



MANUAL DE PROFESSORES:

**PRODUÇÃO E MONTAGEM
DE MANÍPULOS POR
IMPRESSÃO 3D**

COORDENADOR:

BEATRIZ F. NÚÑEZ ANGULO

AUTORES:

WILCO H.M. VERBEETEN
MIRIAM LORENZO-BAÑUELOS
ROSA M^ª SANTAMARÍA CONDE

Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Exoneração de responsabilidade

Projecto financiado com o apoio da Comissão Europeia.
A informação contida nesta publicação (comunicação) vincula exclusivamente o autor, não sendo a Comissão responsável pela utilização que dela possa ser feita.



EURODDIP E

EUROPEAN DIVERSITY DESIGN FOR INCLUSIVE EDUCATION

ÍNDICE

<u>INTRODUÇÃO</u>	5
<u>METODOLOGIA</u>	6
<u>FICHAS DE DADOS</u>	7
Ficha de dados I	8
Ficha de dados II	16
Ficha de dados III	29
<u>IMPRESSORA 3D</u>	36
Peças da impressora 3D	36
Materiais para impressão 3D	38
Passos da impressão 3D	38

INTRODUÇÃO

A tecnologia educativa desempenha um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, no entanto, a ausência de mecanismos adaptados às pessoas com deficiência pode ser um obstáculo ao uso de recursos tecnológicos, gerando desigualdade e autonomia limitada. Para suprir estas desigualdades, foram criadas tecnologias de apoio para lhes garantir o acesso.

Este manual é criado para o professor aprender a projetar e criar manípulos personalizados usando a impressão 3D.

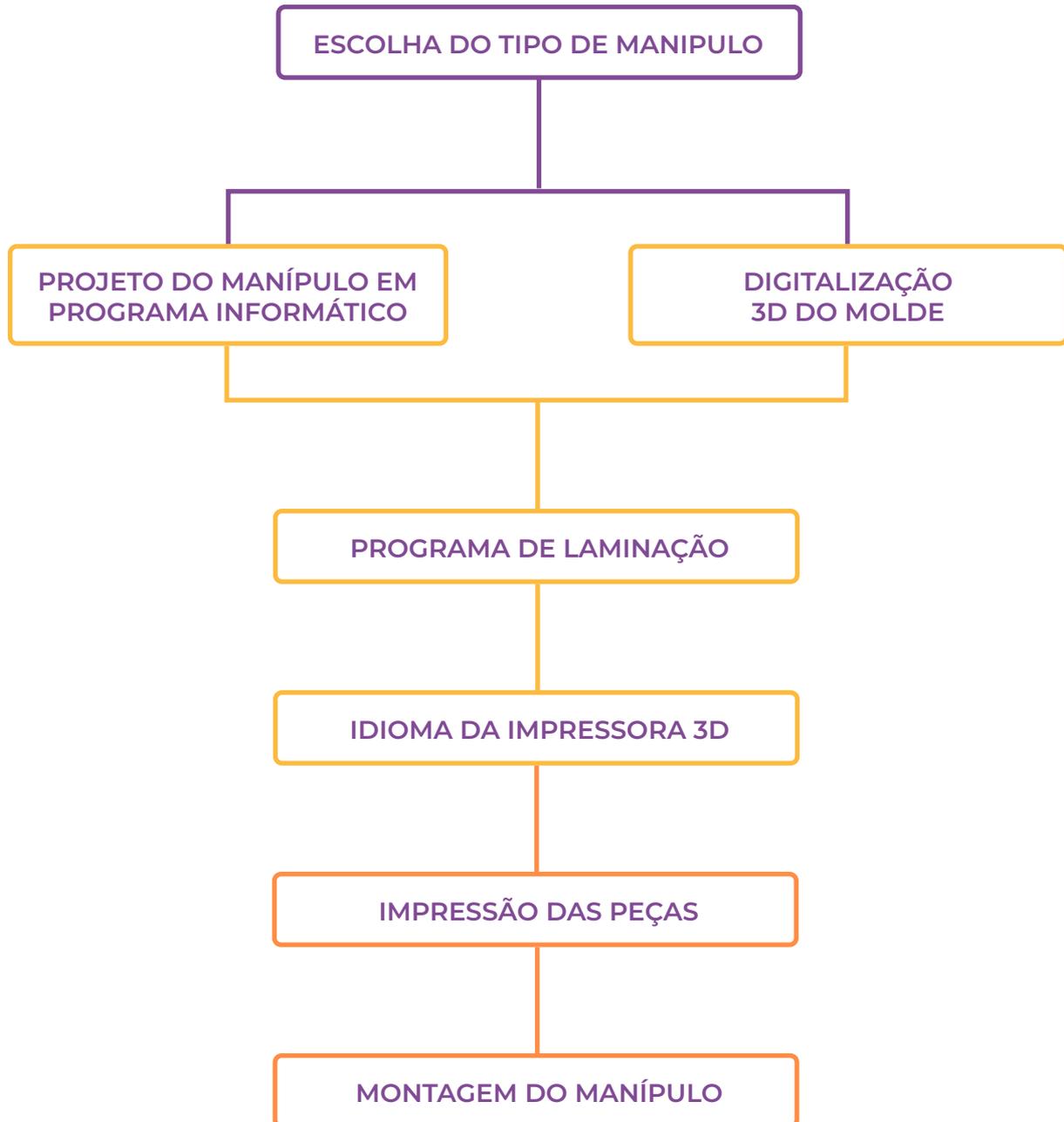
Com o passar do tempo, surgem cada vez mais impressoras 3D com melhor tecnologia e a um preço mais baixo; além disso, o conhecimento necessário para seu uso adequado e seguro está mais próximo de todos do que nunca. Esse sistema de produção, que pode parecer mais típico da engenharia, está a ser transferido para o campo educacional com o objetivo de fornecer soluções técnicas para alunos com necessidades educativas especiais (NEE's).

Este manual explica os passos básicos mais importantes que permitem ao professor fabricar um manípulo que facilite o uso do computador por alunos com deficiência motora de membros superiores, mas com cognição preservada, apostando na sua inclusão no ambiente educativo. Este manípulo permitirá o controlo do ponteiro do computador, movendo-o para cima, para baixo, para a esquerda, para a direita e permitindo 'clique' como um rato tradicional.

O manual está estruturado em três seções. A primeira refere-se à metodologia seguida no processo de produção dos manípulos, desde a geração da ideia primitiva até à impressão das peças e montagem dos manípulos. Depois, são apresentadas as fichas de dados técnicas de três manípulos feitos a partir diferentes procedimentos; em primeiro lugar, dois desenvolvidos a partir de design digital utilizando o programa Catia e, em segundo lugar, um desenvolvido a partir da digitalização 3D de um molde (fotogrametria). Finalmente, uma visita guiada pelas peças de uma impressora 3D, os tipos de materiais que ela usa e os passos para imprimir uma peça.

Espera-se que a aplicação do manual permita o desenvolvimento e criação de manípulos, respondendo às necessidades e características dos alunos.

METODOLOGIA



A metodologia a seguir começa com a escolha do tipo de manípulo de acordo com as necessidades exigidas pelos alunos com deficiência motora. Depois, procederemos ao seu projeto através de programas informáticos como o CAD, e caso o manípulo precise de um formato específico (por exemplo, o punho do aluno), faremos a digitalização de um molde feito de outro material maleável, utilizando fotogrametria. Finalmente, fabricaremos o manípulo imprimindo-o em 3D.

No nosso caso, o método de produção dos manípulos será a extrusão de um filamento fundido. A operação é simples, a impressora criará as peças aquecendo e extraindo o filamento de plástico, camada por camada, em ordem ascendente.

FICHAS DE DADOS

A seguir, procederemos à apresentação de três manípulos adaptados feitos por impressão 3D; dois deles desenvolvidos e projetados a partir de programas CAD, e o outro a partir da técnica de digitalização 3D por fotogrametria.

As tabelas seguintes mostram aspetos como: a finalidade do manípulo, os materiais e ferramentas utilizados na sua elaboração e seu desenvolvimento passo a passo. Para melhorar a compreensão do manual, toda a informação é acompanhada de imagens e links para vídeos que ilustram cada secção de forma útil e completa.



Manípulo projetado com programa (Catia V5R20).

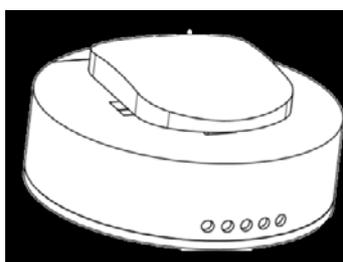


Manípulo projetado com programa (Catia V5R20), versão 2.



Manípulo produzido por digitalização 3D de um molde (fotogrametria).

FICHA DE DADOS I: MANÍPULO PROJETADO E DESENVOLVIDO A PARTIR DO PROGRAMA INFORMÁTICO CATIA V5R20, VERSÃO 1.



OBJETIVO:

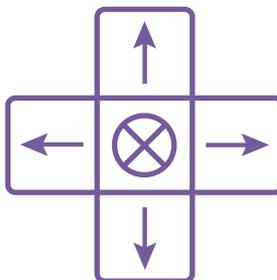
Projetar e fabricar um manípulo ergonómico e personalizado através da impressão 3D, que funciona como um rato na utilização e gestão de um computador. Tem em conta o baixo custo para que as famílias e escolas com recursos limitados possam tirar partido do mesmo.e ello.

PUBLICO-ALVO:

Alunos com necessidades educativas especiais (deficiência motora nos membros superiores e inteligência preservada).

FUNÇÕES DO MANÍPULO:

Movimento do ponteiro para cima, para baixo, para a esquerda e para a direita. Além disso, permite 'clicar' como um rato tradicional.



MATERIAL:

Os materiais e ferramentas apresentados a seguir estão disponíveis em qualquer loja de ferragens, loja de ferragens online ou loja de componentes eletrônicos.



8 Interruptor Micro Chave



Cabo 2 metros



Solda



Cola de contacto



Alicate



4 Autocolantes antiderrapantes



5 Adaptador Jack 3.5mm Macho



5 Parafusos M2 10mm



Ferro de solda



Tesoura



Chave de fendas

Para conectar o manípulo a um computador ou tablet via USB, pode ser usado um adaptador. Por exemplo, o adaptador USB “enCore”. Este adaptador USB é responsável por enviar os comandos para mover o cursor do computador. É compatível com os sistemas operativos Windows, Mac, Linux ou Android.

O adaptador enCore USB da Eneso (<https://www.eneso.es/>) está disponível no website: <https://www.eneso.es/>



Em alternativa pode ser utilizado o Xbox Adaptive Controller da Microsoft: <https://www.xbox.com/en-US/accessories/controllers/xbox-adaptive-controller>

PASSOS A SEGUIR:

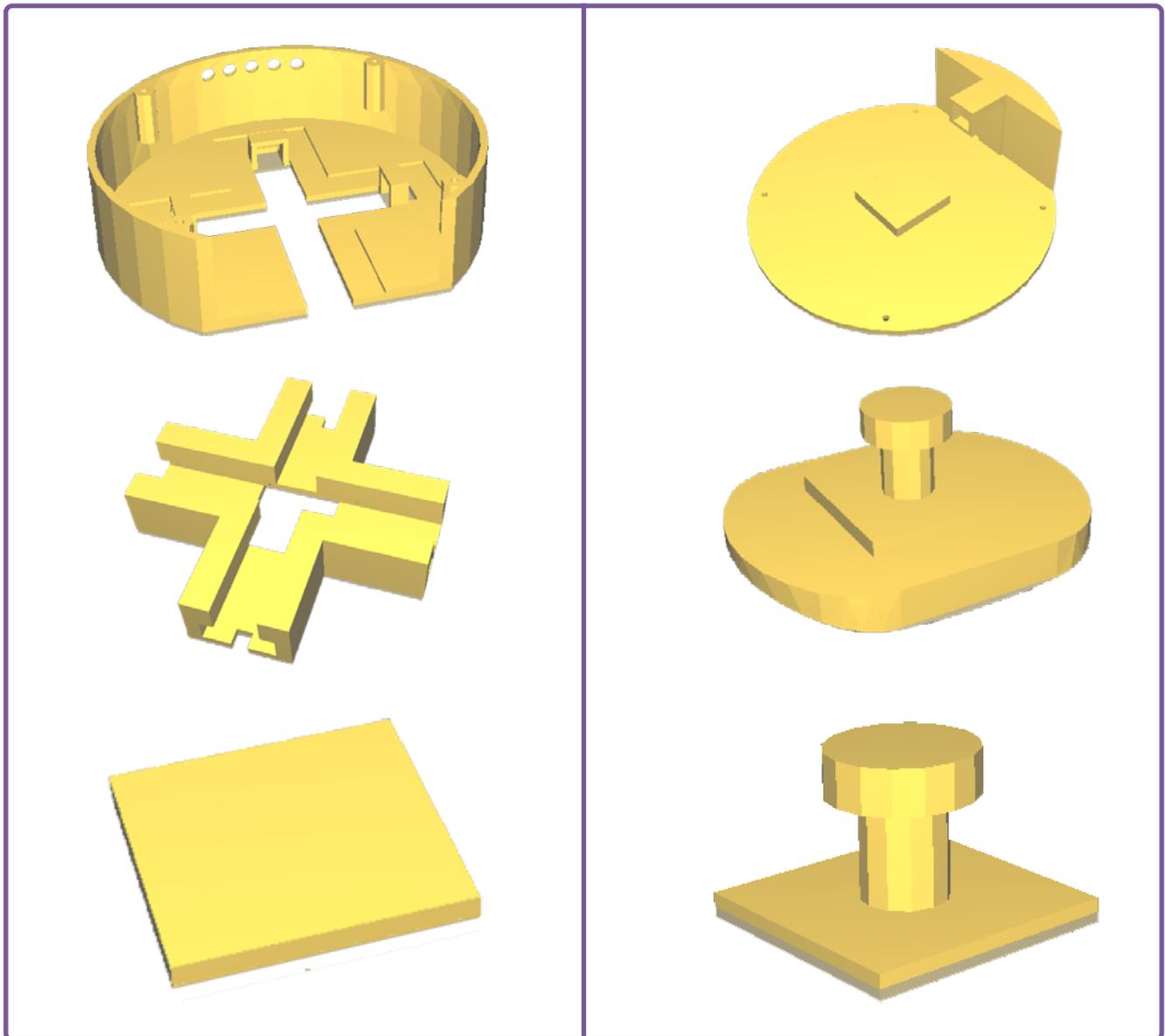
1. Impressão das peças

Para a impressão das peças, os parâmetros de impressão devem ser configurados de acordo com a impressora 3D e o material utilizado para a mesma. O que se recomenda é a posição em que devem ser impressas para evitar um acabamento pior, uma má orientação das fibras, o que pode significar perda de resistência e desperdício desnecessário de material.

Se for necessário um punho personalizado, apenas será impresso o eixo do joystick e o modelo de punho digitalizado separadamente. Depois de impresso, o punho é preso ao joystick com cola forte.

Note-se que todos os desenhos das peças impressas estão disponíveis no Thingiverse:

<https://www.thingiverse.com/thing:4833383>

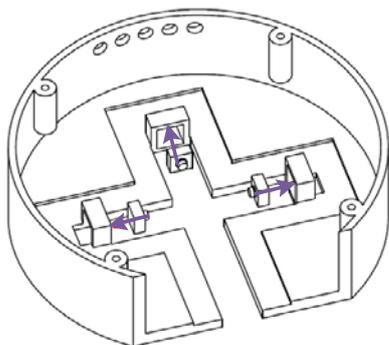


Uma vez que todas as peças foram impressas, o manípulo é montado:

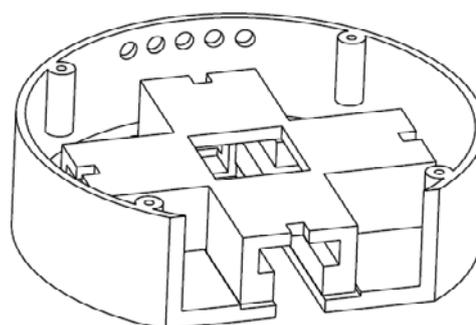
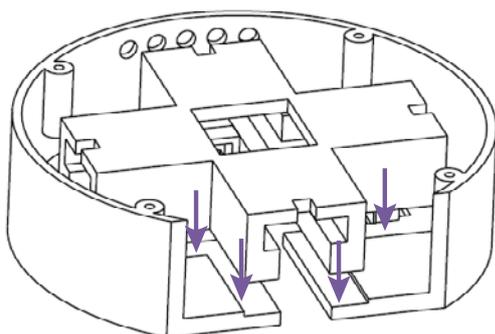
1. Verifique se todas as peças se encaixam antes da fixação.
2. Se alguma peça não encaixar, lixe até encaixar perfeitamente.
3. Solde o micro switch ao cabo. Para isso, o cabo deve primeiro ser desencapado com uma tesoura.

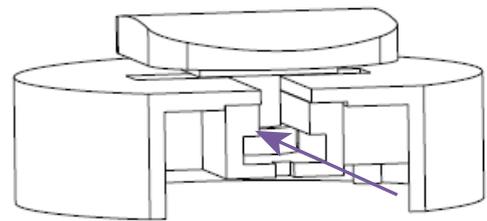


4. Coloque os micro-interruptores nos orifícios da base passando primeiro o cabo e fixe-os com cola forte.

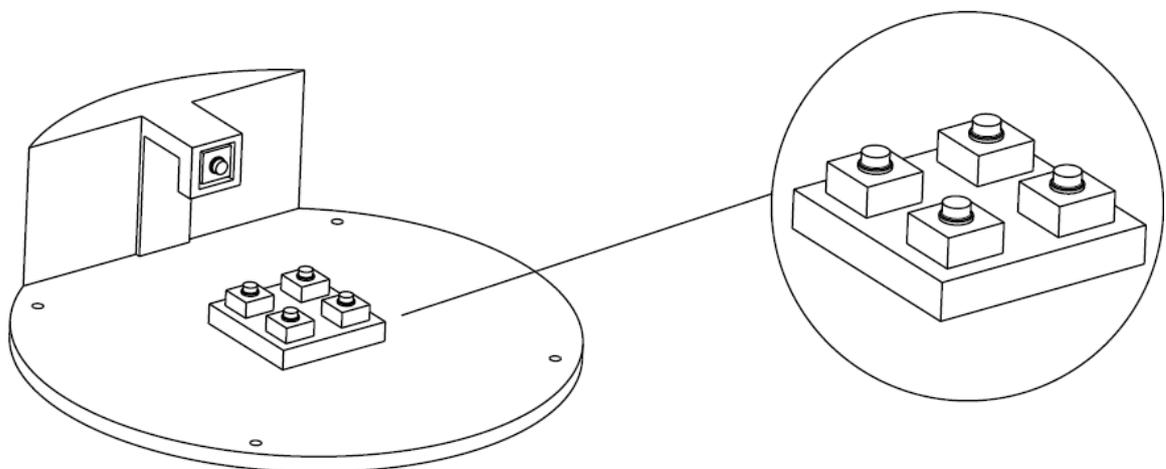


5. Encaixe as passagens nas vias da base e insira o joystick.

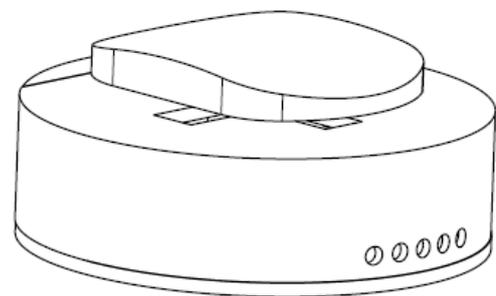
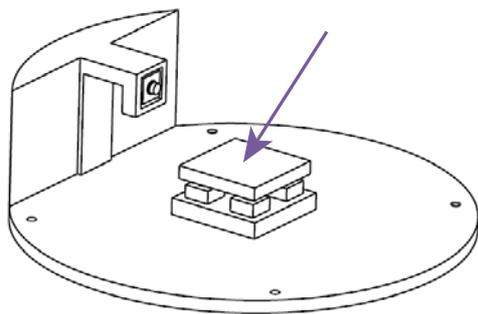




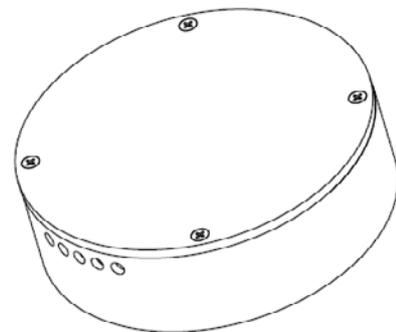
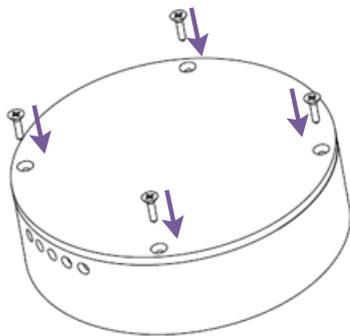
6. Cole 4 micro-interruptores na parte quadrada da tampa e 1 micro-interruptor no orifício da extensão da passagem, soldando-os a um fio como no 'passo 3'.



7. Coloque a placa de 3 mm de espessura em cima dos 4 micro-interruptores, certificando-se de que a base com as passagens e o joystick estão na posição correta. Não se esqueça de passar os 2 cabos que saem da tampa pelos 2 orifícios restantes na base.



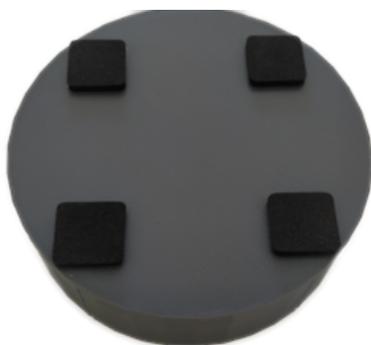
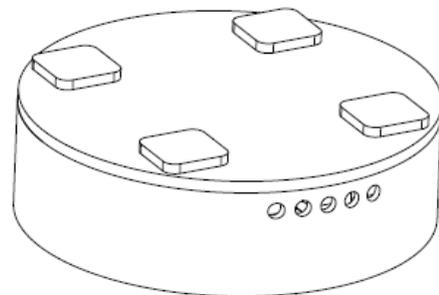
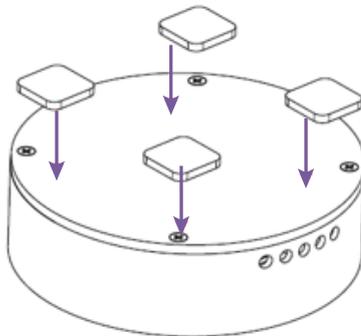
8. Aparafuse a tampa na base, com a chave de fendas.



9. Solde os 5 jacks machos aos 5 fios que saem do manípulo, usando o alicate, na aba ilustrada na imagem, para evitar que eles se soltem.



10. Cole 4 adesivos antiderrapantes na tampa sobre os parafusos para que não fiquem visíveis e para evitar que arranhem e escorreguem na superfície a ser apoiada.



11. Conecte o manípulo ao adaptador enCore USB e o adaptador USB ao computador.

FICHA DE DADOS II: MANÍPULO PROJETADO E DESENVOLVIDO A PARTIR DE PROGRAMA INFORMÁTICO CATIA V5R20, VERSÃO 2.



OBJETIVO:

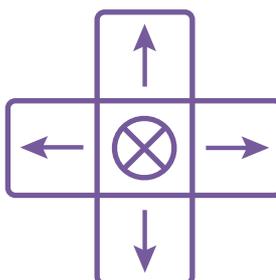
Projetar e fabricar um manípulo ergonómico e personalizado através da impressão 3D, que funciona como um rato na utilização e gestão de um computador. Tem em conta o baixo custo para que as famílias e escolas com recursos limitados possam tirar partido do mesmo.

PÚBLICO-ALVO:

Alunos com necessidades educativas especiais (deficiência motora nos membros superiores e inteligência preservada).

FUNÇÕES DO MANÍPULO:

Movimento do ponteiro para cima, para baixo, para a esquerda e para a direita. Além disso, permite 'clique' como um rato tradicional.



MATERIAL:

Os materiais e ferramentas apresentados a seguir podem ser obtidos em qualquer loja de hardware, loja online, ou loja de produtos eletrônicos.

Para aceder ao vídeo que mostra os materiais e ferramentas necessárias, clique no seguinte link:
https://www.youtube.com/watch?v=bY4gDdLFJmk&t=72s&ab_channel=Euroddip-e



8 Interruptor Micro Chave



5 Cabo 1 metro



4 Parafusos M3 16mm



Solda



Cola de contacto



5 Adaptador Jack 3.5mm Macho



1 Parafuso M3 30mm



4 Parafusos M3 12mm



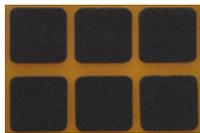
Ferro de soldar



Pistola de Silicone



Tesouras



4 Autocolantes antiderrapantes



Chave de fendas

PASSOS A SEGUIR:

1. Impressão das peças

Para a impressão das peças, os parâmetros de impressão devem ser configurados de acordo com a impressora 3D e o material utilizado para a mesma. O que se recomenda é a posição em que devem ser impressas para evitar um acabamento pior, uma má orientação das fibras, o que pode significar perda de resistência e desperdício desnecessário de material.

Para a impressão do joystick, o eixo e a cabeça serão impressos separadamente, devido à capacidade de trocar uma cabeça por outra, favorecendo assim um maior grau de personalização do manípulo.

Note-se que todos os desenhos das peças impressas estão disponíveis no Thingiverse:

<https://www.thingiverse.com/thing:4873369>



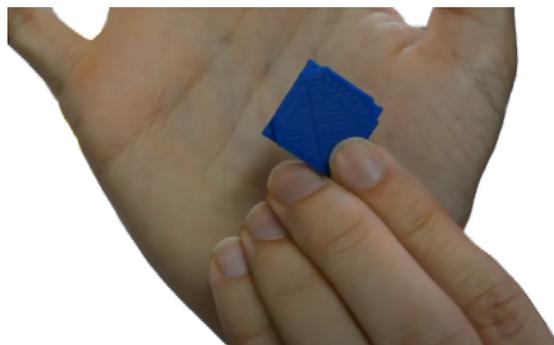
Tampa superior



Tampa inferior



Guia/Fixador de cabo



Placa pequena



Eixo do Joystick



Joystick genérico



Joysticks personalizados



Joystick personalizado



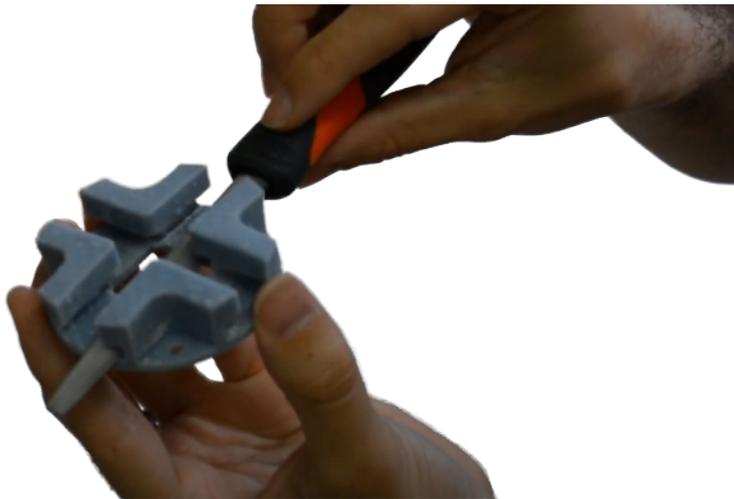
Joystick personalizado

Uma vez impressas todas as peças, monta-se o manípulo.

Para aceder ao vídeo que mostra passo a passo as ações a seguir na montagem do manípulo, clique no seguinte link:

https://www.youtube.com/watch?v=Am8s_utrkUE&t=167s&ab_channel=Euroddip-e

1. Verificar se todas as peças encaixam e lixar se necessário



https://www.youtube.com/watch?v=CB549V-0TII&t=23s&ab_channel=Euroddip-e

2. Descarnar os cabos.



https://www.youtube.com/watch?v=MUzN3V-mA_g&ab_channel=Euroddip-e

3. Soldar os micro-interruptores aos cabos.



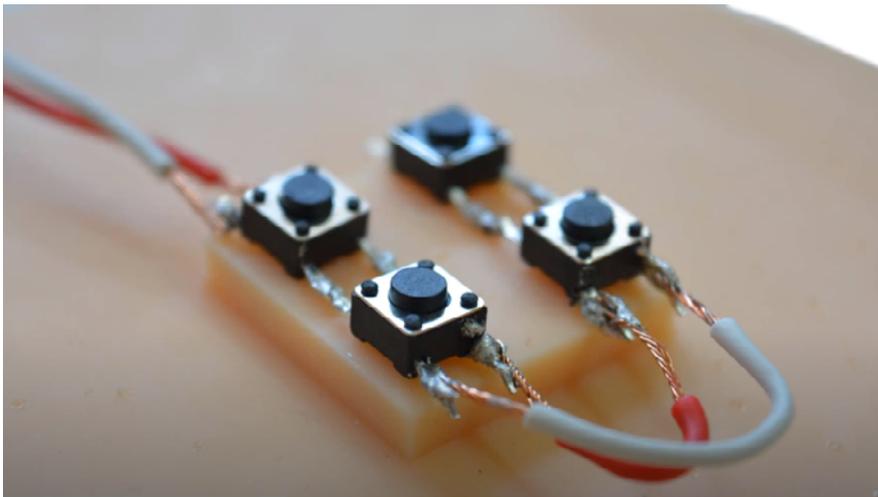
https://www.youtube.com/watch?v=Hylb6qK0eF0&ab_channel=Euroddip-e

4. Soldar os 4 micro-interruptores.



https://www.youtube.com/watch?v=MUzN3V-mA_g&ab_channel=Euroddip-e

5. Colar os 4 micro-interruptores à base da tampa inferior.



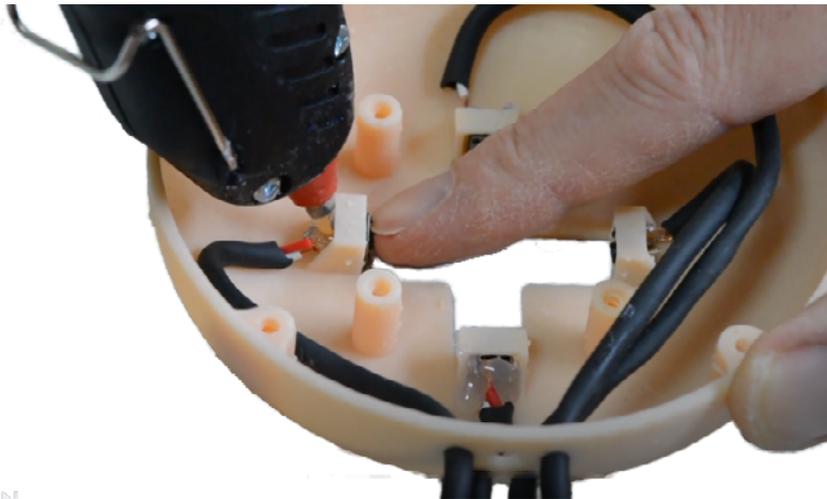
https://www.youtube.com/watch?v=MpWK6QMqfW8&ab_channel=Euroddip-e

6. Passar os cabos pelos orifícios.



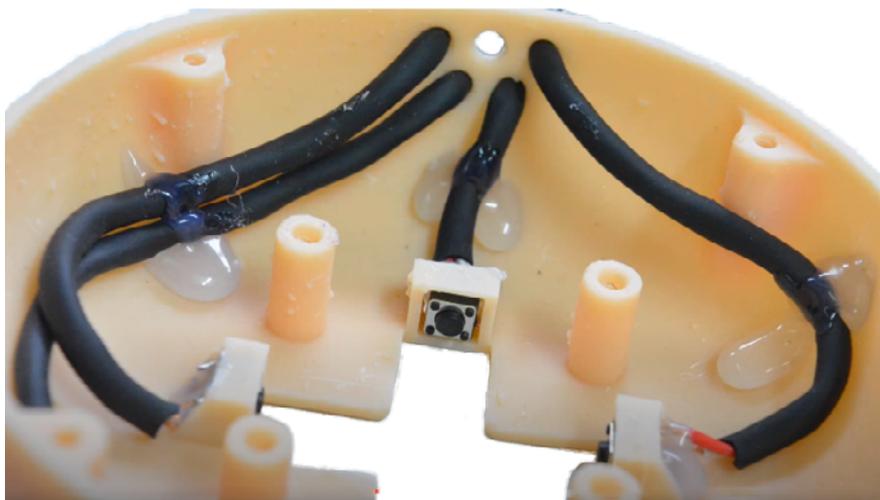
https://www.youtube.com/watch?v=HpiboVUEJ74&ab_channel=Euroddip-e

7. Montar os micro-interruptores.



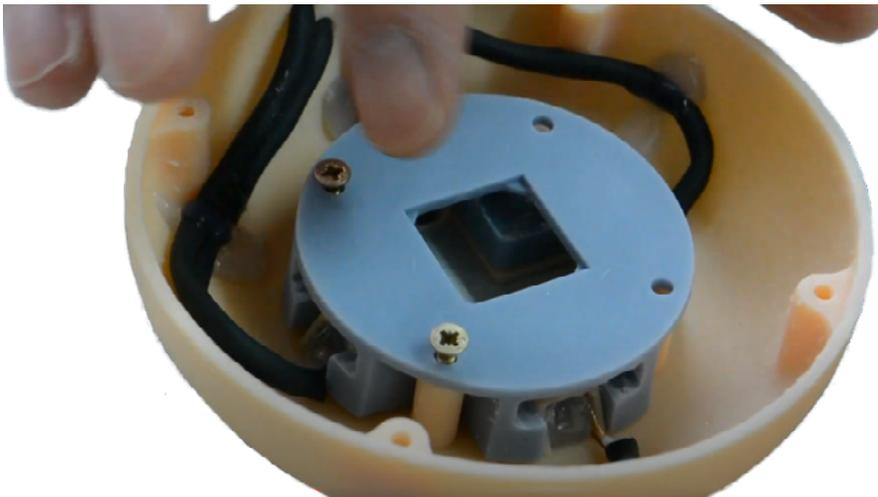
https://www.youtube.com/watch?v=DSfdk2QnrtY&ab_channel=Euroddip-e

8. Colar os cabos no interior da tampa superior.



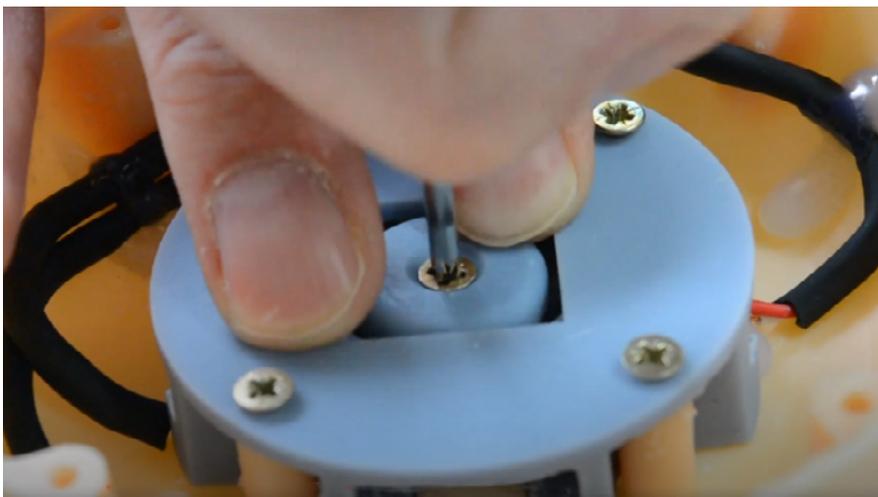
https://www.youtube.com/watch?v=usb4qvoh9jl&ab_channel=Euroddip-e

9. Acoplar o guia/fixador de cabos à tampa superior.



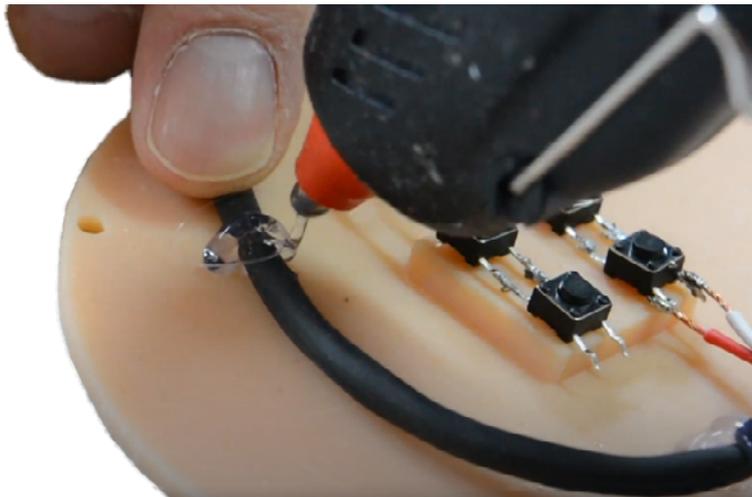
https://www.youtube.com/watch?v=gpKM8hm1rhY&ab_channel=Euroddip-e

10. Colocar o Joystick.



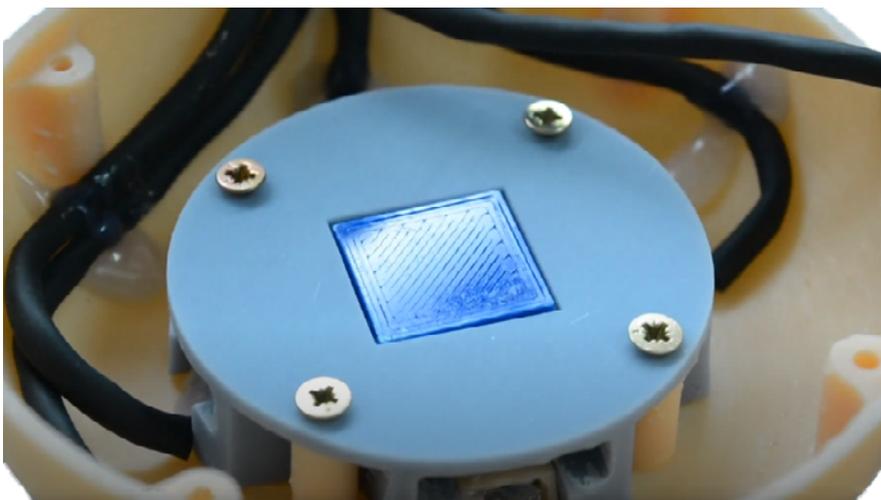
https://www.youtube.com/watch?v=AURvO1WsPpE&ab_channel=Euroddip-e

11. Passar o cabo na base da tampa inferior e fixar com silicone.



https://www.youtube.com/watch?v=40tj0XEPTeg&ab_channel=Euroddip-e

12. Colocar a placa pequena e fixar a base.



https://www.youtube.com/watch?v=ZEGsLhBexbs&ab_channel=Euroddip-e

13. Soldar os 5 adaptadores Jack macho aos fios.



https://www.youtube.com/watch?v=bCWM-Pxq8OQ&ab_channel=Euroddip-e

14. Fixar os cabos com braçadeiras.



https://www.youtube.com/watch?v=y4DthTivVJ4&ab_channel=Euroddip-e

15. Colar os autocolantes antiderrapantes.



https://www.youtube.com/watch?v=ecl_jo4OW4Q&ab_channel=Euroddip-e

16. Ligar o manípulo.



https://www.youtube.com/watch?v=ql2-qX7mWTU&ab_channel=Euroddip-e

FICHA DE DADOS III: MANÍPULO PRODUZIDO POR IMPRESSÃO 3D FOTOGRAMÉTRICA USANDO O PROGRAMA AUTODESK RECAP.

A fotogrametria é a tecnologia que permite criar modelos 3D com texturas realistas a partir de fotografias do mesmo objeto.

A particularidade desta tecnologia é a sua utilidade, uma vez que pode ser utilizada por qualquer pessoa com telemóvel ou computador, porque não requer ferramentas especializadas. Contudo, é necessário um hardware com mais potência, porque a maioria dos programas de fotogrametria requer que o computador tenha capacidade suficiente para processar as imagens e gerar o modelo 3D digitalizado.

A fotogrametria é um dos métodos mais simples de digitalização 3D. Tem muitas vantagens em relação a outras tecnologias, e acima de tudo é gratuita.

Relativamente às limitações, é fundamental recorrer a imagens de referência de alta qualidade para obter bons resultados. E quanto mais imagens tiver, melhor será o resultado. Embora a digitalização seja rápida, com muitas fotografias a execução do algoritmo será também mais demorada.

O processo de digitalização para a conversão baseada em fotografias de um objeto num modelo 3D texturado será explicado utilizando o programa Autodesk ReCap:

<https://www.autodesk.es/products/recap/>

Este programa pode ser testado gratuitamente durante 1 ano através de uma licença educacional para casos sem fins lucrativos.



OBJETIVO:

Projetar e fabricar um manípulo ergonómico e personalizado através da impressão 3D, que funciona como um rato na utilização e gestão de um computador. Tem em conta o baixo custo para que as famílias e escolas com recursos limitados possam tirar partido do mesmo.

PÚBLICO-ALVO:

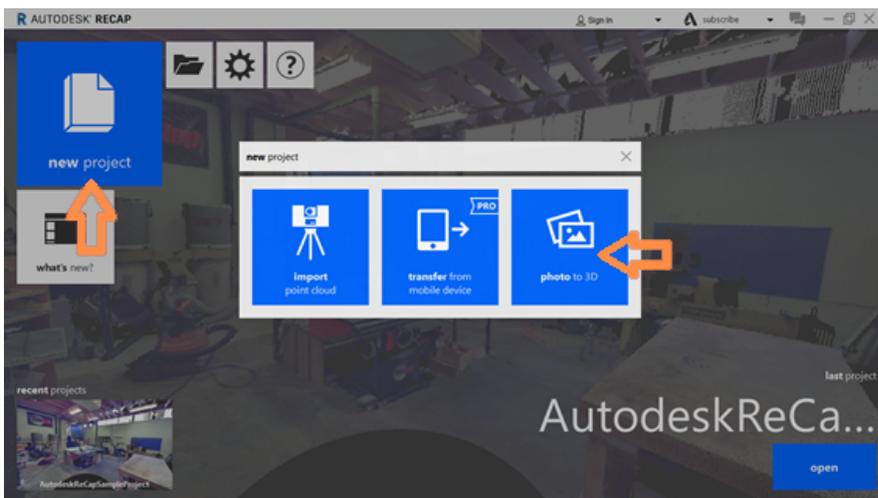
Alunos com necessidades educativas especiais (deficiência motora nos membros superiores e inteligência preservada).

PASSOS A SEGUIR:

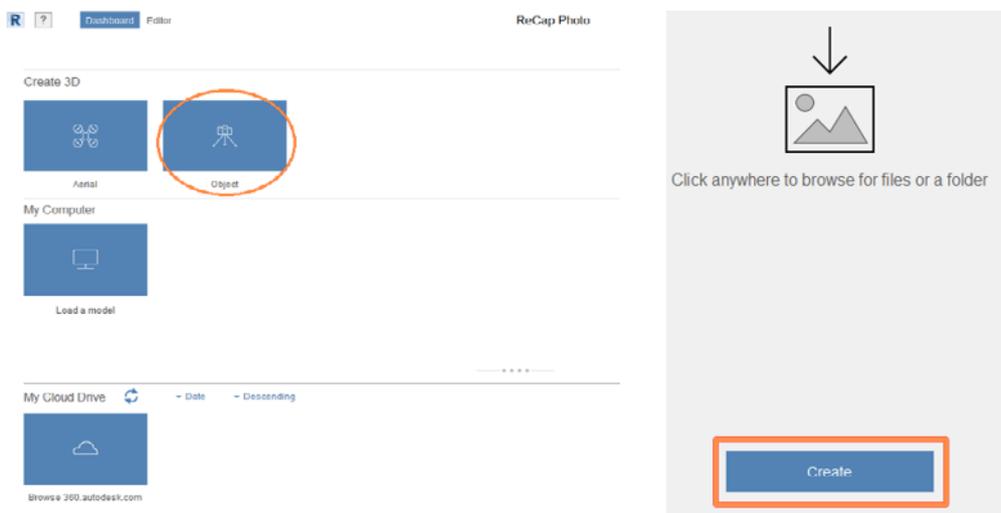
Os passos serão explicados através da digitalização de uma tocha, a título de exemplo.

1. Tirar 100 fotografias (telemóvel ou câmara fotográfica) distribuídas uniformemente em três posições à volta do molde:
 - Perfil (de lado).
 - Inclinado a 45°.
 - Planta (de cima).

2. Abrir o programa Autodesk ReCap e selecionar **novo projeto** seguido de **foto para 3D**.



3. ReCap Photo irá abrir, registrar com a conta do utilizador e adicionar as fotografias tiradas selecionando **Objeto**. Quando as fotografias estiverem importadas, selecione **Criar**.

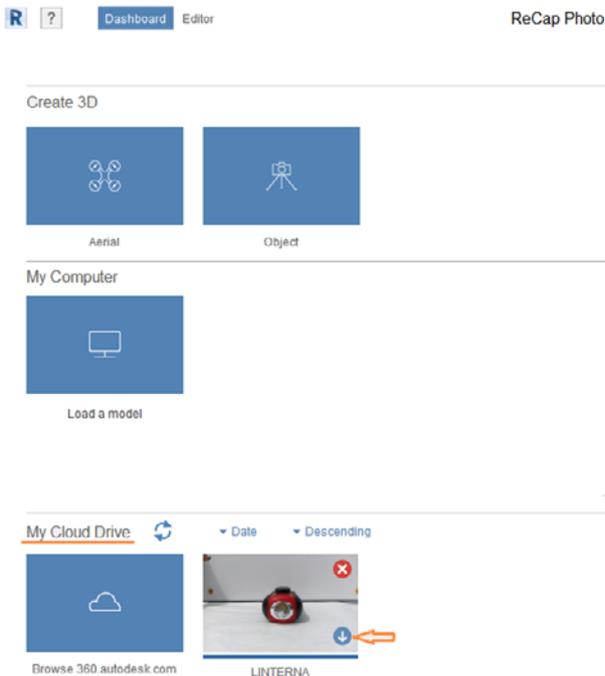


4. Pressionando **Começar** inicia o processamento das fotografias, o que pode demorar bastante tempo (2 a 3 horas).



5. Uma vez que o modelo 3D tenha sido processado, aparecerá no **My Cloud Drive** e será transferido para o computador selecionando a seta no canto inferior direito.

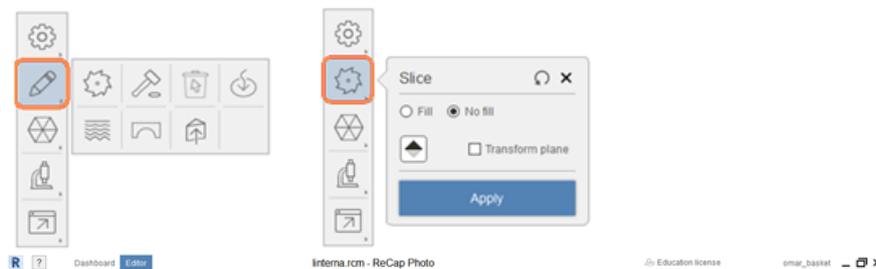
Uma vez transferido, o modelo 3D será apresentado no **Meu Computador** onde o ficheiro poderá ser aberto para edição.



6. O modelo 3D é carregado para o editor onde existem várias ferramentas à esquerda e em baixo para modificá-lo.



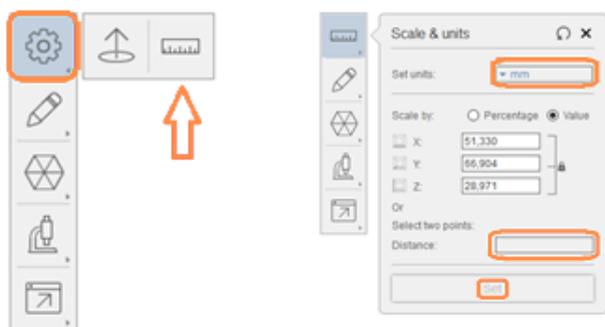
7. Selecionar a ferramenta do lado esquerdo **Cortar e Preencher** para remover um plano cortado que não pertença ao molde e dependendo se quer que o molde seja oco ou preenchido selecionar **Não Preencher** e **Preencher** respetivamente.



8. Para remover o excesso de elementos com exatidão, poderá utilizar a ferramenta abaixo, que contém uma figura de quadrado. Selecionar as partes indesejadas e pressionar a tecla **delete**.



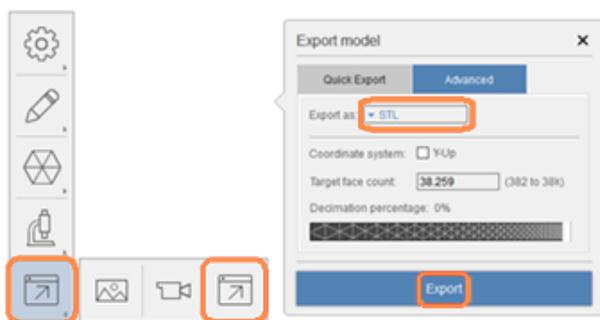
9. As medições do modelo estão definidas em mm, utilizando a ferramenta **Escala e unidade** ao selecionar dois pontos de referência no modelo. A medição é apresentada em **Distância**.



10. Otimização do modelo 3D para facilitar a impressão com recurso à ferramenta **Decimate mesh**. É recomendada a percentagem de 70%, mas poderá variar dependendo do modelo utilizado. Clicar em **Decimate all** para otimizar.

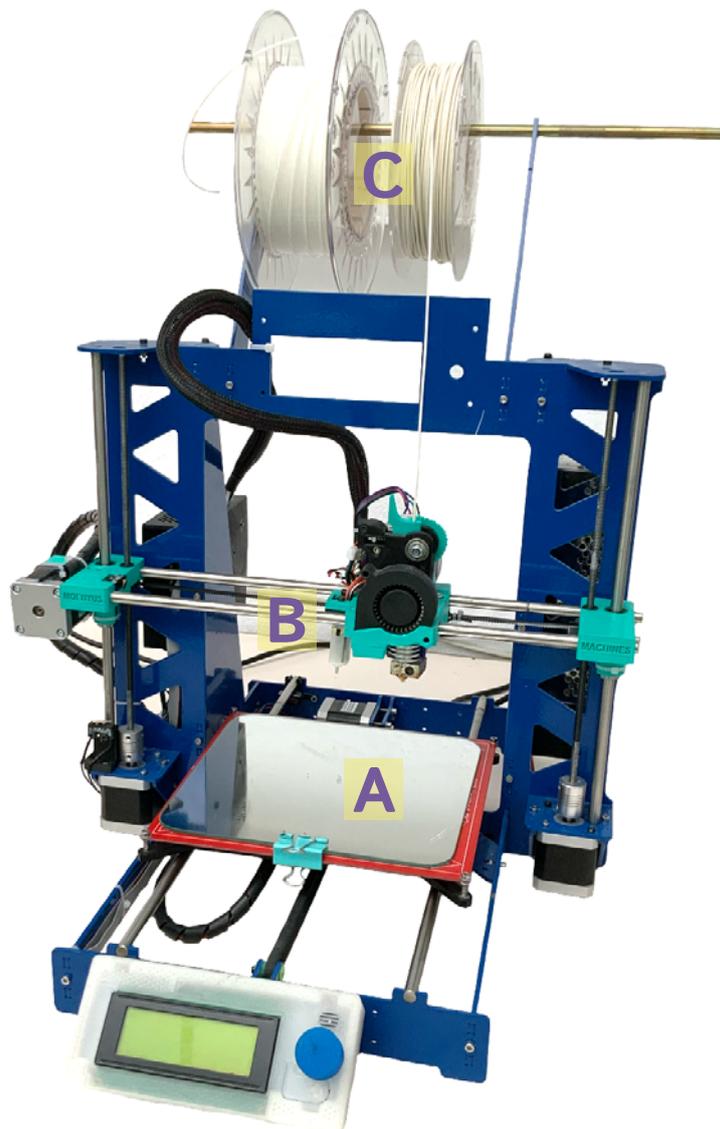


11. Por fim, exportar o modelo como ficheiro STL na opção **Exportar Modelo**, para que possa ser iniciado no programa de laminação onde os parâmetros de impressão serão configurados.

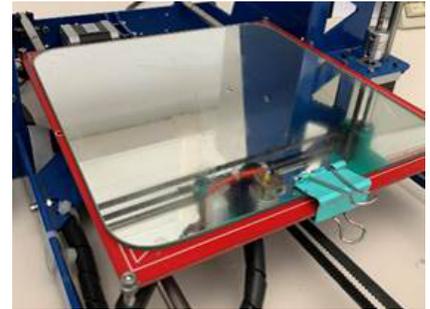


IMPRESSORA 3D

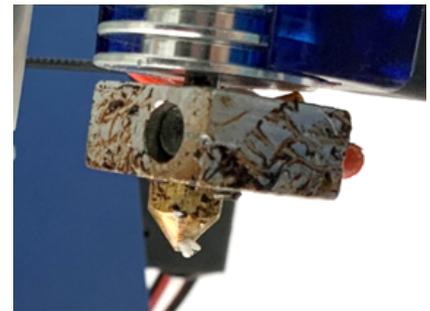
PEÇAS DE IMPRESSORA 3D



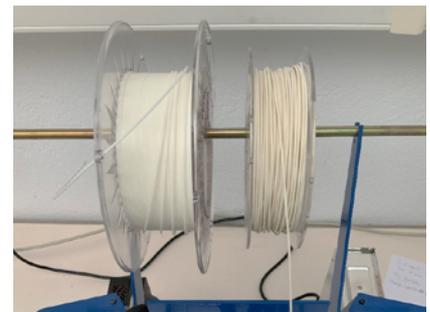
A. **Prato ou cama:** Onde a primeira camada é colada para criar o objeto. Que normalmente é revestida com laca para aumentar a adesão.



B. **Cabeça de extrusão:** Através da mesma a impressora derrete o filamento. Possui duas partes: o bocal e a engrenagem que empurram o filamento.



C. **Rolo de Filamento:** Existe uma grande variedade de rolos. No mercado podem-se encontrar em diferentes cores e tamanhos. Os mais comuns são PLA e ABS.



MATERIAL DE IMPRESSÃO 3D

Antes de se proceder à seleção do material de impressão devemos ter em conta de início qual o resultado que esperamos obter. Isto porque as propriedades do material irão influenciar os resultados de impressão e o subsequente processamento das partes.

- PLA:** O material com maior facilidade de impressão. É utilizado para manufaturar partes rígidas que se degradam com o tempo. Biodegradável.
- ABS:** Resiste a temperaturas elevadas e é mais duradouro.
- PET:** Tão forte e flexível como o ABS tem um acabamento lustroso. Pode contactar com a comida e não liberta fumos com odor quando derretido.
- PETG:** Adequado para contacto com comida. Permite uma melhor impressão 3D com elevada transparência.



PASSOS DE IMPRESSÃO 3D

1. Proposição da ideia que responde às necessidades do estudante.
2. Design e desenvolvimento das partes 3D em CAD (design auxiliado por computador).
3. Quando as partes estiverem prontas, exportar o ficheiro CAD para o formato STL (utilizado para o design auxiliado por computador e que define a geometria dos objetos 3D).
4. Abrir o ficheiro STL com um programa de laminação, por exemplo, Ultimaker Cura.
5. No programa definimos as instruções de impressão (substratos, densidade de preenchimento, altura da camada, velocidade de impressão, temperatura de impressão, etc.).
6. Gerar um código -G e guardá-lo num dispositivo de armazenamento que reconheça a impressora que será utilizada, ex.: pen USB. O código-G é uma linguagem de impressão padrão utilizada por muitas impressoras 3D.
7. Inserir o dispositivo de armazenamento na impressora.
8. Ligar a impressora e verificar que está calibrada e que possui filamento suficiente para a impressão.
9. Clicar em imprimir.

