nom</i>	Projecte: <i>sense definir</i>
	Sessió 1
No he entès res ?	
Tinc dubtes ?	<i>Si tinc dubtes</i>
Ho he entès tot ?	
Hem treballat bé en equip?	<i>Si</i>
Observacions	<i>Dubto amb els punt de vistes...</i>
Professor (<i>feedback</i>)	<i>Demà fem un repàs</i>

Taula-3 Fitxa de seguiment individual

Tot seguit podem veure com treballarem les rúbriques de les cinc activitats amb les seves diferents gradacions de nivell.

Rúbrica activitat 1 Croquis i redisseny

Aquesta activitat la treballarem en equips de 3. Treballar en equips de tres alumnes en comptes de dos fa que l'arribar a un punt d'acord entre ells sigui una mica més complicat que no pas quan són parelles on un dels membres sempre sol dominar i implantar amb més força la seva idea i l'altre es deixa portar. Considero que és important treballar en equips de tres en aquest cas, ja que disposarem de més diversitat d'opinions.

Tot i així, sí s'ha considerat alguna activitat individual, com la de lliurar el propi croquis al *Classroom*. Amb aquesta activitat podrem analitzar la feina de cadascú i fer una mica de comparativa de treballs entre si. Si tots els membres del grup han treballat cooperativament podrem realitzar un valoració de quin nivell partim i això ens ajudarà a formar els equips de treball de cara a les següents sessions i al projecte final.

Criteris i competència associada	Gradació de nivell		
	No assolit	Assolit	Molt assolit
Capacitat de representar gràficament un objecte a mà alçada. ACT C9	No ha sabut representar, gràficament el objecte	Ha representat gràficament l'objecte, ha aportat les vistes necessàries i les seves mesures	Ha representat gràficament l'objecte, ha aportat les vistes necessàries, les seves mesures i ha aportat detalls extres aplanant la informació amb
Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic. ACT C9	No ha sabut expressar les dades amb llenguatge tècnic.	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic, encara que no ha utilitzat correctament la simbologia	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic i ha sabut aplicar correctament la simbologia
Detectar punts de millora de l'objecte. ACT C9	No ha aportat cap punt de millora	Ha aportat punts de millorar i explicat	Ha aportat punts de millorar i explicat amb detall
Capacitat de treballar cooperativament. APS C2	No ha treballat de forma cooperativa	Ha treballat de forma cooperativa pero ha tingut dificultat per fer-ho	Ha treballat de forma cooperativa

Taula-4 Rúbrica activitat 1

Rúbrica activitat 2 CAD Exercicis pràctic

Aquesta activitat la treballarem en parelles fomentant el treball cooperatiu. Cada membre de l'equip haurà de penjar al *Classroom* cinc activitats i col·laborar amb el seu company en les altres cinc que li hagin tocat amb ell. Hauran d'estar totes deu activitats penjades per a què es valori l'activitat, de tal manera que si un alumne penja les cinc activitats i l'altre membre de la parella no les penja, aquesta activitat no es valorarà.

Criteris i competència associada	Gradació de nivell		
	No assolit	Assolit	Molt assolit
Conèixer les eines del software <i>Boceto, Extrusion, Revolución. ACT C7</i>	No coneix les eines i no les sap utilitzar	Coneix les eines i les utilitza correctament	Coneix les eines i les utilitza amb destresa
Conèixer les eines del software <i>Barrido, Solevación. ACT C7</i>	No coneix les eines i no les sap utilitzar	Coneix les eines i les utilitza correctament	Coneix les eines i les utilitza amb destresa
Capacitat de realitzar les operacions ordenadament. ACT C7	No ordena les operacions	Ordena les operacions	Ordena les operacions i les optimitza
Planificar el treballar de forma coordinada. APS C2	No ha treballat de forma cooperativa	Ha treballat de forma cooperativa pero ha tingut dificultat per fer-ho	Ha treballat de forma coopeartiva

Taula-5 Rúbrica activitat 2

Rúbrica activitat 3 Enginyeria inversa

Aquesta activitat la treballarem amb parelles per fomentar el treball en equip. Els alumnes utilitzaran la plantilla lliurada, realitzaran l'exercici i el pujaran al *Classroom*.

Es tracta d'una activitat amb major dificultat, així que és previsible que un dels dos membres de l'equip guiï més que l'altre. Beneficiarem ambdues parts ja que un dels membre consolidarà més els seus coneixements al ajudar al company i l'altre es beneficiarà de l'ajuda prestada, fomentant així el treball en equip.

Criteris i competència associada	Gradació de nivell		
	No assolit	Assolit	Molt assolit
Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic. ACT C9	No ha sabut expressar les dades amb llenguatge tècnic.	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic encara que no ha utilitzat correctament la simbologia	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic i ha sabut aplicar correctament la simbologia
Detectar punts de millora de l'objecte. ACT C9	No ha aportat cap punt de millora	Ha aportat punts de millorar i explicat	Ha aportat punts de millorar i explicat amb detall
Conèixer les eines per realitzar l'enginyeria inversa. ACT C9 / ACT7	No coneix i no utilitza les eines	Coneix les eines i les utilitza	Coneix les eines, les utilitza i analitza les dades amb precisió
Planificar el treball de forma coordinada. APS C2	No planifica les tasques i no treballa coordinadament	Planifica les tasques i treballa coordinadament	Planifica les tasques, treballa coordinadament i té en compte possibles problemàtiques

Taula-6 Rúbrica activitat 3

Rúbrica activitat 4 Planificació i costos

Aquesta activitat la treballaran per parelles. Entre els dos membres de l'equip analitzaran les tasques necessàries per arribar a finalitzar el seu projecte amb èxit i tindran en compte totes les activitats necessàries per a dur-lo a terme.

Els alumnes aprendran a posar-se en situació sobre el cost econòmic dels materials i el temps emprat i, a la vegada, l'objectiu és que entenguin la importància de la planificació i l'optimització del temps, aspectes que els seran de molta ajuda en un futur.

Criteris i competència associada	Gradació de nivell		
	No assolit	Assolit	Molt assolit
Realitzar càlcul de costos mitjançant full de càlcul. AD C5	No és capaç d'utilitzar el full de càlcul per realitzar operacions bàsiques	Utilitza el full de càlcul aplicant operacions per obtenir resultats	Utilitza el full de càlcul, obté resultats i planteja altres supòsits
Planificar el projecte mitjançant full de càlcul. AD C5	No planifica i no és capaç d'utilitzar el full de càlcul	Planifica utilitzant el full de càlcul correctament	Planifica utilitzant el full de càlcul correctament i planteja altres supòsits
Capacitat de treballar cooperativament. APS C2	No ha treballat de forma cooperativa	Ha treballat de forma cooperativa però ha tingut dificultat per fer-ho	Ha treballat de forma cooperativa

Taula-7 Rúbrica activitat 4

Rúbrica activitat 5 Projecte

Aquesta activitat la treballarem amb parelles. El projecte final ens servirà per a què l'alumne ens mostri tot allò que ha après a l'assignatura.

El realitzar la descripció del projecte aportarà als alumnes fermesa en els coneixements adquirits, i el realitzar l'exposició a la resta de companys enriquirà a tota la classe ja que veuran com han treballat els altres.

Criteris i competència associada	Gradació de nivell		
	No assolit	Assolit	Molt assolit
Descriure detalladament tot el procés. ACT C9	No és capaç de descriure el procés	Descriu el procés de forma detallada	Descriu el procés de forma detallada i és capaç d'optimitzar els processos
Aplicar correcte la tecnologia en el projecte. ACT C7	No coneix ni aplica la tecnologia	Aplica correctament la tecnologia al projecte	Aplica la tecnologia correctament i és capaç d'optimitzar-la
Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic. ACT C9	No ha sabut expressar les dades amb llenguatge tècnic.	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic encara que no ha utilitzat correctament la simbologia	Ha expressat les dades amb llenguatge tècnic i ha sabut aplicar correctament la simbologia
Utilitzar la impressora 3D i realitzar el manteniment i la neteja. ACT C7	No és capaç d'utilitzar la impressora 3D	Utilitza la impressora correctament	Utilitza la impressora i és capaç d'optimitzar la impressió
Realitzar planificació i costos mitjançant full de càlcul. AD C5	No és capaç d'utilitzar el full de càlcul per a realitzar operacions bàsiques	Utilitza el full de càlcul aplicant operacions per obtenir resultats	Utilitza el full de càlcul, obté resultats i planteja altres supòsits
Capacitat de treballar cooperativament. APS C2	No ha treballat de forma cooperativa	Ha treballat de forma cooperativa però ha tingut dificultat per a fer-ho	Ha treballat de forma cooperativa

Taula-8 Rúbrica activitat 5

Finalment i per avaluar la totalitat, a cada activitat li donarem un valor repartint el pes de l'avaluació entre totes elles. Les que més valor tindran seran les activitats del projecte i les de CAD que suposaran el 60% de la nota final. A més a més, reservarem un 10% per valorar l'actitud de l'alumne. El 30% restant, el repartirem entre les altres activitats.

A la taula adjunta veiem un resum de les activitats amb els percentatges destinats a cada part.

Activitat	%
Croquis (En grup equips de 3)	10%
CAD Exercicis pràctics (Per parelles)	30%
Enginyeria inversa (Per parelles)	10%
Planificació i costos (Per parelles)	10%
Projecte (Per parelles)	30%
Actitud	10%

Taula-9 percentatge per activitat

Totes les dades seran recopilades mitjançant un full de càlcul que permetrà realitzar una ponderació aritmètica i obtenir una nota final que vindrà donada per les dades obtingudes de les competències adquirides per als alumnes.

A continuació es mostra un exemple sobre la valoració numèrica de l'activitat 5. Tal com hem marcat a la taula-2, el valor en percentatge de cada criteri d'avaluació està relacionat amb la seva competència i obtindrem un valor en aquesta activitat.

Per a obtenir el valor total de la nota, sumarem els valors de les competències per cada activitat i li donarem un valor de percentatge. Així doncs, a les competències 2, 7 i 9 un 30% a cadascuna, fent sumades un 90% del total de la nota. El 10% restant estarà destinat a la competència 5.

Criteri avaluat		%	Nota	Competències			
				C9 ACT	C7 ACT	C5 AD	C2 APS
Activitat 5	Descriure detalladament tot el procés	30%	7	2,1			
	Aplicar correcte de la tecnologia en el projecte	20%	8		1,6		
	Utilitzar correctament la simbologia i el llenguatge tècnic	10%	8	0,8			
	Utilitzar la impressora 3D, realitzar el manteniment i neteja	10%	5		0,5		
	Realitzar planificació i costos mitjançant full de càlcul	50%	6			3	
	Capacitat de treballar cooperativament	50%	9				4,5
				2,9	2,1	3	4,5

Taula-10 Nota final

9. Conclusions i línies de futur a seguir

La idea de treballar la impressió i el disseny 3D va sorgir durant la sessió dedicada amb els tutors a cercar el tema del treball final. Inicialment em semblava complicat ajustar aquesta temàtica a l'ESO, doncs la meua idea era fer-ho al batxillerat però després de realitzar la meua estada de pràctiques a les aules de 3r d'ESO de l'escola Sant Josep Teresianes de Gràcia i observar com treballaven amb els seus projectes de disseny, ràpidament em vaig adonar que era un curs idoni per dur a terme una unitat didàctica com aquesta i que de ben segur els tindria motivats i oberts a nous aprenentatges.

Amb aquesta unitat didàctica el que vull aconseguir és dotar als alumnes d'eines per a què siguin autònoms en un futur, o quasi bé un present, en què la impressora 3D formi part del nostre dia a dia com ara ho fan un ordinador portàtil, un forn per cuinar o una nevera mateix.

Durant aquets últims mesos, hem pogut veure de primera mà i degut a la pandèmia que ens ha assolat a gran part del planeta, el que pot arribar a significar el món de la impressió 3D en un futur. Un món que ha aportat velocitat de fabricació quan més falta ha fet, que quan es necessitaven elements tan importants per sobreviure com ara són els respiradors, on els sistemes de fabricació tradicionals no han pogut donar resposta, ha dissenyat amb immediatesa i fabricat en poques hores.

En un futur, és possible que les escoles, en la mesura de les seves possibilitats, tinguin cada cop més implantades les eines de disseny i impressió 3D fins i tot potser ja des de les primeres etapes com a Infantil. De fet, quelcom semblant ja ha començat a passar amb la robòtica que s'inicia a Infantil. ¿Per què que no doncs imaginar que un alumne de P5 pugui moldejar, per exemple, amb plastilina, una forma que s'escanegi i es modifiqui digitalment amb la pissarra i s'acabi imprimint amb tecnologia d'impressores 3D? Personalment penso que no és un futur tan irreal i que podria estar més present de què ens imaginem. Haurem d'esperar però a veure-ho.

Al realitzar aquest treball he volgut unificar els coneixement professionals que ja tenia prèviament amb tot allò que he après durant el màster. També m'he servit de la meua experiència en pràctiques, ja que en tot moment i alhora de pensar en les activitats he recordat als alumnes els quals que he tingut el plaer d'acompanyar en el seu aprenentatge.

D'ells he après sobre la motivació, la frustració i inclús els nervis que poden tenir en alguns moments/activitats. Això m'ha servit molt per plantejar aquesta unitat didàctica treballada. En tot moment he buscat alguna cosa que els motivés i que els permetés fer créixer i anar més enllà en el seu coneixement.

Per concloure, també m'agradaria comentar que, al realitzar les activitats, he pensat en una part en què m'hagués agradat fer a la seva edat, en què em posava nerviós (exàmens, presentacions...) i en què em frustrava. D'aquesta manera, m'ha resultat més fàcil posar-me en el seu lloc i intentar elaborar una unitat didàctica que es pogués adaptar a les diferents inquietuds individuals en un grup d'alumnes de 3r de l'ESO.

10. Bibliografia

1. Contreras Howard, L. (2018). *Implementación de la impresión 3D en la educación ¿una necesidad?*. [En línea]. <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-en-la-educacion-290820182/> [Consulta: 20 abril 2020]
2. Departament d'Educació (2109). *Currículum educació secundària obligatòria*. [En línia]. Disponible a: <http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccion/s/curriculum/curriculum-eso.pdf> [Consulta: 09 abril 2020]
3. Euronews (2020). *Impresión 3D para prevenir la Covid-19*. [En línia]. Disponible a: <https://es.euronews.com/2020/03/28/impresion-3d-para-prevenir-la-covid-19>[Consulta: 27 de maig 2020]
4. Frax, J. (2016). *Fabrican una caja torácica de titanio impresa en 3D para un paciente de cáncer español*. [En línia]. <https://www.frax3d.com/fabrican-una-caja-toracica-de-titanio-impresa-en-3d-para-un-paciente-de-cancer-espanol>[Consulta: 20 maig 2020]
5. Grazie, S. [RinconUtil]. (2016). *Impresora 3D Cómo Funciona una Impresora 3D Objetos Impresos en 3D* [Video]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=C4HAJ5HLuB4>[Consulta: 20 abril 2020]
6. Maldonado, G. (2020). *Hogares que fabrican pantallas protectoras con impresoras 3D y cosen mascarillas para los sanitarios*. [En línia]. <http://isanidad.com/157977/hogares-fabrican-pantallas-protectoras-impresoras-3d-cosen-mascarillas-sanitarios/>[Consulta: 27 maig 2020]
7. Montejo, M. (2019) *Formación online: cuando la enseñanza no tiene límite*. [En línia]. Recuperat de: <https://forbes.es/empresas/53888/formacion-online-cuando-la-ensenanza-no-tiene-limite/> [Consulta: 8 abril 2020]
8. Sanz, M. (2019) *¿Qué es y en qué consiste la Ingeniería Inversa?*. [En línia]. <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/consiste-ingenieria-inversa-396691> [Consulta: 12 maig 2020]
9. Vallespín, I.(2020). *Impresoras 3D que echan humo por ayudar*. [En línia]. <https://elpais.com/espana/catalunya/2020-04-12/impresoras-3d-que-echan-humo-por-ayudar.html>[Consulta: 27 maig 2020]

10. Vicente, S. (2018). *La impresión 3d como tecnología de uso general en el futuro*. Artículo presentado en la publicación digital Economía Industrial Número 407. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza, 1º trimestre 2018.
11. <http://imprimalia3d.com/recursosimpresion3d/patentes-clave-impresi-n-3d>[Consulta: 20 abril 2020]
12. <https://www.timetoast.com/timelines/la-evolucion-del-diseno-asistido-por-computadora>[Consulta: 05 maig 2020]
13. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide#02-history>[Consulta: 05 maig 2020]

11. Annexes

11.1. Annex 1 Selecció impressores 3D

- Tiertime Up Mini 2

Impressora d'estructura tancada, que disposa de filtrat d'aire i calibrat automàtic. És silenciosa 51dB. La seva zona de fabricació és de 120x120x120mm, i els seves dimensions exteriors 255x365x385. Software de gestió per a la impressió Logiciel UP Studio. Té un preu de 600€.



Imatge-24. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- BQ Witbox 2

Impressora d'estructura tancada i calibrat automàtic. La seva zona de fabricació és de 297x210x200mm, i els seves dimensions exteriors són 508x485x461mm. Software de gestió per a la impressió no inclòs. És de codi obert i té un preu de 728€.



Imatge-47. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- DEMU Mini Printer

Impressora d'estructura tancada i calibrat automàtic. La seva zona de fabricació és de 110x110x120mm, i les seves dimensions exteriors són de 200x200x270mm. Software de gestió per a la impressió iNSTONE 1.2. Té un preu de 200€.



Imatge-48. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- EasyThreed NANO

Impressora d'estructura tancada i calibrat automàtic. Disposa de dues zones de fabricació: superior 90x110x70mm, i inferior 90x80x45mm. Les seves dimensions exteriors són 188x188x198mm. Software de gestió per a la impressió iNSTONE 1.2. Té un preu de 200€



Imatge-49. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- Flashforge Finder

Impressora d'estructura tancada i calibrat automàtic, amb zona de fabricació de 140x140x140mm, i dimensions exteriors de 420x420x420mm. Software de gestió per a la impressió FlashPrint. Té un preu de 390€



Imatge-50. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- BQ Witbox Go

Impressora d'estructura tancada i calibrat automàtic. 140x140x140mm, i dimensions exteriors de 300x255x480mm,.Software de gestió per a la impressió Zetup i App Android. Té un preu de 699,90€.



Imatge-51. Font: <https://www.3dnatives.com/es/3D-compare>

- Anycubic Photon

Aquesta impressora utilitza la tecnologia DLP. Les dimensions de la plataforma de fabricació són de 115x65x155mm i les seves dimensions exteriors són de 220x220x400mm. Disposa de software de gestió d'impressió, Photon Slicer i sistema de guiatge d'anivellació manual. El preu de venda és de 240€.



Imatge-52. Font: <https://www.anycubic.com/>

- Elegoo Mars

Utilitza la tecnologia DLP. Les dimensions de la plataforma de fabricació són de 120x68x155mm i les seves dimensions exteriors són de 200x200x410mm. Disposa de software de gestió d'impressió, *CHITUBOX Slicing* i sistema de guiatge d'anivellació manual. El preu de venta és de 260€.



Imatge-53. Font: <https://all3dp.com/>

Respecte als llapis analitzem els dos models seguidament:

- 3Doodler

Disposa del seu propi filament ecològic, que distribueix en barres individuals. Funciona sense estar connectat a la llum, ja que disposa de bateria interna. D'aquesta manera, permet una major llibertat de moviments. El preu de venda està al voltant de 44€.



Imatge-54. Font: <https://intl.the3doodler.com>

- NULAXY 3D Robot

Aquest llapis disposa d'indicació per veu i simula els ulls d'un robot que canvien de color per anar indicant al usuari. Disposa d'alimentació de fil automàtica, de bateria interna, que permet treballar sense estar connectat. EL filament que utilitza són bobines i és compatible tant en PLA com amb ABS. El preu de venda és de 30€

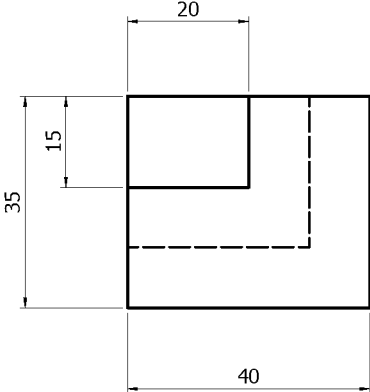
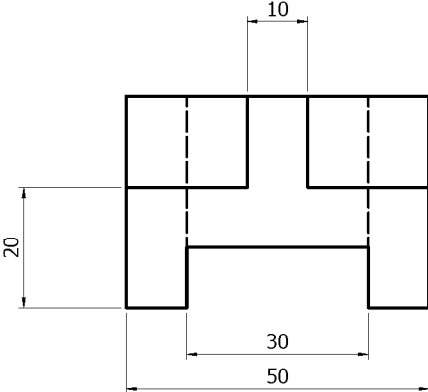
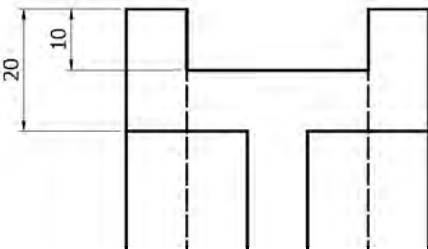
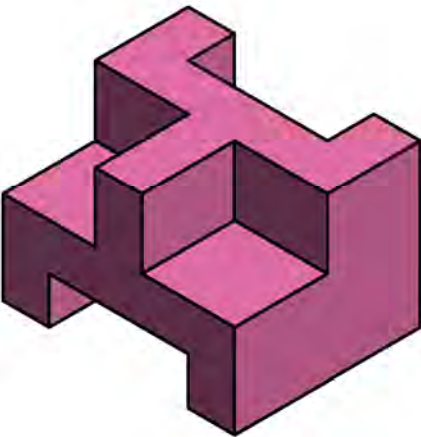


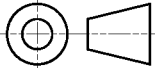
Imatge-55. Font: <https://intl.the3doodler.com>

11.2. Annex 2 Exercicis CAD

Pràctica 1. Està pensada per a treballar els punts de vista i les diferents operacions de **Bocetos i Extrusió.**

STUDY CAD/CAM
<http://studycadcam.blogspot.com> 154




	Title	Date	Approve	
	Modeling Practice Drawings 154	Design		
		Check		

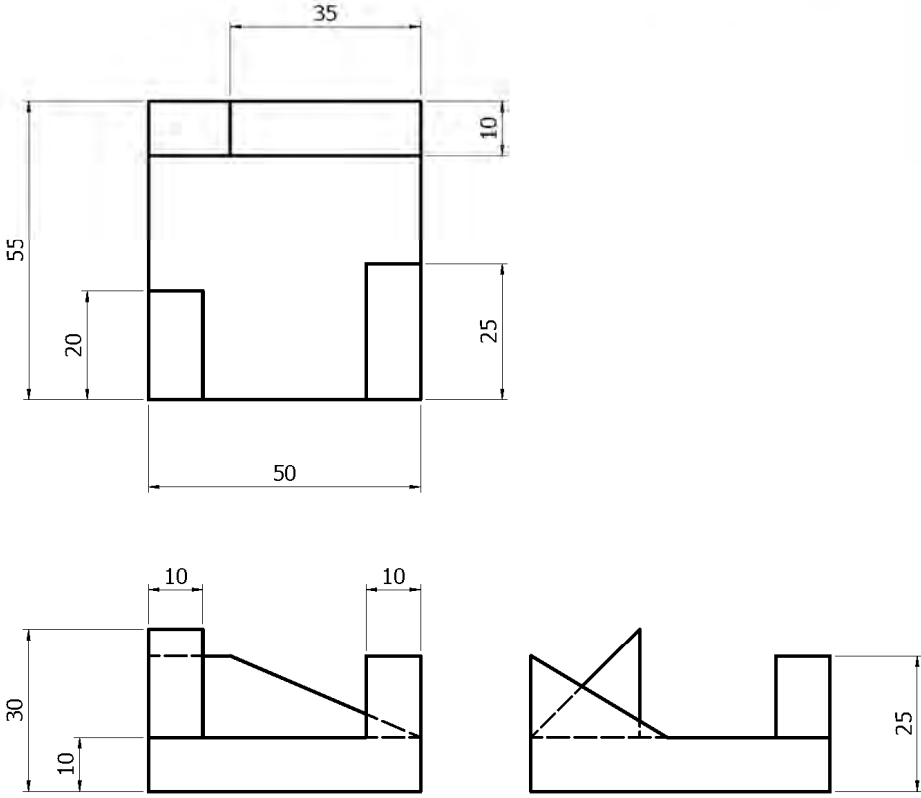
Pràctica 2.

Està pensada per a treballar els punts de vista i les diferents operacions de **Bocetos i Extrusió.**

STUDY CAD/CAM
<http://studycadcam.blogspot.com>

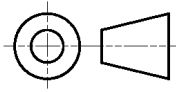
157





Orthographic projections showing dimensions:

- Front View: Total height 55, base width 50, top width 35, left side height 20, right side height 25, thickness 10.
- Top View: Total width 50, distance from left edge to start of top block 10, distance from right edge to end of top block 10.
- Side View: Total height 30, base width 10, sloped top surface, right side height 25.

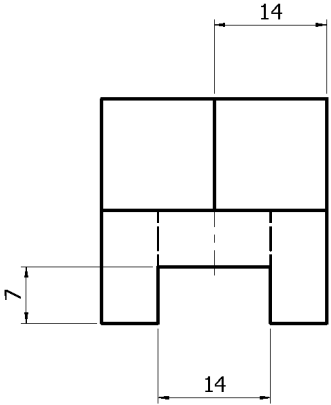
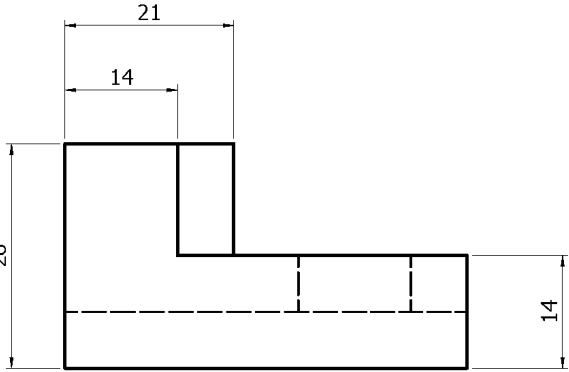
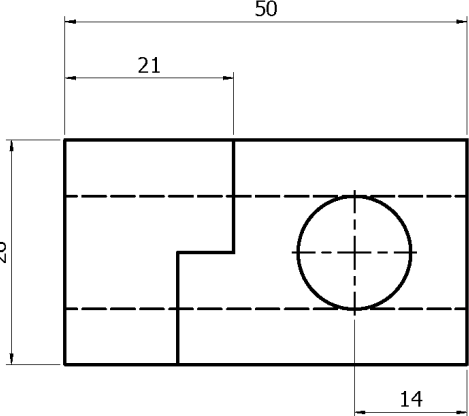
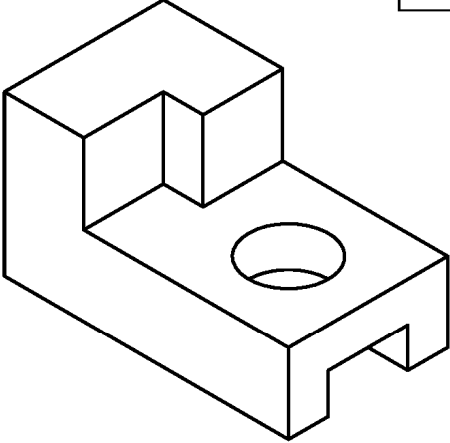
	Title	Date	Approve
	Modeling Practice Drawings 157	Design	
		Check	

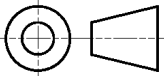
Pràctica 3

Està pensada per a treballar els punts de vista i les diferents operacions de *Bocetos i Extrusió*.

STUDY CAD/CAM
<http://studycadcam.blogspot.com>

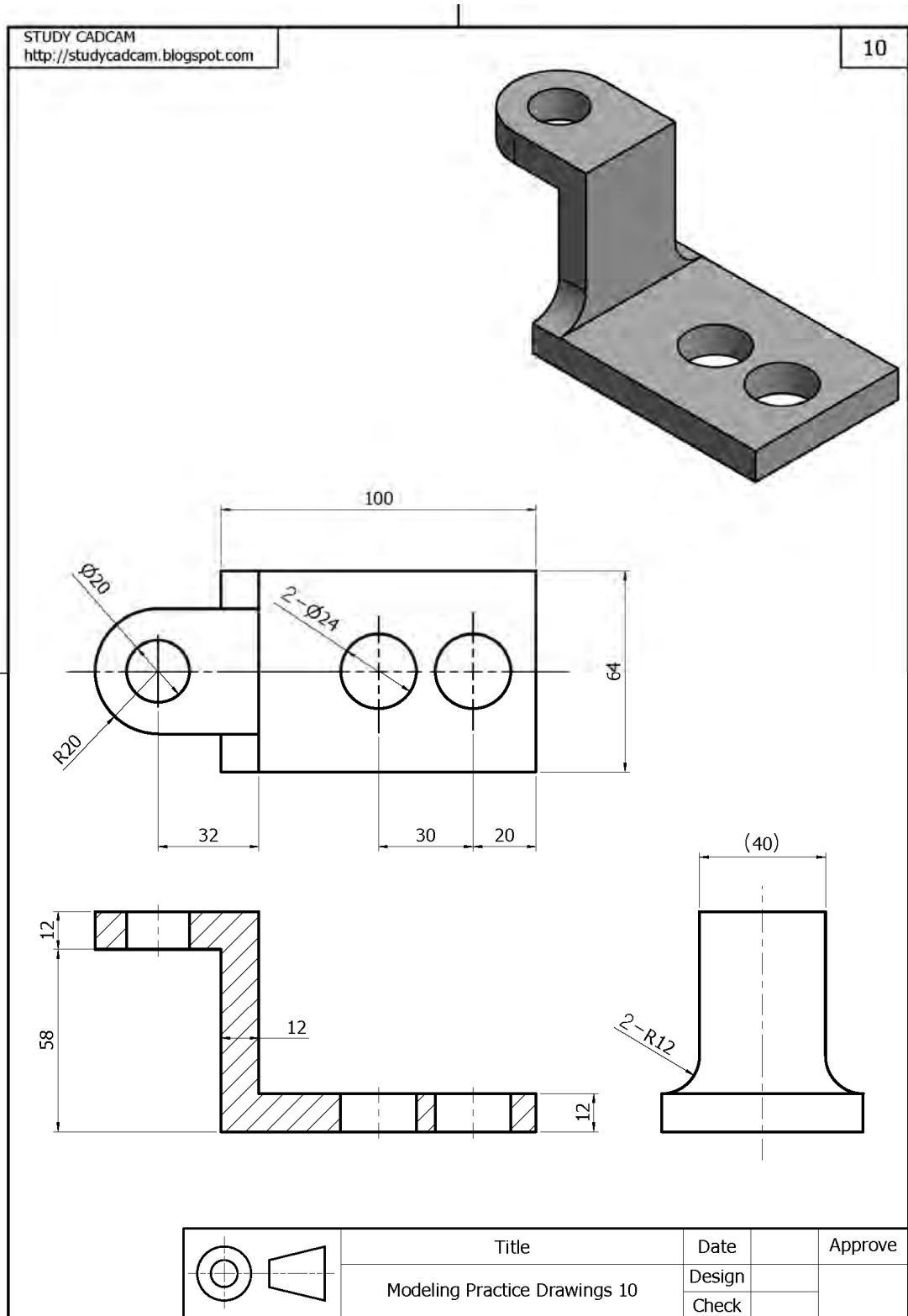
17



	Title	Date	Approve	
	Modeling Practice Drawings 17	Design		
		Check		

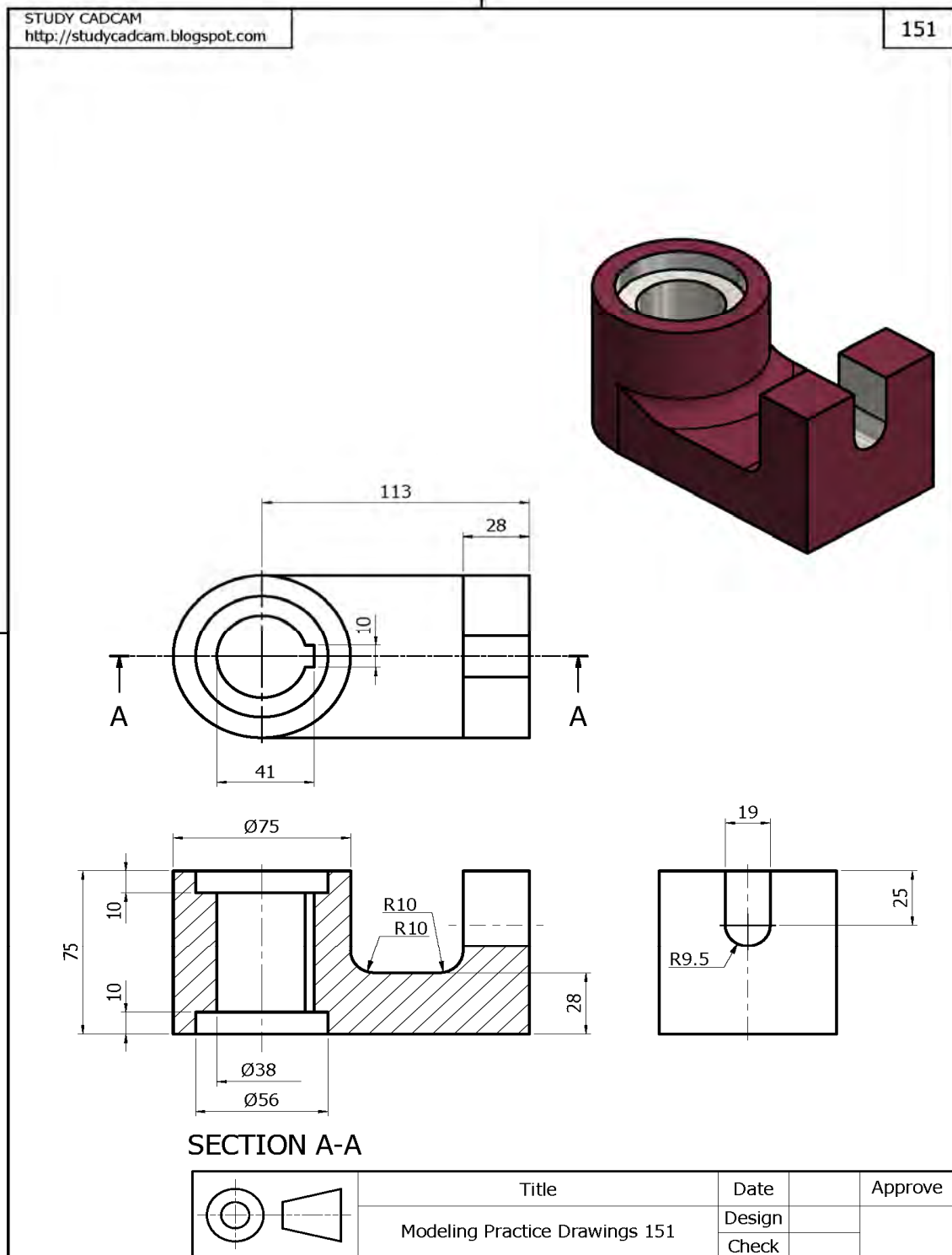
Pràctica 4

Està pensada per a treballar els punts de vista i les diferents operacions de **Bocetos i Extrusió**.



Pràctica 5

Està pensada per a treballar els punts de vista i les diferents operacions de **Bocetos**, **Extrusión i Revolució**.

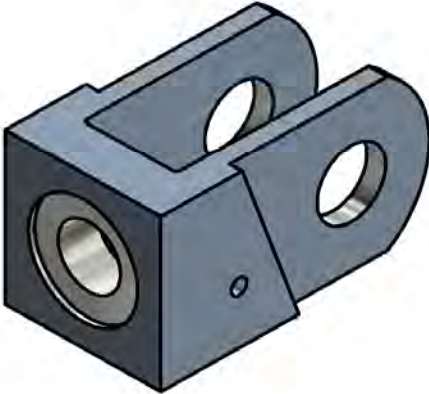


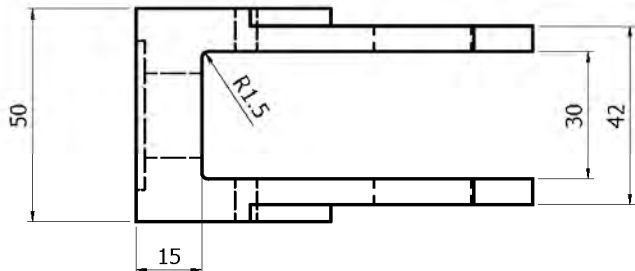
Pràctica 6

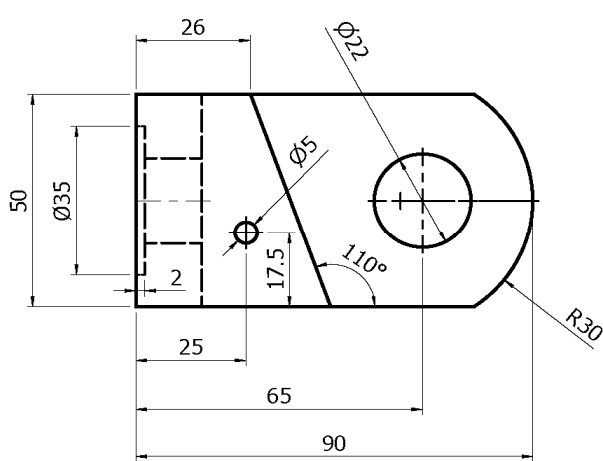
Està pensada per a treballar els punts de vista, les diferents operacions de **Bocetos**, **Extrusió**, **Revolució** i afegir els plans de treball.

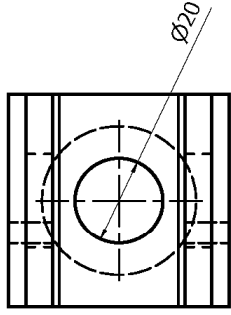
STUDY CAD/CAM
http://studycadcam.blogspot.com

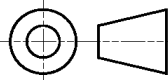
153







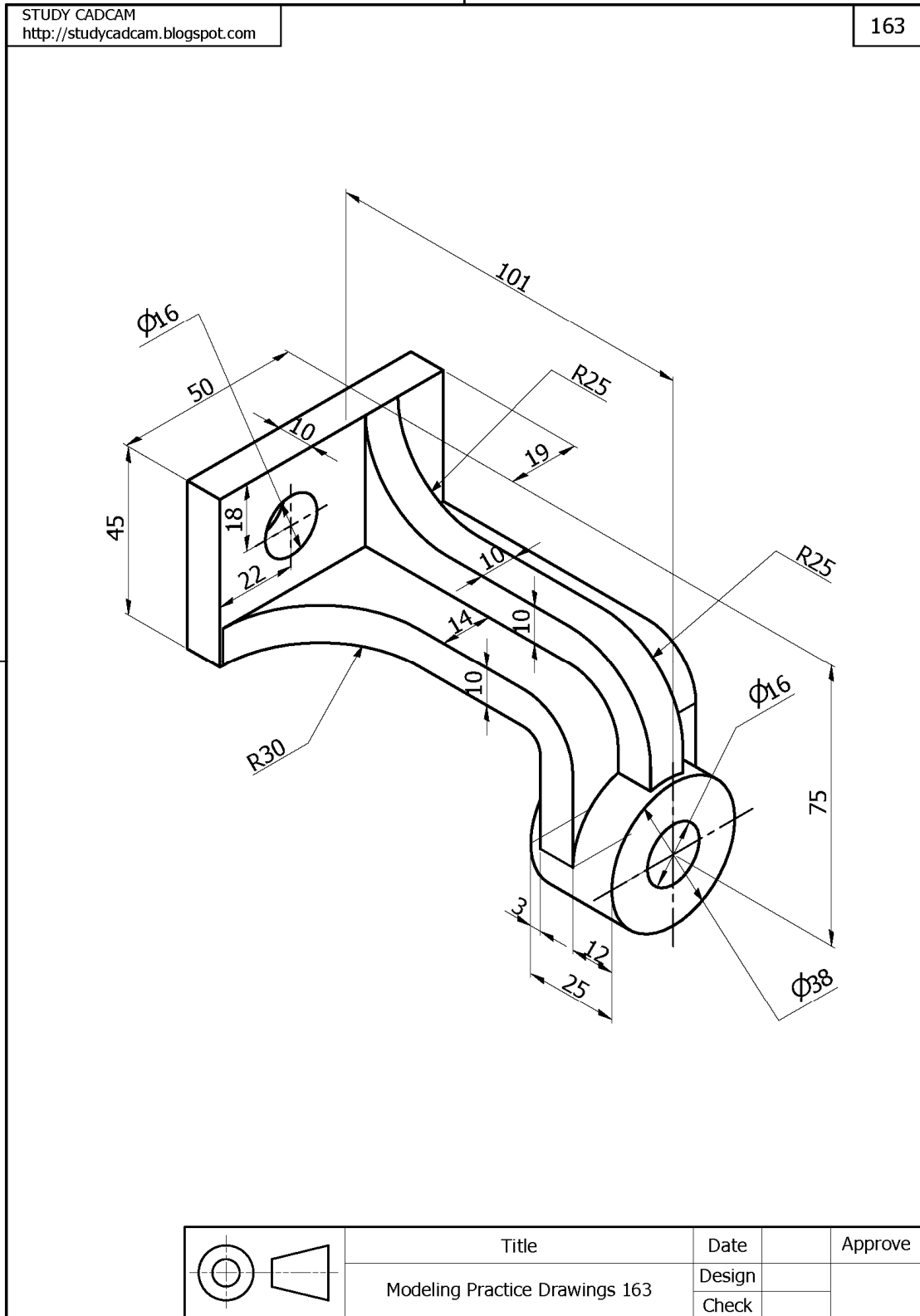




Title	Date		Approve
Modeling Practice Drawings 153	Design		
	Check		

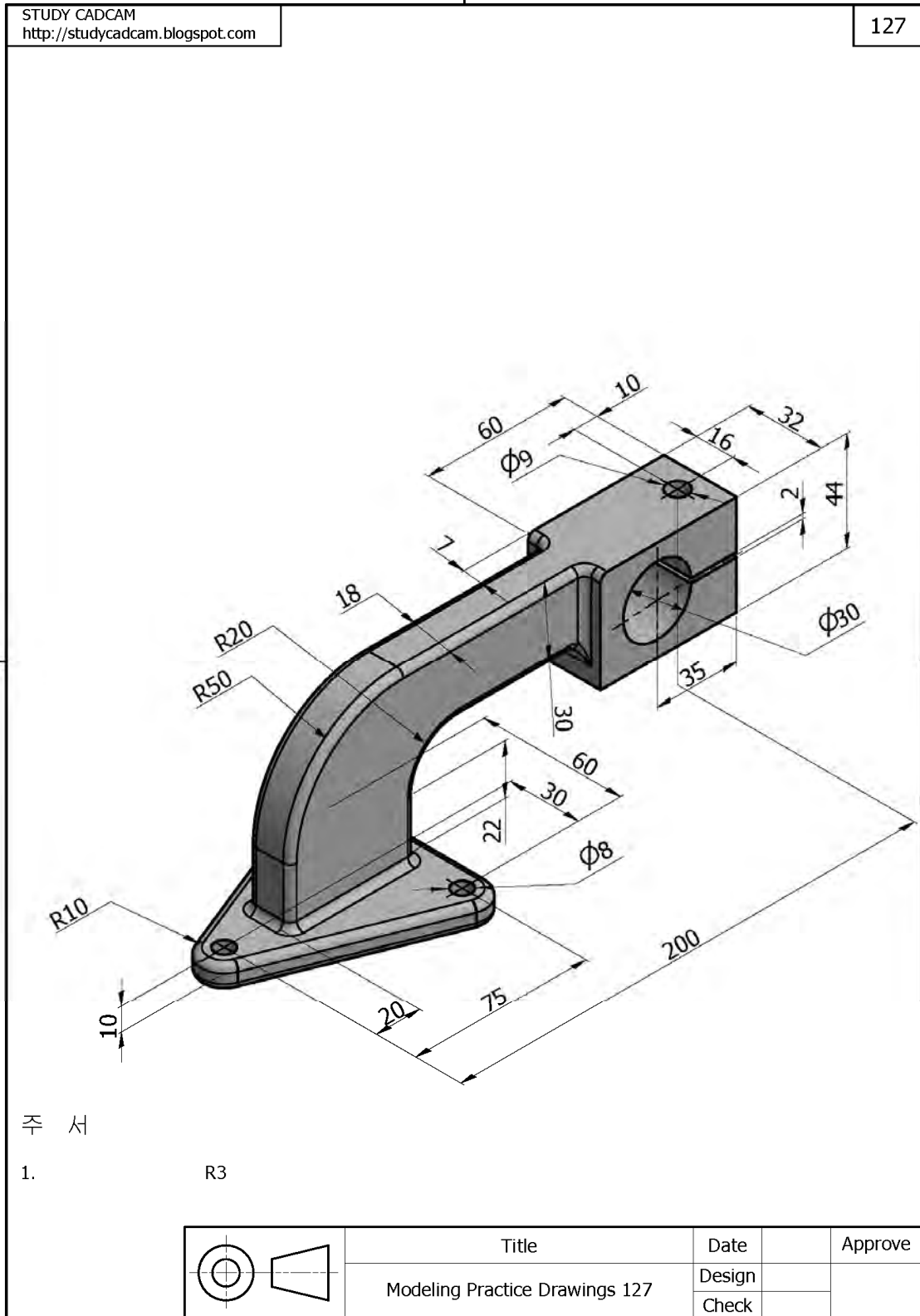
Pràctica 7

Està pensada per a treballar l'operació de *Barrido*.



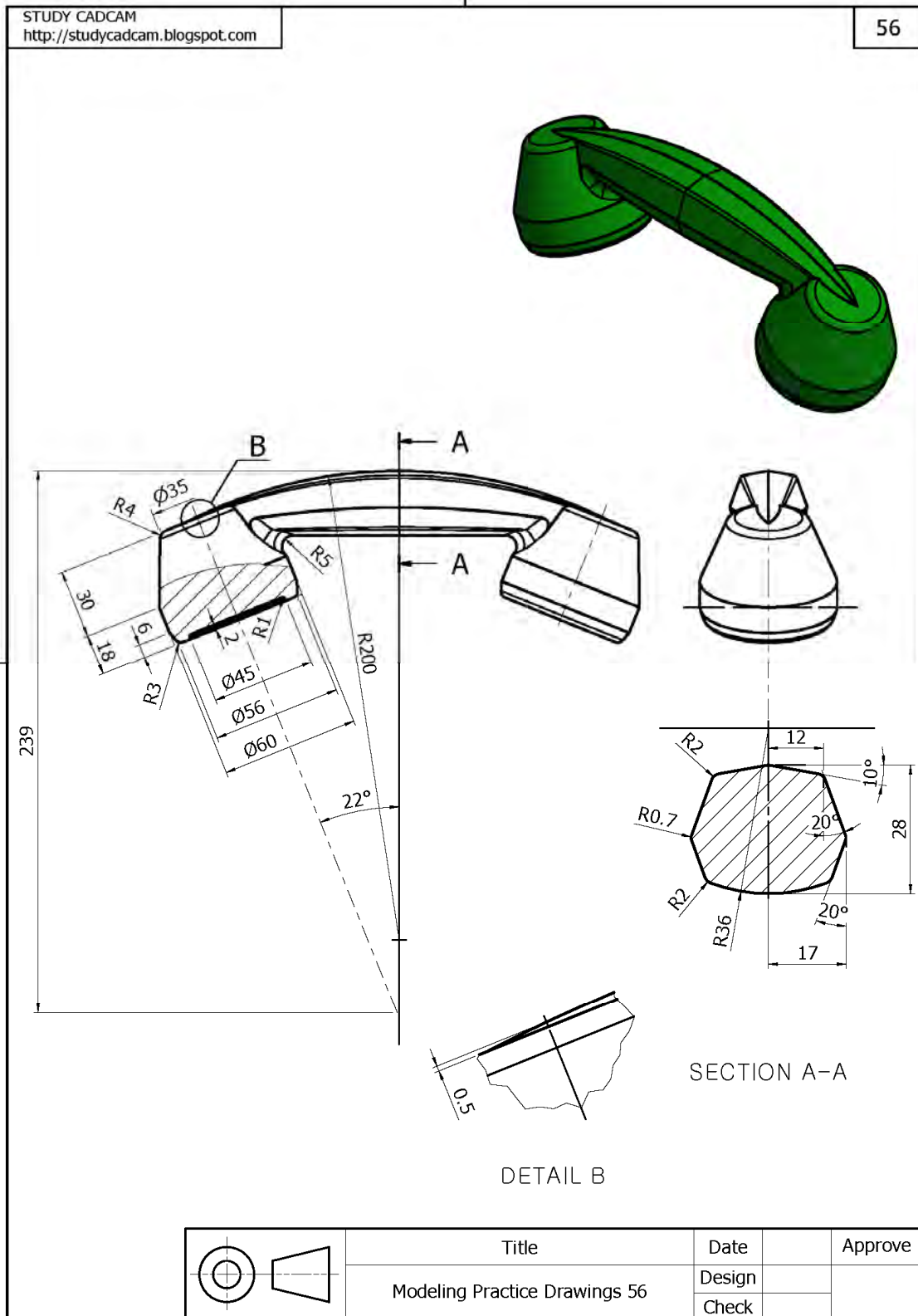
Pràctica 8

Està pensada per a treballar l'operació de **Barrido**.



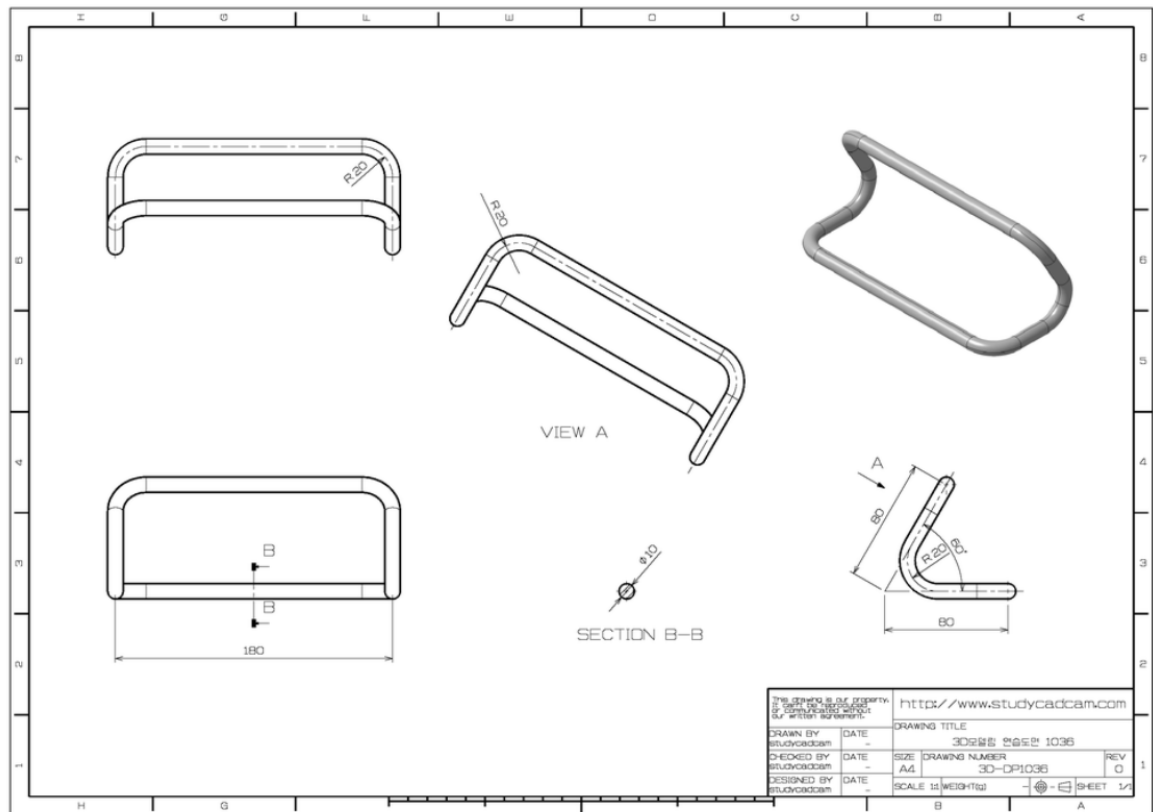
Pràctica 9

Està pensada per a treballar l'operació de *Solevado*.



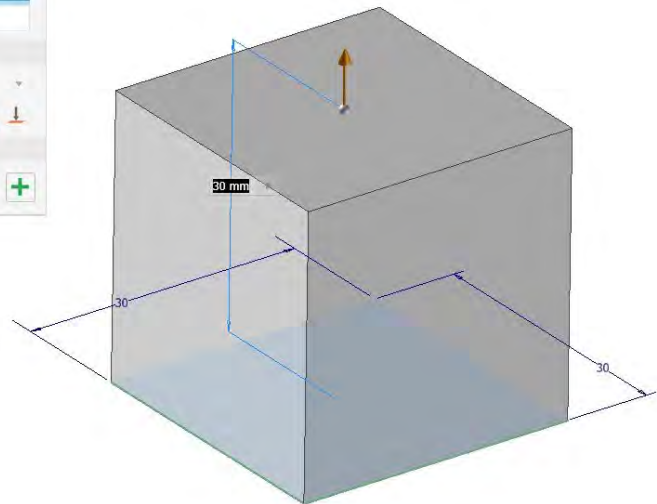
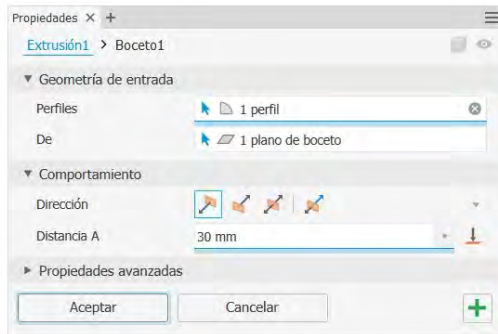
Pràctica 10

Està pensada per a treballar les operacions de *Barrido i Solevado*, modificant forma de la secció a decidir per l'alumne.

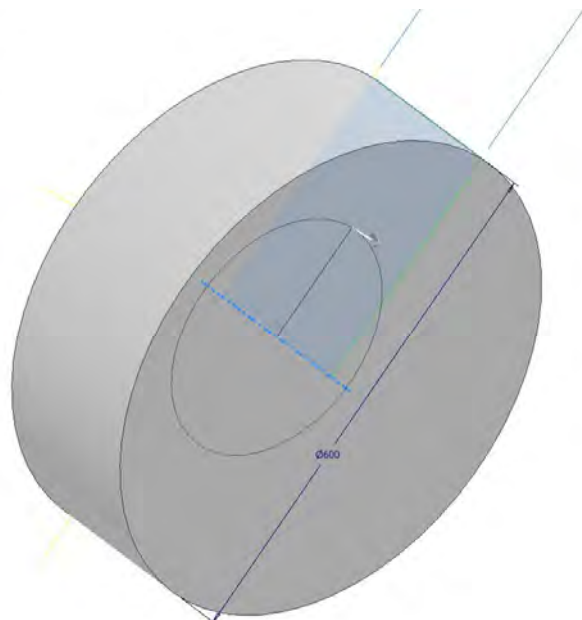
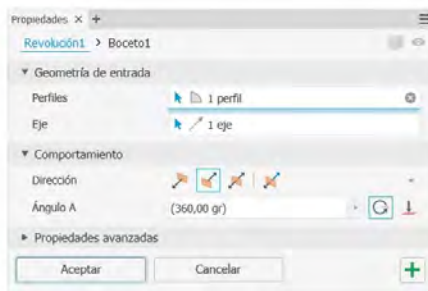


11.3. Annex 3 Links als vídeo tutorials

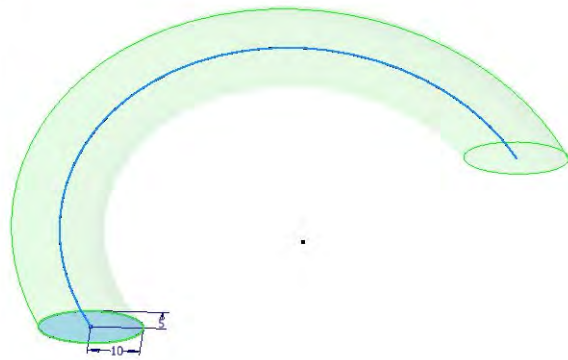
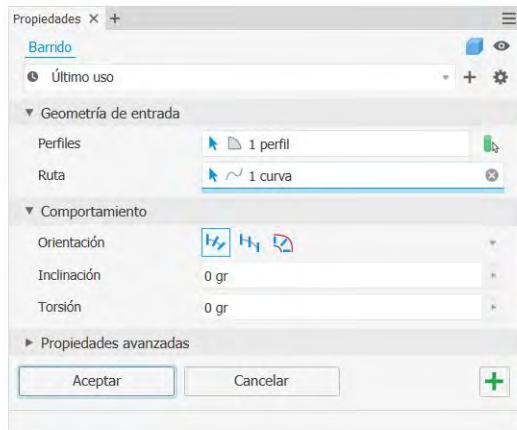
- **Extrusión** → <https://youtu.be/beF8IVtp8ls>



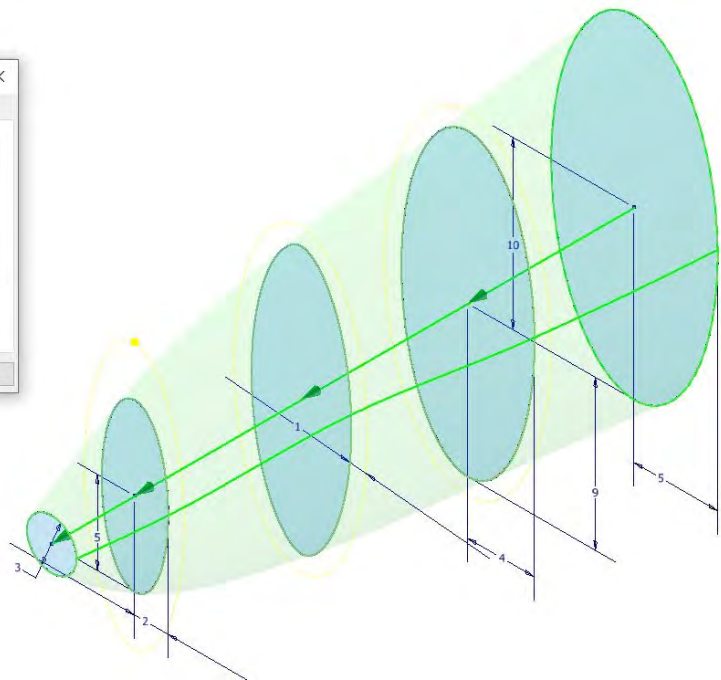
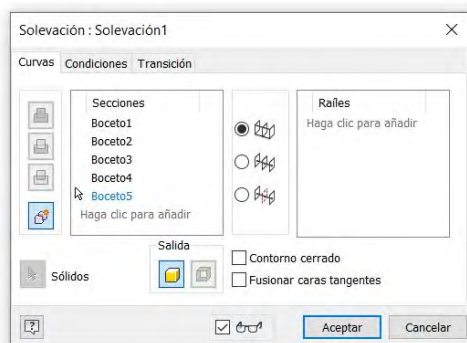
- **Revolución** → <https://youtu.be/SIVLFM7bZtY>



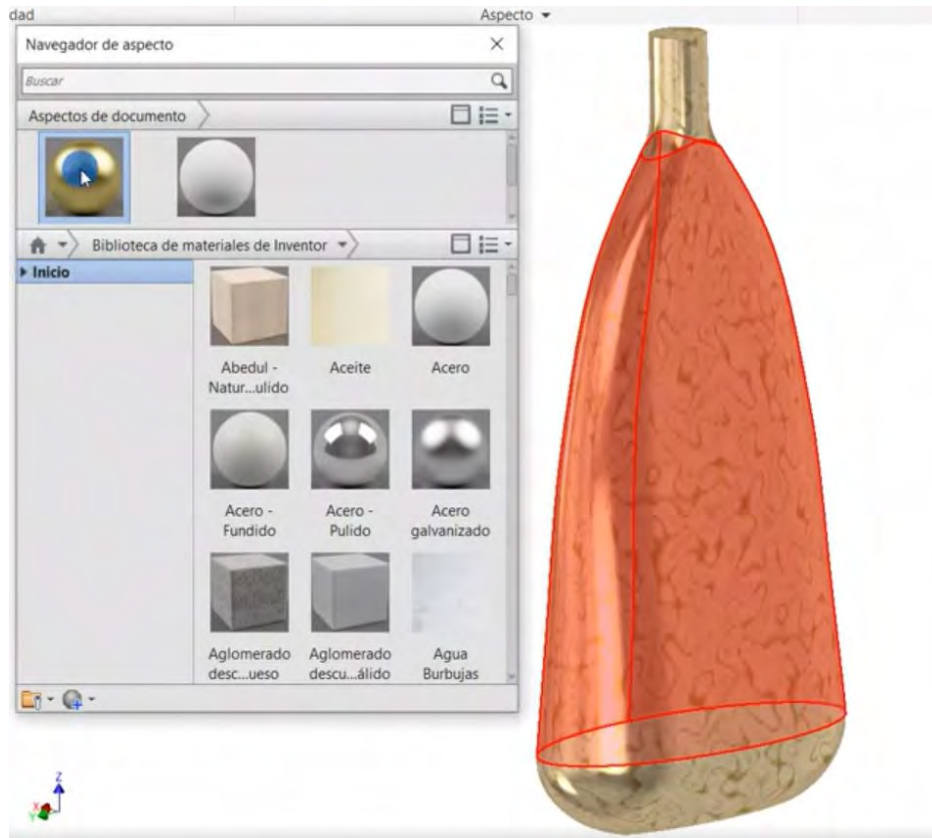
- **Barrido** → <https://youtu.be/OcnwgLhBKyQ>



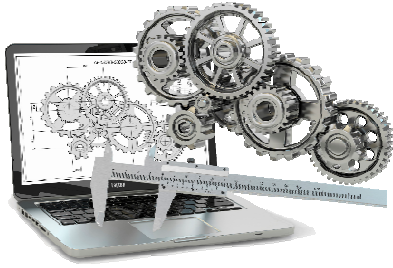
- **Solevación** → <https://youtu.be/mgLw47rDORc>



- **Texturas** → <https://youtu.be/5an5NNgqaRA>



11.4. Annex 4 Guia pràctica disseny i impressió 3D



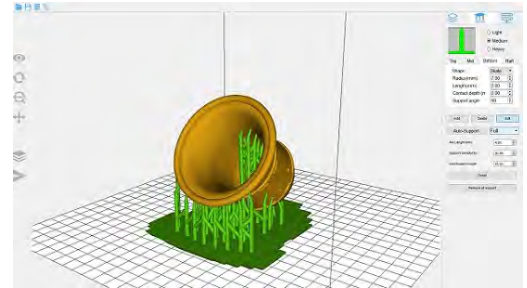
Disseny

- Arrodonir cantonades
- Escalat de la peça en funció de l'espai d'impressió.
- Gruix mínim un cop escalat -- 1mm
- Si utilitzem la tecnologia FDM, evitar formes interior dels objectes complexes.
- Per a principiants, evitar peces amb forats interiors.
- Dissenyar per evitar suports, tenint en compte la regla dels angles majors a 45°
- Tenir en compte la precisió si volem fer conjunts :
 - Encaix amb fricció, 0,15 mm de joc
 - Ajust amb rotació, 0,2 mm de joc
 - Ajust lliscant, 0,25mm de joc
- Exportar l'arxiu en format .STL



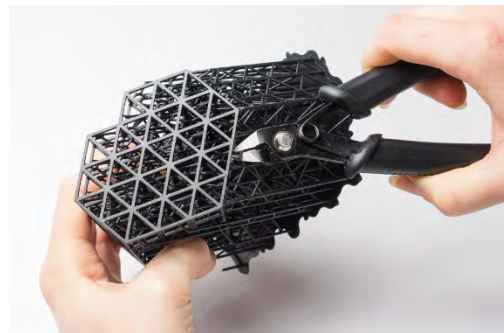
Impressió

- Neteja de la màquina
- Verificar nivell
- Comprovar quantitat de material
- Importar .STL a la plataforma fabricació virtual i posicionar-la evitant que les zones vistes tinguin suports
- Enviar arxiu de capes a la impressora



Post-processat

- Neteja de màquina
- Tall de suports
- Polit de la peça si ho requereix
- Altres post-processats (pintats)



11.5. Annex 5 Exemples de projectes



Elevador per a ordinador portàtil



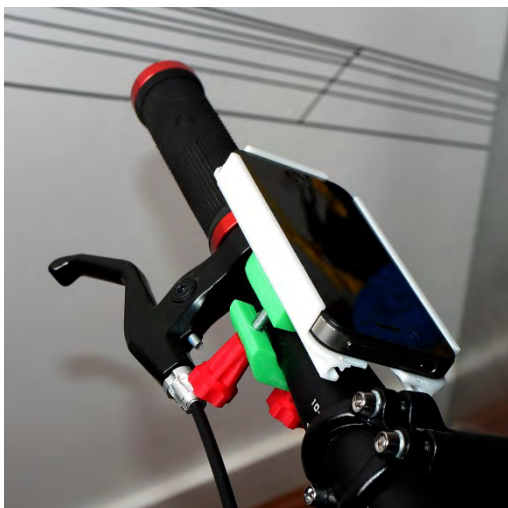
Pinça amb formes



Muntura ulleres



Polsador ascensor sense contacte



Suport de bicicleta per al mòbil



Maneta obertura porta avant braç