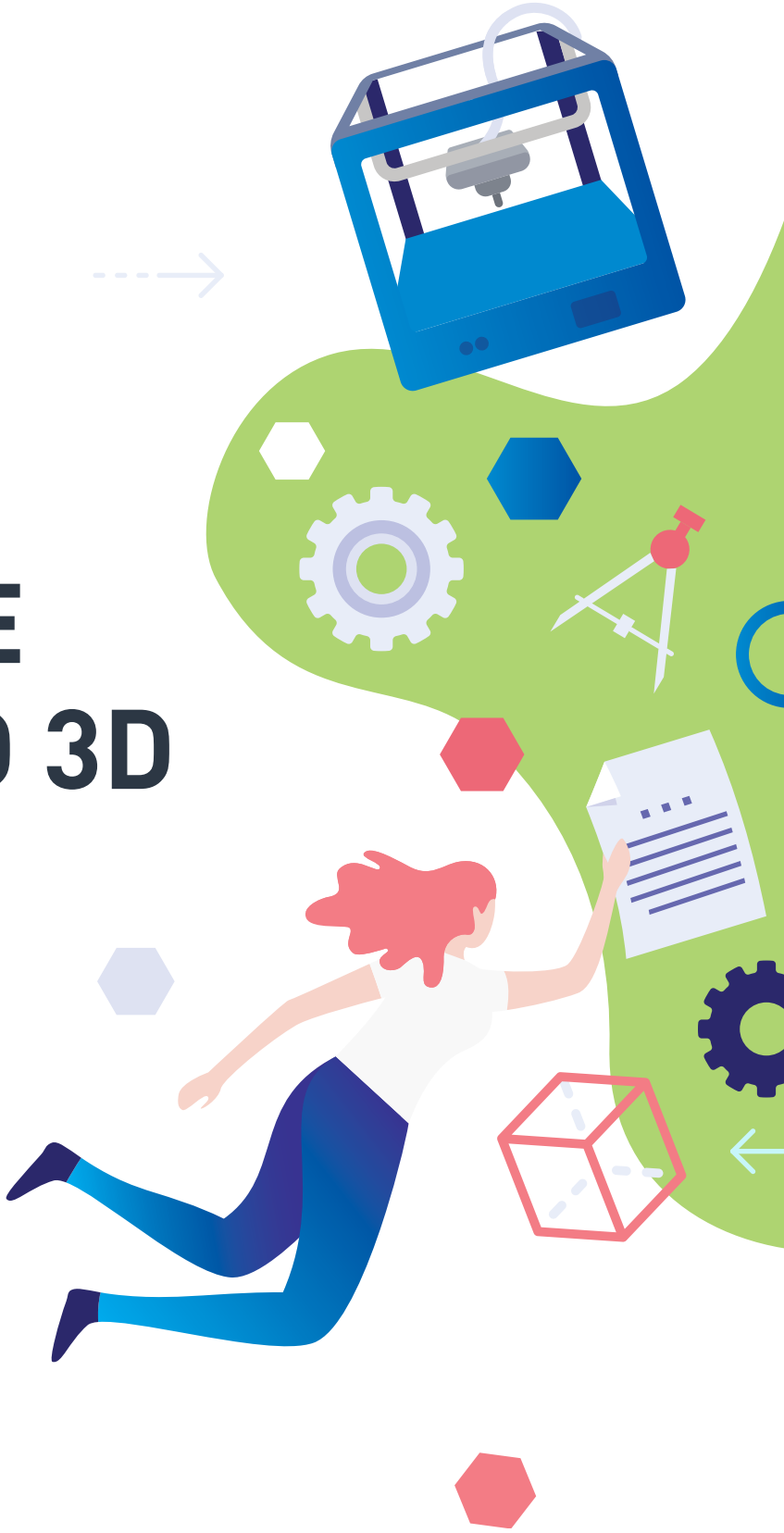
INOVLABS
Portugal

PREPARING OUR KIDS
FOR THE FUTURE



# MANUAL DE IMPRESSÃO 3D

Science
Technology
Engineering
Mathematics

Rua do Grilo 135, 1950-144 Lisboa – Portugal
Tel +351 966 560 046
info@inovlabs.com

**www.inovlabs.com**

# INTRODUÇÃO

NO PRIMEIRO CAPÍTULO DESTE MANUAL, FICARÁS COM UMA VISÃO GLOBAL DA IMPRESSÃO 3D, ASSIM COMO O PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D.

O OBJETIVO DESTE CAPÍTULO É FORNECER OS CONHECIMENTOS ESSENCIAIS SOBRE IMPRESSÃO 3D.

# ÍNDICE:

## 01 INTRODUÇÃO À IMPRESSÃO 3D

1. Tipos de impressão 3D
2. Porquê a que impressão 3D?
3. Noções básicas da impressão 3D
4. Usos na indústria
5. Impressão 3D na sala de aula
6. Impressão 3D por assunto

## 02 ARQUIVOS IMPRIMÍVEIS EM 3D

1. Acesso a modelos 3D na internet
2. Concelhos para descarregamento online
3. Software CAD
4. Opções CAD para escolas
5. Considerações sobre o projeto
6. Digitalização 3D
7. Como funciona a digitalização 3D
8. Considerações sobre digitalização
9. Aplicações para de digitalização em 3D
10. Digitalização em 3D na sala de aula

# ÍNDICE:


## 03 PREPARAR FICHEIROS PARA IMPRESSÃO 3D

1. Orientação do modelo
2. Material de suporte
3. Adesão da cama de impressão 025
4. Resolução 026
5. Preenchimento - Infill
6. Velocidade / temperatura de impressão
7. Calibração

## 04 SUGESTÕES DE IMPRESSÃO 3D PARA A SALA DE AULA

1. Cálculo de custos de filamentos
2. Dicas da sala de aula para cálculo de custos
3. Gestão do tempo de impressão
4. Dicas gerais da sala de aula

## 05 INTEGRANDO A IMPRESSÃO 3D NO CURRÍCULO

1. Braille para impressão 3D
2. Um modelo de contorno 3D
3. Gráfico de população 3D
4. Moléculas de impressão 3D
5. Projetar uma caneta imprimível em 3D
6. Dragster alimentado por balão
7. Um Obelisco Egípcio
8. Cria o teu  próprio pião
9. Cria o teu próprio apito

# 01

# INTRODUÇÃO À IMPRESSÃO 3D

# **MÓDULO 1**: Introdução à impressão 3D

## 1. Introdução à impressão 3D

A impressão 3D é um processo de fabricação em camadas sucessivas de material que são dispostas umas sobre as outras num processo aditivo. Embora a impressão 3D seja frequentemente mencionada como uma nova tecnologia, ela já existe há mais de 30 anos. Há cerca de 8 anos, as patentes de impressão 3D começaram a expirar e a impressão 3D massificou-se para o público geral. O ponto de referência para sua adoção comercial veio de um projeto de código aberto, RepRap (uma iniciativa de impressão 3D com o objetivo de criar impressoras 3D auto-replicantes e de baixo custo). Sendo de código aberto, todos os arquivos estavam disponíveis online gratuitamente e, nos anos seguintes, vimos um grande número de startups a criar as suas próprias impressoras 3D, inspiradas no projeto RepRap.

# Vamos então ver as etapas necessárias no processo típico de impressão 3D:

**1. Modelo 3D**

Tudo começa com um modelo digital 3D. Existem centenas de softwares que permitem modelar em 3D. Alguns gratuitos e excelentes para educação como o SketchUp, o TinkerCad e o Fusion 360.

**2. Corte**

O ficheiro de um modelo 3D (normalmente um arquivo STL) é dividido em camadas muito finas num programa de software chamado *slicer*. O output do *slicer* é um código que informa à impressora 3D como mover e depositar o material..

**3. Impressão 3D**

Depois do código ser carregado pela impressora 3D, ele inicia o processo de produção. Cada camada é criada até que o modelo esteja completo. Isso pode levar minutos ou horas, dependendo do tamanho e complexidade do modelo.

**4. Pós-processamento**

Dependendo do tipo de impressora 3D e do ficheiro do modelo que você imprime, pode haver um requisito para algum pós-processamento da informação. Exemplos incluem a remoção de material de suporte, limpeza e polimento.

# **MÓDULO 1**: Introdução à impressão 3D

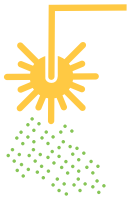
## 2. Tipos de impressão 3

Existem vários tipos de impressoras 3D que funcionam usando diferentes tecnologias e materiais. No entanto, todas as impressoras 3D têm algo em comum - todas elas constroem um objeto camada por camada. Vamos aprender 4 métodos populares de impressão 3D:

**1. FFF** *(Fused Filament Fabrication)*
Este é o tipo mais popular de impressora 3D destinada à educação. Funciona derretendo filamentos de plástico e depositando-os em uma cama de impressão, em que estes solidificam. Camadas adicionais são impressas umas sobre as outras até que o modelo esteja completo. Os tipos de plástico incluem PLA, ABS e compósitos que combinam plástico com madeira, cobre, bronze entre outros.



**2. SLA/DLP** *(Stereolithography/Digital Light Processing)*
As máquinas SLA / DLP utilizam fontes de luz para solidificar um fotopolímero líquido. Uma cama de impressão é submersa em resina a luz é usada para solidificar certas áreas. Depois que uma camada solidificar, retira-se a base de impressão, permitindo que a luz solidifique a próxima camada.



**3. SLS** *(Selective Laser Sintering)*
A sinterização seletiva a laser funciona de maneira semelhante às tecnologias SLA / DLP, mas a fonte de luz (laser) é usada para fundir o material em pó. O material mais comum para impressoras SLS é o nylon.

**4. Impressão a jacto** *(Material Jetting)*
O processo de impressão por jato de tinta foi o que popularizou o termo Impressão 3D, devido à similaridade com o processo de impressão em papel. A Impressão 3D por jato de tinta foi inicialmente desenvolvida pela empresa *Objet* e batizada como tecnologia *PolyJet*. O princípio da *PolyJet* é utilizar um sistema tipo jato de tinta para depositar a resina fotocurável em pequenas gotas sobre uma bandeja e, imediatamente após a deposição, lançar uma luz UV para a cura da camada. Este processo pode utilizar diferentes materiais e cores, incluindo a mistura de matérias para obter diferentes texturas, tons e propriedades mecânicas. O material suporte é solúvel e pode ser removido com um jato de solução solvente.

# **MÓDULO 1**: Introdução à impressão 3D

## 3. Porquê a impressão 3D?

**1. Menos desperdício**
Na fabricação tradicional "subtrativa", um bloco de material é cortado para criar um objeto, o que pode resultar em 90% de resíduos. Como a impressão 3D usa um processo aditivo, pouco ou nenhum material é desperdiçado.

**2. Personalização**
Produtos como canetas, capas para smartphone, etc. são criados nas linhas de montagem porque é mais econômico produzi-los dessa forma. Com a impressão 3D, cada projeto pode ser diferente e não há custos adicionais com ferramentas ou montagem.

**3. Geometrias Complexas**
As técnicas de fabricação subtrativa têm limitações na geometria dos produtos. As máquinas simplesmente não podem cortar ou fresar certos padrões, mas com a impressão 3D, essas limitações não existem.

**4. Prototipagem eficiente**
Imagine poder projetar um modelo conceptual e ter um protótipo em questão de horas. A impressão 3D permite isso com apenas uma fração do custo da criação de protótipos através dos métodos tradicionais.

## 4. Limitações na Impressão 3D

**1. Velocidade para grandes produções**

A impressão 3D é uma ótima ferramenta para obter protótipos em pequena escala, porque não é necessária nenhuma configuração. Para produção em larga escala, produção em massa, a impressão 3D não é uma opção viável devido à velocidade do processo de impressão ser tendencialmente lenta.

**2. Custo para produção em larga escala**

Na manufatura tradicional, o custo de produção diminui com a quantidade de produtos fabricados. Com a impressão 3D, não é o caso, porque o custo é baseado no uso do material. Portanto, produzir em massa pode ser bastante dispendioso

**3. Materiais**

Mais e novos materiais estão a ser disponibilizados para impressoras 3D, mas ainda há um longo caminho a percorrer até que haja um grande número de opções disponíveis pelos métodos tradicionais.

**4. Precisão**

Em algumas indústrias, como a engenharia automóvel, pequenos componentes exigem muita precisão. Embora as impressoras 3D possam ser precisas até cerca de 10 mícrons, os métodos subtrativos podem ainda assegurar uma melhor precisão.

## 5. Utilização na indústria

**Arquitetura**

Normalmente, os arquitetos passam dias a criar modelos físicos para clarificar melhor os seus projetos aos clientes. Utilizando a tecnologia moderna, eles podem usar os seus modelos CAD para criar rapidamente um modelo 3D e imprimí-lo em 3D. Além de economizar tempo, geometrias complexas, que não podem ser modeladas manualmente, podem assim ser produzidas com eficiência e a baixo custo.

**Protéticos**

O incrível projeto e-NABLE usa as impressoras 3D para criar próteses personalizadas para crianças e a um custo de produção muito baixo, na ordem dos €50. Ser uma opção de baixo custo beneficia especialmente as crianças, porque elas crescem rapidamente além das suas próteses. A impressão 3D permite que as crianças escolham opções personalizadas para suas próteses, como desenhos de super-heróis!

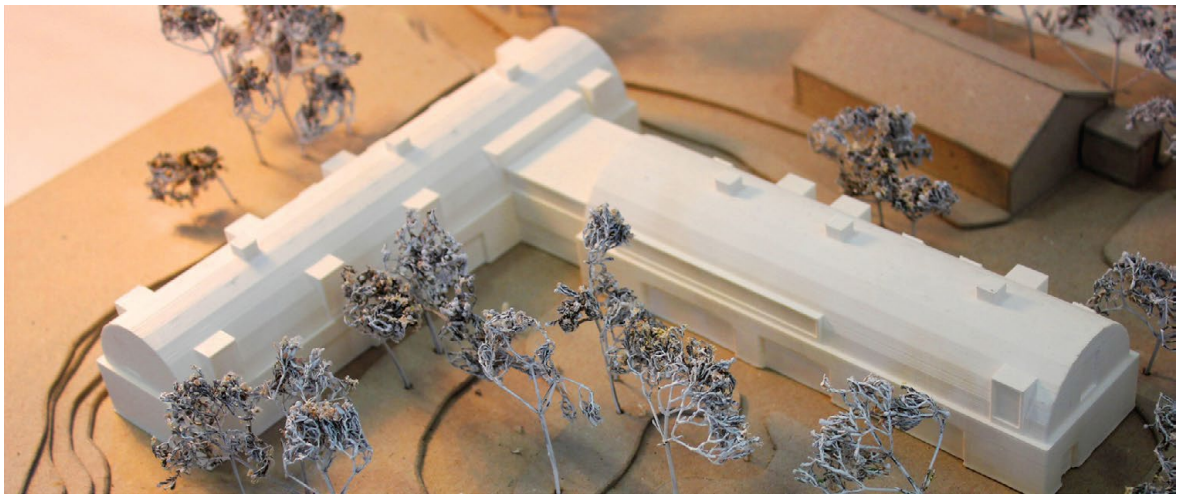
**Médico**

Um dos principais benefícios da impressão 3D é a capacidade de personalizar objetos. O setor médico está a aproveitar essa vertente de várias formas e uma área de destaque é a dos aparelhos auditivos. O processo começa com uma digitalização 3D da orelha do paciente, o que garante uma impressão 3D precisa e posteriormente um encaixe perfeito para um paciente específico.

**Dental**

Combinado às tecnologias de digitalização 3D, os dentistas podem agora imprimir moldes em 3D, como modelos 3D como recursos visuais de estudo, pontes, coroas, protetores e muito mais. A impressão 3D elimina a necessidade de tarefas manuais, economizando semanas de trabalho, da mesma forma que os aparelhos auditivos, cada produto é adaptado com precisão ao paciente. Existem muitas impressoras 3D projetadas especificamente para dentistas.

## 5. Utilização na indústria



**Design de produto**

A impressão 3D permite aos designers de produto/industriais criarem protótipos em poucas horas, em vez de semanas por meio de métodos tradicionais. O custo para criar um protótipo pode exceder aos 10.000€ quando consideramos o uso de ferramentas necessárias para processos como moldagem por injeção. Com a impressão 3D, os protótipos podem ser alcançados por uma fração dos custos.

**Aeroespacial**

A impressão 3D para fins aeroespaciais permite a criação de geometrias complexas, sem desperdício de material e sem necessidade de ferramentas. Isso resulta em peças funcionais inovadoras e milhões de Euros economizados. A *GE Aviation* começou a testar o maior motor a jato já construído. Diz-se que o mecanismo é mais eficiente, avançado e poderoso devido a seus componentes impressos em 3D.

***Hobbyistas***

Neste momento, algumas impressoras 3D já podem ser adquiridas por menos de 500€, o que desperta o interesse de muitos entusiastas. Desde personagens de BD impressos em 3D a objetos funcionais para a casa, vemos uma infinidade de entusiastas entrarem no "movimento Maker". Muitos especialistas desta área preveem que nos próximos dez anos, a maioria das casas terá uma impressora 3D..

## 6. Impressão 3D na sala de aula

A indústria de impressão 3D deve ascender aos 20 mil milhões de Euros até 2020, e as despesas de impressão em 3D em educação deverão crescer cerca 500 milhões em 2019. Mas qual é a relevância da grande escala enquanto professor? Esses fatos são importantes porque terão um efeito direto nos próprios alunos. Como já constatou na página anterior, a impressão 3D está a causar um grande impacto transversal em vários setores da economia. A tecnologia da impressão 3D vai ser disjuntor tanto no processo de design assim como na cadeia abastecimento que conhecemos aos dias de hoje.

Para que tal aconteça, é essencial que os alunos estejam preparados para os desafios do futuro, cada vez mais presente. Nos próximos 5 a 10 anos, começaremos a ver mais avanços, principalmente nos materiais, software e velocidade de impressão. Estes avanços serão a causa do que foi descrito como a próxima "revolução industrial" e as pessoas que lideram esta revolução serão as que estão atualmente na educação.
Além de preparar os alunos para suas futuras carreiras, a impressão 3D revoluciona a maneira como os alunos se envolvem na sala de aula.

## 6. Impressão 3D na sala de aula

O facto de a tecnologia da impressão 3D ainda precisar de ser desenvolvida é realmente vantajosa - porquê? Porque capacita os alunos a resolver problemas e a aprender verdadeiramente os meandros de como esta emocionante tecnologia funciona. Uma das perguntas que fazemos atualmente é "o que posso fazer com uma impressora 3D?" - e geralmente respondemos a essa pergunta com "o quê que não conseguimos fazer com uma impressora 3D!".

Muitas pessoas acreditam que uma impressora 3D pertence a uma sala de aula de Desenho Técnico, mas o que elas não sabem é que a impressão 3D está a ter um enorme impacto em todas as áreas da educação. Vejamos a exploração de fósseis por exemplo, que melhor maneira de ensinar do que exemplos de impressão em 3D para que os alunos possam examinar com todo o detalhe, reter e compreender. A física é outro exemplo, em que os alunos podem imprimir os seus próprios modelos de barcos, alguns ocos e outros sólidos, para experimentar o que flutua, o que não e porquê.

**Existe uma enorme variedade de oportunidades na impressão 3D e acreditamos que te podemos ajudar nesta caminhada!**

## 7. Impressão 3D na Escola

**Matemáticas**

Modelos de equações e volumes podem ser impressos em 3D para ajudar os alunos possam entender melhor a matemática e as suas aplicações na vida real. Imagine imprimir a espiral de Fibonacci com a possibilidade de os alunos observarem e mexer!

**História**

Ajuda os alunos a entenderem como era viver em várias épocas com réplicas de artefactos e estátuas impressos em 3D. Existem centenas disponíveis em sites como o *Thingiverse* e o *YouMagine*..

**Geografia**

Entender a topografia em mapas 2D pode ser extremamente difícil, porque não recriá-los em 3D?. A imagem abaixo mostra um projeto em que os alunos projetam e imprimem em 3D um modelo do Monte Evereste.

**Ciência**

Explora a densidade, massa, velocidade, através de objetos desenhados e impressos especificamente para esse fim. Os alunos podem modelar objetos como barcos movidos a balões, foguetes e carros movidos a elástico. É uma maneira de envolvê-los completamente desde o design até à resolução de problemas!!

## 7. Impressão 3D na Escola

**Tecnologia do Design**
Combina materiais tradicionais como a madeira com a impressão 3D, esta é uma das várias formas inovadoras de criar um produto. A imagem acima mostra uma aula em que os alunos fazem um banco para uma oficina com conectores impressos em 3D.

**Engenharia**
A prototipagem é uma grande parte de qualquer processo de engenharia. Com a impressão 3D, os alunos podem dar vida às suas ideias e alavancar os seus projetos de forma a obter melhores resultados.

**Arte**
A impressão 3D permite criar formas artísticas complicadas que não podem ser reproduzidas usando outros métodos tradicionais, permitindo o uso de formas inovadoras para os alunos explorarem.

**Tecnologia de Alimentar**
Moldes e cortadores de biscoitos são uma ótima maneira de envolver os alunos enquanto se ensinam novas formas de design. Neste momento começamos a ver uma variedade de impressoras específicas na área alimentar, como impressoras 3D de chocolate

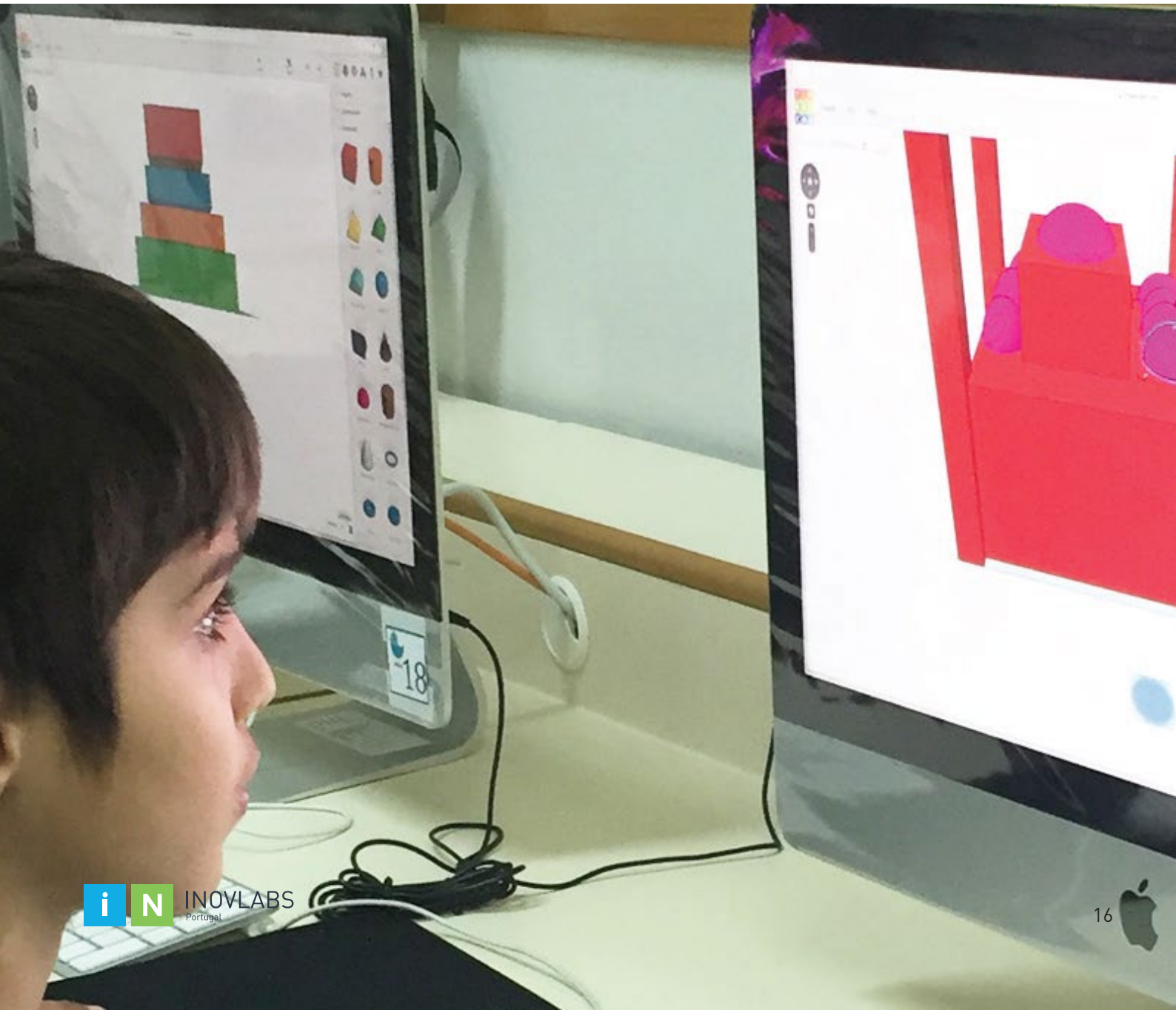
# 02

# COMO OBTER FICHEIROS DE MODELOS 3D

# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 1. Como obter ficheiros em 3D

Agora que já obtiveste  algnsm conhecimentos básicos, vamos ver realmente como obtemos um ficheiro para imprimir um modelo  3D. Existem várias formas de o fazer. Neste capítulo, vamos aprender a descarregar este tipo de ficheiros pré-modulados para impressão, assim como a criar novos ficheiros em software de modelação e digitalização de objetos físicos em 3D.



# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 2. Descarregamento online de modelos 3D

A maneira mais fácil de obter um arquivo para impressão 3D é fazer o download de arquivos pré-modulados. Basta aceder a um dos sites que indicamos e terá centenas de modelos gratuitos, disponíveis para download. O tipo de ficheiro para impressão 3D mais comum é conhecido como STL. Após o download, poderá editar os STLs no software que vem com a impressora 3D, onde selecionará vários parâmetros antes de iniciar o processo de fatiamento (*slicing*) do modelo e enviá-lo para a impressora 3D.

**1. Modelo 3D**
Tudo começa com um modelo digital 3D. Existem centenas de softwares que permitem modelar em 3D. Alguns gratuitos e adequados para educação como são o: *SketchUp*, *TinkerCad* e *Fusion 360*.

**2. Corte**
O ficheiro de um modelo 3D (normalmente um arquivo STL) é dividido em camadas muito finas, utilizando um programa de software chamado *slicer*. O output do *slicer* é um código que contém a informação para a impressora 3D se mover e depositar o material.

**3. Impressão 3D**
Depois do código ser carregado pela impressora 3D, é iniciado o processo de produção. Cada camada é criada até que o modelo esteja completo. Isso pode levar minutos ou horas, dependendo do tamanho e complexidade do modelo.

**4. Pós-processamento**
Dependendo do tipo de impressora 3D e do ficheiro do modelo que se imprime, pode haver um requisito para algum pós-processamento da informação. Exemplos incluem a remoção de material de suporte, limpeza, polimento ou pintura.

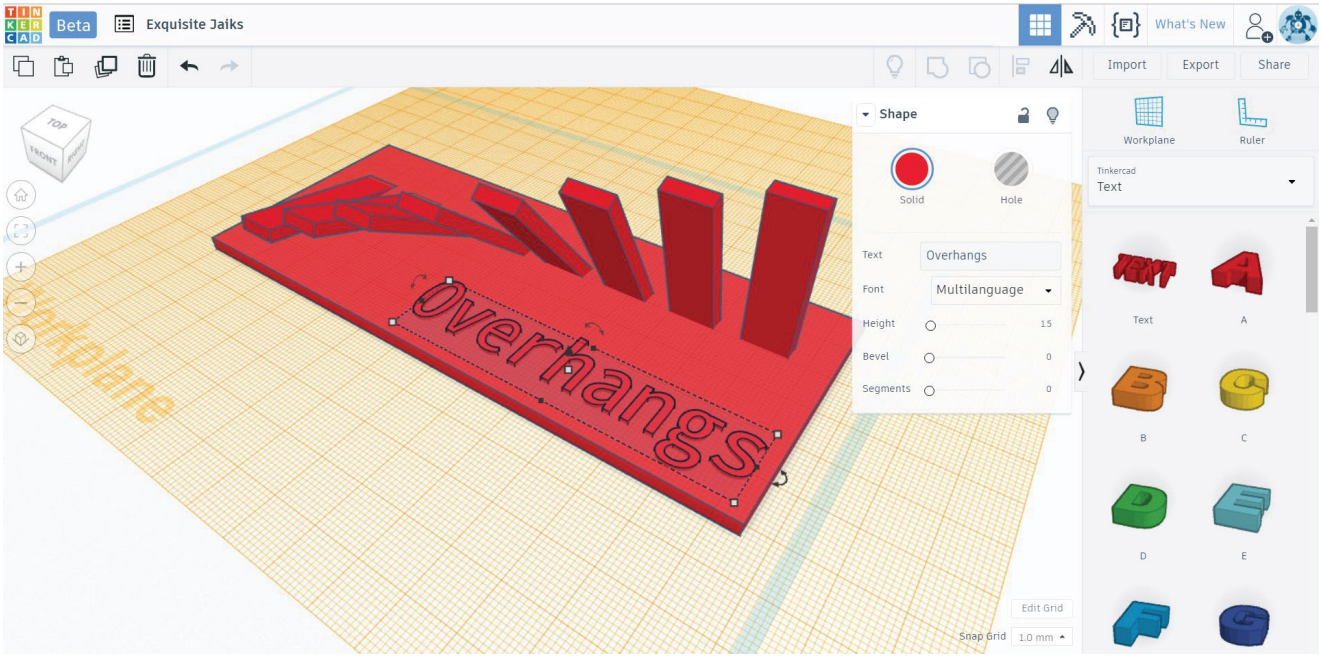
# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 3. CAD Software

CAD significa Computer-Aided Design Software (Software de desenho assistido por computador) e refere-se a software de modelação ou representação de objetos físicos.Eles podem ser 2D ou3D, sendo que a maioria dos ficheiros para impressão 3D são criados com software CAD.

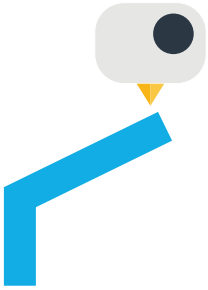
O CAD foi inventado nos anos 60 e ao longo dos anos tem substituiu os métodos de desenho manual devido à sua velocidade, precisão e capacidade de fazer alterações facilmente.

O CAD é usado em várias indústrias, como arquitetura, engenharia, animação, medicina, design de produto, educação,  entre outros. Nos últimos anos, o software CAD tornou-se extremamente acessível e atualmente existem muitos programas gratuitos e disponíveis para download. Além de gratuito, houve um aumento na disponibilidade de pacotes de software adequados para pessoas sem experiência, nomeadamente crianças e jovens.



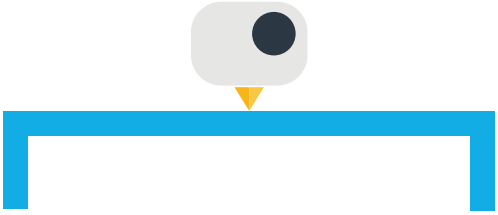
## 4. Aspetos em ter em conta

Existem vários aspetos na modelação 3D que devem considerados para a impressão 3D. As impressoras 3D têm as suas limitações e é importante destacá-las na sala de aula. Vamos explorar alguns desse aspetos para as impressoras 3D FFF.



**1.** ***Overhangs***

As impressoras 3D FFF exigem pelo menos uma superfície ou camada parcial para serem impressas, portanto, podem surgir alguns problemas ao imprimir recursos pendentes acentuados. Quanto maior o ângulo de projeção, menor a qualidade da superfície impressa.



**2.** ***Bridging***

*Bridging* é um termo que se refere ao plástico que precisa ser extrudido entre dois pontos sem qualquer suporte de base. Para pontes maiores, talvez seja necessário adicionar estruturas de suporte, mas as pontes curtas normalmente podem ser impressas sem suporte para economizar material e tempo de impressão. Para obter os melhores resultados da ponte, precisa de certificar-se de que sua impressora está devidamente calibrada com as melhores configurações para estes segmentos especiais.

**3.** ***Suporte***

Para o ajudar com o *Overhangs* e o *Bridging*, o material de suporte pode ser gerado pela maioria dos cortadores. Esta é uma estrutura temporária que é removida após a impressão, mas a qualidade da superfície geralmente fica comprometida

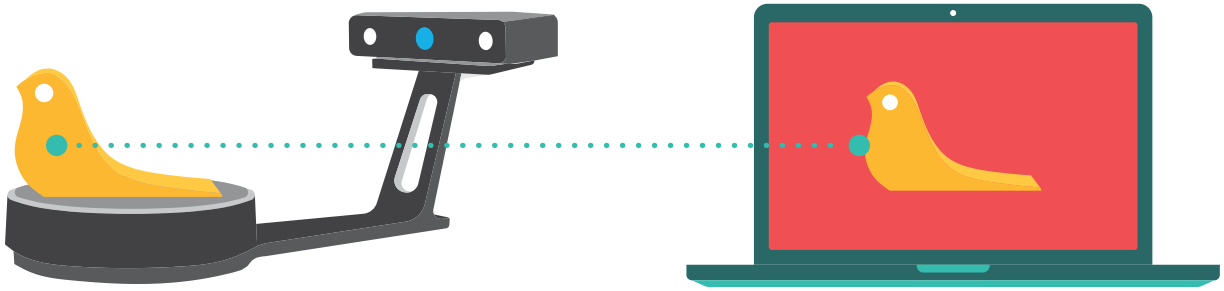
# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

### 5. Digitalização 3D

A digitalização 3D é o processo de recolha de dados 3D, forma e aspeto, de um objeto. Um *scanner* 3D pode transformar objetos físicos em modelos 3D digitais!

A digitalização 3D abre um leque de oportunidades que incluem:

- Preservação de artefactos;
- Capacidade de recriar modelos numa ampla gama de materiais;
- Inspeção precisa de objetos (por exemplo, medições precisas de distâncias e superfícies);
- Design e modelação de produtos personalizados (por exemplo, próteses que se encaixam perfeitamente num paciente).

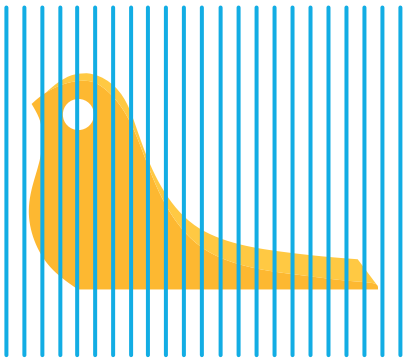


**Ao apresentar aos alunos a digitalização 3D num estágio tão inicial, pode facilmente obter arquivos 3D e, mais adiante, pode desenvolver aulas sobre a edição de digitalizações 3D para aplicações na vida real.**

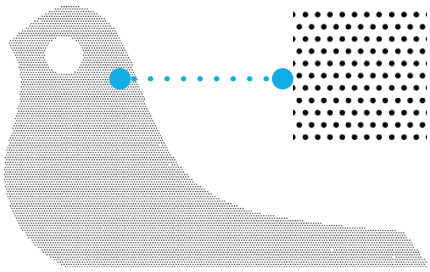
# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 6. Como funciona a digitalização 3D

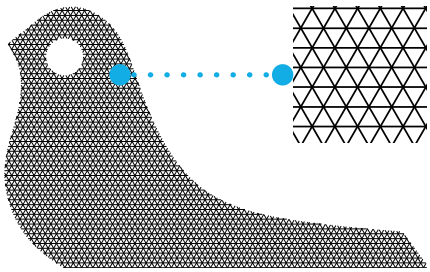
Existem vários tipos de *scanners* 3D; alguns usam tecnologia laser, outros tiram fotos em torno de um objeto, sendo que neste manual, vamos analisar a digitalização 3D com luz estruturada. Acreditamos que a digitalização 3D com luz estruturada é a mais adequada para a sala de aula, pois é uma fonte de luz completamente segura, em oposição à tecnologia laser que pode ser prejudicial aos olhos.



Os *scanners* de luz estruturada projetam um padrão no objeto. As câmaras embutidas medem a superfície do padrão e, através da triangulação, podem determinar o ângulo e a distância do objeto a partir do scanner 3D.



O resultado é algo apelidado de nuvem de pontos (*point cloud*). Uma nuvem de pontos é um conjunto de pontos criados por um scanner 3D. Não pode ser impresso em 3D porque não há superfícies, apenas pequenos pontos num espaço tridimensional.



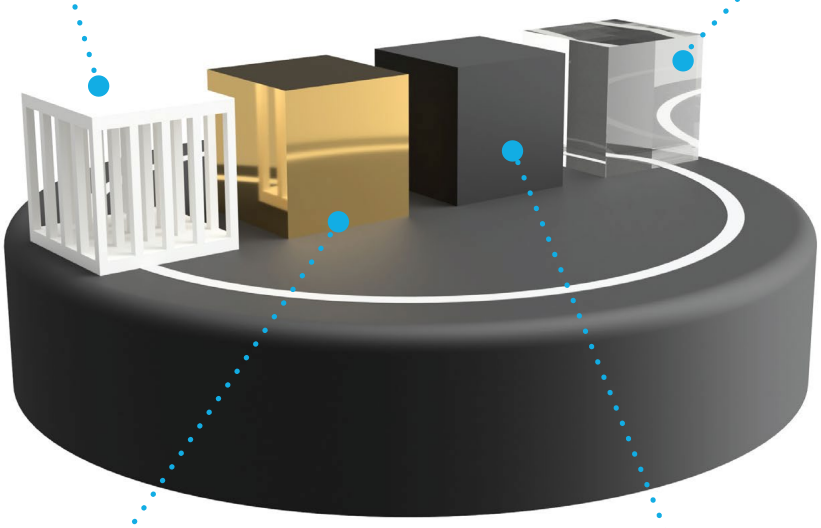
Os modelos precisam ser estanques para serem impressos em 3D. A maioria dos softwares de digitalização 3D pode converter facilmente uma nuvem de pontos num ficheiro STL imprimível em 3D. O software unirá essencialmente todos os pontos na nuvem de pontos para criar uma superfície sólida.

## 7. Considerações sobre digitalização 3D

É importante perceber que existem certas limitações em todos os scanners baseados em luz. O diagrama mostra os diferentes objetos que podem ser difíceis de digitalizar:

**Geometrias internas complexas**
O projetor e as câmaras devem ter uma linha de visão direta sobre a superfície para gravar dados a partir dele. Portanto, modelos com geometrias internas complexas ou furos profundos são difíceis de digitalizar.

**Objetos transparentes / translúcidos**
Quando a luz e o padrão do projetor atingir um objeto transparente ou translúcido, ele passará pela superfície. Portanto, quaisquer dados gravados pelas câmaras serão imprecisos. Uma forma de preparar modelos transparentes/ translúcidos é borrifá-los com tinta branca temporária ou cobri-los com pó branco.



**Objetos brilhantes**
Quando a luz e o padrão do projetor atingem uma superfície brilhante, ela reflete - isso também causa imprecisões. Da mesma forma que os objetos transparentes, os objetos brilhantes podem ser preparados para a digitalização 3D aplicando tinta branca ou pó.

**Objetos muito escuros / pretos**
Quando a luz e o padrão do projetor atingirem uma superfície muito escura, esta será absorvida. É improvável que o scanner obtenha muitos dados de um objeto preto. Novamente, eles podem ser preparados com tinta branca ou pó.

# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 8. Digitalização 3D e as suas aplicações

É importante perceber que existem certas limitações em todos os scanners baseados em luz. O diagrama mostra os diferentes objetos que podem ser difíceis de digitalizar:

**Museus**
A digitalização 3D está a ser amplamente utilizada em museus. Cópias perfeitamente idênticas, ricamente detalhadas e fieis à escala de um artefacto antigo ou de uma escultura também representam uma oportunidade, não apenas para preservar, mas para ensinar e permitir que os interessados se envolvam sem arriscar danos a um objeção inestimável.

**Medicina / Saúde**
A digitalização 3D permite o design e a produção de um membro protético medido com uma precisão notável, o que significa conforto máximo, mobilidade e redução da dor. Juntamente com a impressão 3D, esse processo consome uma fração do tempo e do custo dos métodos tradicionalmente usados.

**Engenharia**
Outra área com um enorme potencial para a digitalização 3D é a engenharia. A capacidade de digitalizar qualquer objeto e, em seguida, usar o CAD para modificações, torna a engenharia reversa e a prototipagem rápida num processo extremamente simplificado. Medições detalhadas podem ser realizadas e a investigação das suas propriedades mecânicas é simplificada.

**Ciência / Pesquisa**
Pesquisadores da Universidade de Drexel começaram recentemente a digitalização em 3D e a impressão de fósseis de dinossauros assim como a construção das suas próprias réplicas robóticas em escala reduzida. O objetivo é ver como os ossos dos dinossauros interagem entre si para criar movimento e responder ao stress ambiental.

# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

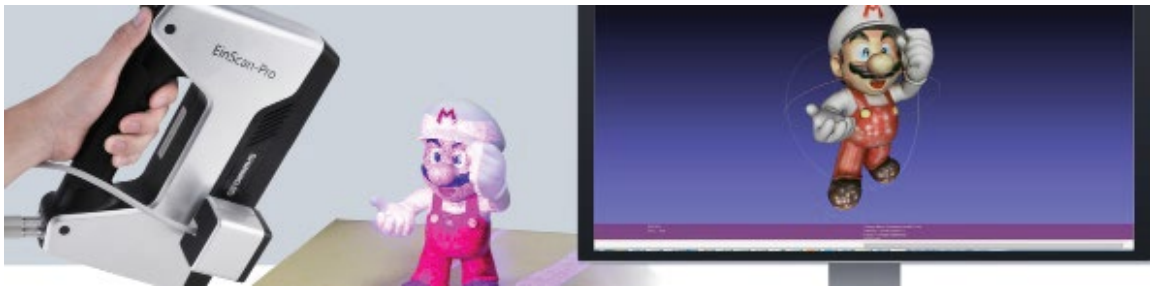
## 8. Digitalização 3D e suas aplicações

**Arquitetura**
A capacidade de digitalizar e analisar edifícios com grande detalhe faz da digitalização 3D uma proposta extremamente atraente ao realizar pesquisas arquitetónicas. A digitalização 3D fornece ao utilizador medições extremamente precisas e a capacidade de utilizar, visualizar e modificar totalmente os dados em CAD.

**Design**
À medida que continuamos a modelar e desenvolver materiais mais eficazes para uma variedade de propósitos, geralmente procuramos imitar materiais presentes na natureza pelas suas propriedades, sejam elas estruturas de plantas ou de fósseis. Que melhor maneira de estudar esses arranjos complexos e criar um design através da digitalização e do estudo em alta resolução.

**Digitalização de corpo inteiro**
Como não há dois corpos humanos exatamente iguais, qual o melhor assunto a ser usado ao criar um modelo 3D exclusivo. Existem inúmeros serviços abertos em todo o mundo que permitem ao usuário digitalizar em 3D e levar para casa a sua réplica impressa em 3D.

**Realidade Virtual / Animação**
Os criadores de jogos criam personagens de jogos com a digitalização 3D há já algum tempo, no entanto, à medida que a facilidade do uso e as acessibilidades melhoram, os criadores de jogos podem usar a digitalização 3D para proporcionar aos jogadores uma melhor experiência do jogador.



# **MÓDULO 2**: Como obter ficheiros de modelos 3D

## 9. A Digitalização 3D na sala de aula

A digitalização 3D é uma maneira incrível de obter facilmente arquivos para impressão 3D. Uma opção popular entre os professores é a de realizar uma série de atividades práticas em que os alunos criam modelos com argila ou plasticina. Esses objetos podem ser colocados num scanner 3D rotativo que fornecerá uma saída imprimível em 3D (arquivo STL).

Os arquivos STL podem ser enviados diretamente para o software de fatiamento (*slicing*) da impressora 3D, onde poderá explorar uma variedade de opções antes de imprimir em 3D.

## 10. Progresso da digitalização 3D na sala de aula

Conforme referido anteriormente, a digitalização 3D é excelente para obter ficheiros para impressão de objetos em 3D, mas o seu valor vai muito além disso. Depois que os alunos se familiarizarem com o processo de digitalização em 3D, poderá explicar técnicas mais avançadas que envolvem a modificação de digitalizações em 3D. Na imagem abaixo mostra-se uma caneta impressa em 3D.

A caneta foi criada por modelagem em argila antes da digitalização 3D. O software CAD foi usado para editar o modelo, para que um cartucho de tinta possa encaixar no centro da caneta quando impressa em 3D.

Esse processo de digitalização, edição e fabricação está a ser amplamente utilizado na indústria de design de produto. Ao apresentar aos alunos este processo num estágio inicial, eles criam uma relação com aplicações no mundo real - algo essencial para prepará-los para suas futuras carreiras.

# 03

# PREPARAR FICHEIROS PARA IMPRESSÃO 3D

# **MÓDULO 3**: Preparar ficheiros para Impressão 3D

## 1. Disposição do modelo na mesa de impressão

Depois de obter um ficheiro STL, o próximo passo é enviá-lo para o software de fatiamento (*slicing*) da sua impressora 3D. Com este software, podemos alterar vários parâmetros consoante os nossos requisitos. Neste capítulo, examinaremos algumas considerações e conselhos para te ajudar a preparar modelos para impressão 3D.

**Saliências excessivas (*overhang*)**
Se colocarmos o modelo do barco com a vela nesta posição, a qualidade da impressão será de baixa qualidade. Se reparar nas velas do barco e imaginar a impressora a imprimir esta secção, perceberá que a impressora está basicamente a imprimir no ar. Geralmente, quanto maior o ângulo o *overhang*, pior a qualidade da superfície de impressão.

**Má adesão à mesa de impressão**
Neste cenário, apenas uma fração do modelo está em contato com a base de impressão. O software pode gerar uma balsa (estrutura de base) para que ela seja impressa, mas é improvável que isso impeça a impressão de sair da cama durante a impressão. A boa adesão à cama é essencial para todas as impressões 3D e, para isso, é necessário que haja uma quantidade relativa de área superficial.

**Orientação correta**
Para o modelo do barco à vela, esta é a melhor orientação. Não existe *overhang* e há uma grande superfície plana a tocar na mesa de impressão.

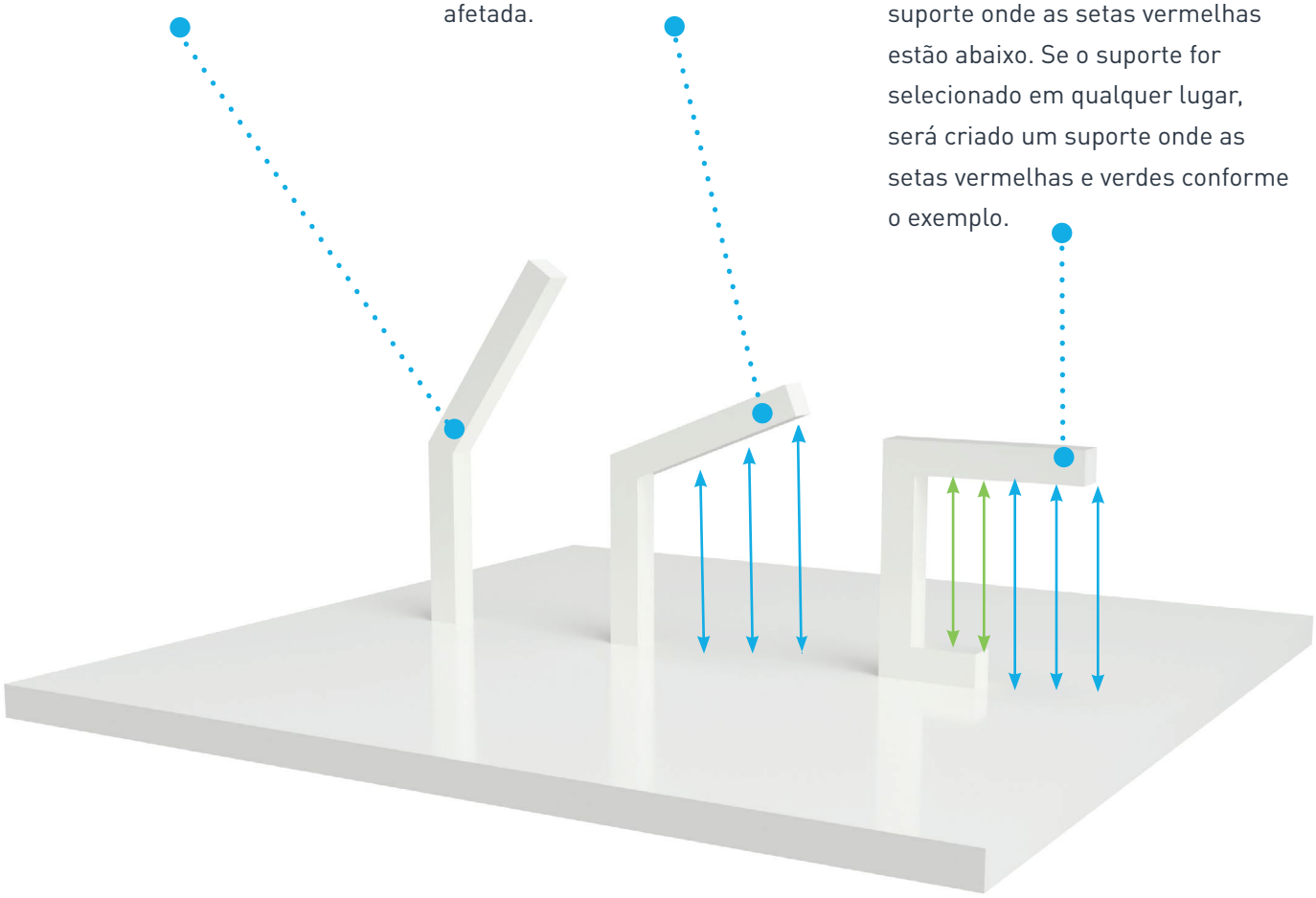
## 2. Limites do *overhang*

A maioria dos softwares de fatiamento consegue criar automaticamente uma 'estrutura de suporte'. A impressora cria uma estrutura temporária de linhas sob objetos em *overhang*, que são removidos quando a impressão é concluída. A estrutura temporária permite que as impressoras FFF imprimam saliências e pontes íngremes, mas a qualidade da superfície quando removida não será completamente suave. Algumas máquinas têm dois bicos que permitem imprimir um suporte num material solúvel, como o PVA, que se dissolve quando o modelo é submerso em água.

Neste exemplo o ângulo de *overhang* é inferior a 50 graus. Geralmente é aceitável e não compromete a qualidade da superfície; portanto, o suporte não é necessário.

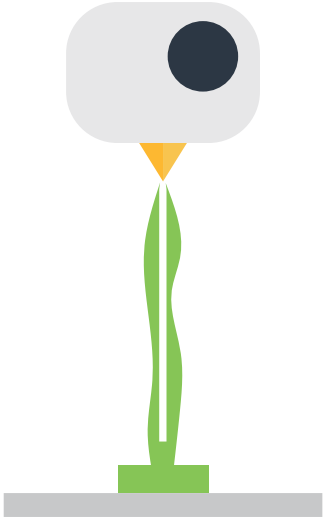
Como esse objeto possui um *overhang* acentuado, neste caso será necessário um material de suporte. Existe a possibilidade de imprimir sem suporte, mas a qualidade da superfície será afetada.

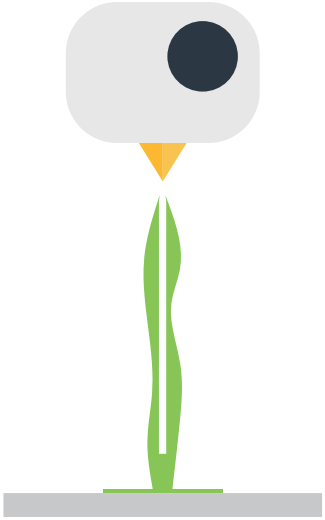
A maioria dos softwares de fatiamento tem a opção de criar um suporte apenas a partir da mesa de impressão ou  noutro ponto. Se apenas a mesa de impressão estiver selecionada, será criado um suporte onde as setas vermelhas estão abaixo. Se o suporte for selecionado em qualquer lugar, será criado um suporte onde as setas vermelhas e verdes conforme o exemplo.



### 3. Fixação do objecto à mesa de impressão

Na impressão 3D, um dos problemas mais comums é o da peça não aderir à mesa de impressão devido ao efeito de contração do plástico.
O Raft e o Brim são recursos fundamentais para uma impressão 3D perfeita! Quando o filamento não adere completamente à camada base podem ocorrer diversos problemas e nem sempre saltam à primeira vista ou acontecem logo no início da impressão 3D. Isso gera desperdício de filamento, dinheiro e tempo. Vejamos como esses recursos o podem ajudar a melhorar o seu processo de impressão.



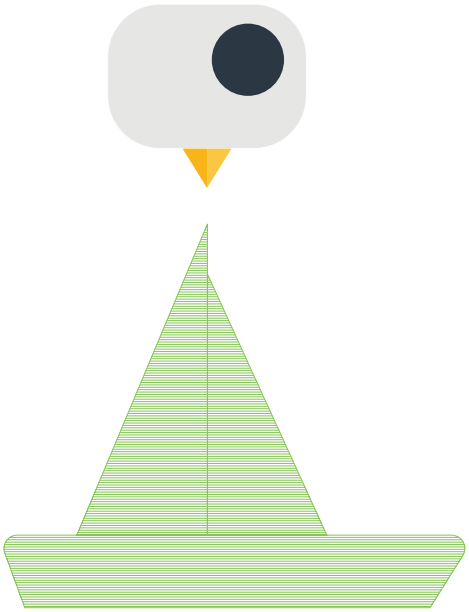


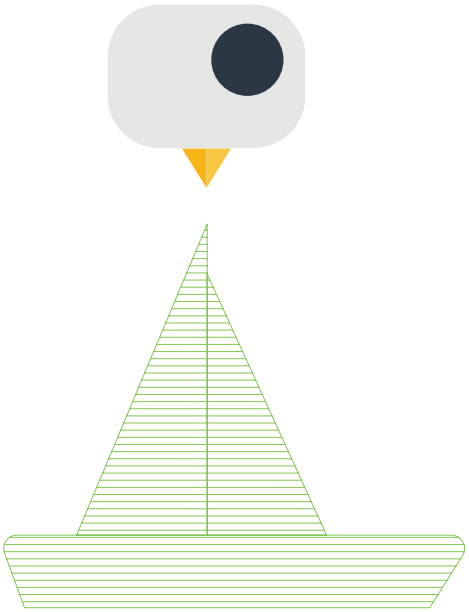
***Raft***
O *Raft* é uma camada horizontal descartável que fica sob a peça ao ser impressa. O objeto é impresso na parte superior desta camada. O *Raft* é composto por um número pré-determinado de camadas, com uma percentagem de preenchimento específica, que se estende até uma certa distância dos lados do objeto. Quando a impressão estiver concluída, basta retirar a peça do *Raft*.

***Brim***
O Brim é uma técnica que consiste em anexar umas bordas ao objeto que vamos imprimir. Normalmente, o objeto é impresso com uma quantidade maior de contornos para criar um grande anel em torno da peça proporcionando uma melhor aderência à superfície de impressão. Ao contrário do *Raft* que se estende sob a impressão o *Brim* cria apenas uma borda na impressão.

## 4. Resolução

A resolução em termos de impressão 3D refere-se geralmente à altura da camada. Geralmente, quanto menor a altura da camada, melhor a qualidade da superfície (resolução). No entanto, o uso de alturas de camada muito pequenas pode adicionar uma quantidade considerável de tempo ao processo de impressão. Ao imprimir na sala de aula, deve equilibrar a qualidade da impressão, mas tudo a seu tempo



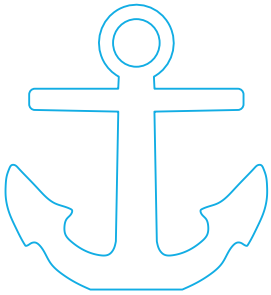


**Alta resolução**
As impressões de alta resolução geralmente têm alturas de camada entre 0,02 mm e 0,1 mm.
Muito importante, a resolução não é o único fator que afeta a qualidade da superfície. Outros fatores que afetam a qualidade da superfície incluem a velocidade de impressão, a temperatura do bico, a precisão x / y da sua impressora e o design da peça.

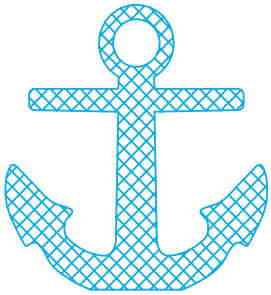
**Baixa Resolução**
As impressões de baixa resolução podem ter alturas de camada em torno de 0,3 mm. Estes tipos de impressões são as mais indicadas para a sala de aula porque o tempo de impressão reduz drasticamente. Uma coisa importante a mencionar é que, ao imprimir com camadas espessas, a velocidade de impressão pode precisar de ser reduzida.

## 5. *Infill* (preenchimento)

*Infill*, ou preenchimento, é toda a parte interna da sua impressão. A densidade varia de projeto para projeto e está associada diretamente à resistência, peso e duração do objeto impresso. O *infill* é extrudado em uma porcentagem e padrão designados e definidos no software de fatiamento. Esta é uma das configurações mais importantes no processo de criação de um projeto na impressora 3D, pois é o que define a quantidade de plástico que ficará dentro do objeto impresso. Uma densidade de preenchimento mais alta significa que há mais plástico no interior da sua impressão, fazendo com que o objeto seja mais forte. De um modo geral, quanto maior a percentagem de preenchimento, mais forte será a impressão, porém mais tempo será necessário para imprimir. Na maioria dos casos, o preenchimento de 10% a 20% é suficiente. O preenchimento de 100% raramente usado.



***Hollow* 0%**
Os modelos podem ser impressos completamente vazios com apenas uma camada externa. Muitos modelos 3D podem ser impressos completamente vazios sem afetar a qualidade da superfície, no entanto caso pretenda fechar o objeto pode encontrar algumas dificuldades uma vez que a impressora não possui material/*infill* suficiente para imprimir em cima.

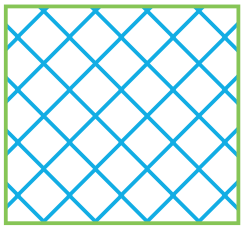


**Regular 10% a 80%**
A maioria das peças é impressa com linhas de preenchimento com uma distância de 4-6 mm ou uma densidade de 20%.
Além da percentagem variar consoante a resistência que pretendemos dar à peça, também é possível alterar o tipo, ou formato, do preenchimento. Cada formato agrega características distintas e essa escolha deve ser pensada de acordo com a necessidade do projeto, assim como a percentagem de preenchimento.

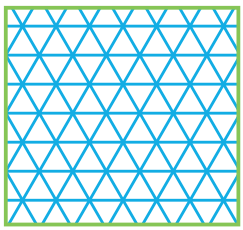
**Sólido 100%**
Os modelos sólidos não são muito comuns na sala de aula, a não ser que seja um requisito funcional. A impressão de objetos sólidos utiliza muito mais material e pode levar muito mais tempo, mas pode ser uma ótima oportunidade para de ensinar densidade e massa!

## 4. Opções de *Infill*

As opções de formatos dependem do software de fatiamento que vai escolher. Os formatos mais comuns são os seguintes:

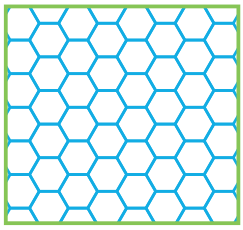


**Formato quadrangular**
É um dos mais comuns e utilizados. Oferece uma boa resistência em todos os sentidos de carga e é fácil de ser impresso



**Formato triangular**
Indicado para peças em que a resistência maior é necessária na direção do casco/parede. O ponto negativo é que esse formato aumenta o tempo de impressão

***Wave***
Como o nome indica, o preenchimento *wave* faz-se em formas de ondas. Indicado para peças que sofrem esforço, tensão ou compressão. Bastante utilizado em peças que requerem uma maior flexibilidade.



***Honeycomb***
Este formato é sem dúvida o mais resistente entre as opções anteriores. Apresenta maior resistência em todas as direções, com pouco acréscimo no tempo de impressão.

## 5. Velocidade / temperatura de impressão

A velocidade e a temperatura de impressão que você escolher depende de vários fatores, incluindo o tipo de material, a qualidade da superfície desejada e as restrições relacionadas com o tempo de impressão. Abaixo estão algumas dicas gerais sobre como fazer sua seleção.

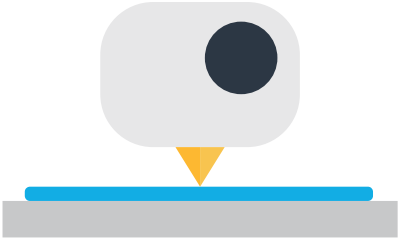
**Velocidade de Impressão**
Ao aumentar a velocidade de impressão vai seguramente afetar a qualidade da superfície, portanto, caso pretenda obter um acabamento suave, opte por uma velocidade de impressão mais lenta. A velocidade de impressão é medida em mm/s, geralmente para a impressão em PLA é utilizada uma velocidade de 30 a 50 mm / s. Se optar por uma velocidade de impressão rápida, cuidado para não esforçar demasiado a impressora, subextrusão.O resultado pode ficar aquém das suas expectativas e surgirem algumas falhas pois a impressora não consegue extrudir filamentos suficientes a tempo.

Para conseguir a maior velocidade de impressão sem precisar de um aumento de temperatura de extrusão, pode-se substituir o extrusor original da impressora 3D, por um extrusor tipo Volcano, cujo cartucho aquecedor em posição paralela ao fluxo do filamento consegue fundir mais material mais eficazmente e com menor consumo de energia.

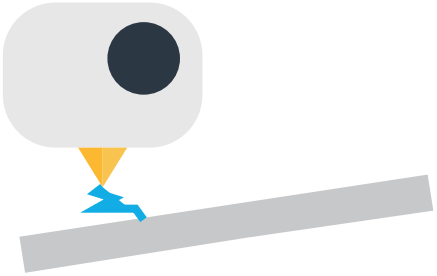
**Temperatura**
Para conseguir uma melhor qualidade na impressão opte por uma temperatura baixa, mas atenção, pois se ficar demasiado baixa também terá subextrusão. Experimente encontrar a temperatura certa para sua impressora e material.
Ao imprimir a uma velocidade mais rápida, a temperatura pode precisar ser aumentada para reduzir os efeitos de subextrusão. Mais uma vez, a experimentação é a melhor maneira de descobrir as melhores configurações para sua impressora e material.

## 6. Calibração

Calibração refere-se ao processo de garantir que tenha uma cama de impressão nivelada assim como a uma distância correta do bico da impressora. É um dos aspetos essenciais do processo de impressão 3D. Algumas impressoras podem ter uma função de 'nivelamento automático', que executa automaticamente esse processo. Com outras impressoras, pode ser necessário ajustar manualmente os parafusos para garantir que a base de impressão esteja na posição correta. Vamos explorar os dois exemplos para explicar a importância da calibração.



Nesse cenário, a base de impressão está completamente nivelada. Quando a impressão começa, o bico esmaga o filamento na base de impressão. O efeito desse esmagamento confere ao modelo uma boa adesão à cama, essencial para uma impressão bem-sucedida.



Se a base de impressão não estiver nivelada, poderão ocorrer alguns problemas. Nos pontos em que a base de impressão está muito longe do bico, a impressora estará praticamente a imprimir no ar, deixando fios de filamentos desalinhados na área de construção do modelo. Se a cama de impressão estiver muito próxima do bico, ele "arranhará" a cama de impressão e o filamento não será extrudido. Isso também pode impedir que o módulo extrusor se mova livremente.

# 04

# IMPRESSÃO 3D NA SALA DE AULA

### 1. Cálculo de custos de filamento

A maioria dos softwares de fatiamento fornecem informações de impressão, como a quantidade de material que a impressão utilizará. Isso significa que pode calcular o custo aproximado de uma impressão. A primeira coisa a fazer é calcular o custo de 1g de filamento. Basta seguir as perguntas abaixo.

**Qual é o peso de uma bobina de filamento em gramas?**

---

**Qual é o custo de um dos seus rolos de filamento?**

---

**O cálculo para calcular o custo de 1 grama de filamento é:** custo do rolo de filamento / peso do rolo de filamento por exemplo. Se o seu filamento custa € 35 e o peso do filamento é 750g, o custo de 1g = € 0,05.

**Qual é o seu custo de 1g de filamento?**

---

Agora que obteve o custo de 1g de filamento, consegue calcular o custo aproximado de cada modelo.

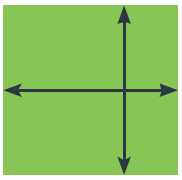
## Ao experimentar vários tamanhos de modelo e configurações de preenchimento, obterá uma boa indicação de custos de material no decorrer das aulas.

# **MÓDULO 4**: Impressão 3D na sala de aula

## 1. Cálculo de custos de filamento

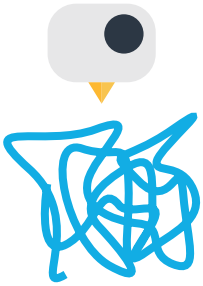
**Manter um registro**

Pode ser muito útil manter um registo simples da quantidade de filamento a usar durante um período de tempo. Observe como a quantidade muda com o decorrer das aulas - ela aumenta à medida que os demais estudantes utilizam as impressoras 3D? Isso ajuda-o a calcular o orçamento para os materiais. Além da quantidade de filamento, anote o tipo e a cor específicos do filamento que está sendo usado. Você pode achar que determinadas cores são mais populares que outras e, portanto, deve fazer seus pedidos de acordo.



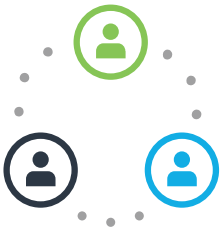
**Critérios de Cenografia**

Atenção, alguns alunos podem ficar tentados a imprimir os seus modelos! É sempre bom definir alguns critérios de design, por exemplo, diga aos alunos que o design do seu modelo deve encaixar nas dimensões de 50x50x50mm.



**Projetos com defeitos**

Embora a impressão 3D tenha avançado bastante nos últimos anos, ainda encontramos impressões com falhas. No entanto, nem sempre tem a ver com o hardware ou o materiais que está utilizar - na verdade, alguns dos projetos não foram devidamente preparados/otimizados para uma boa impressão 3D. Um exemplo disso é o de um aluno que cria um modelo que possui furos, fruto de uma falha na impressão. Ao fazer o orçamento de materiais, lembre-se disso e inclua impressões com defeitos no seu registro



**Trabalho em grupo**

Além dos projetos individuais, incentive os alunos a trabalhar em grupos. Este modelo de educação exemplifica as necessidades do mercado de trabalho, é raro o arquiteto ou engenheiro trabalhe apenas em 1 projeto. Ao trabalhar em grupo, reduz também a quantidade de impressões, no entanto continua a envolver cada aluno no processo de criação e design da peça.

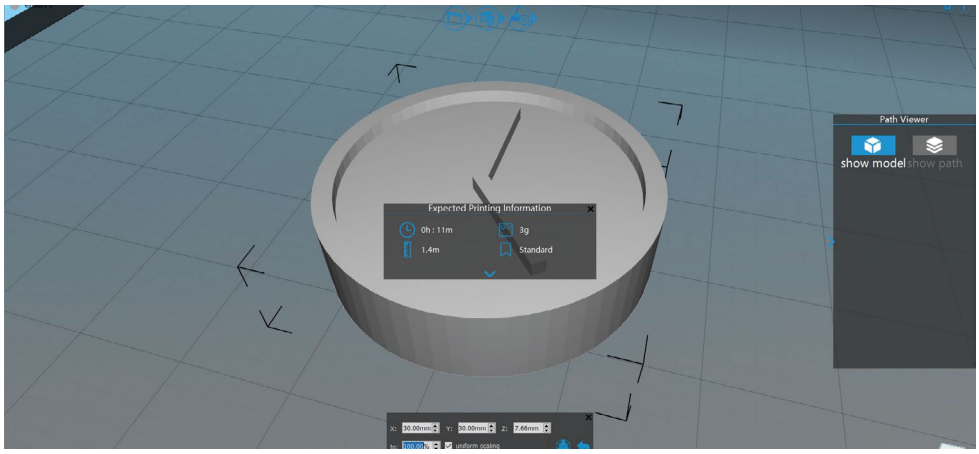
## 2. Gestão do tempo de impressão

Da mesma forma que o exercício de cálculo de custos, deve ainda testar o tempo de impressão. Tente dissecar vários modelos de tamanhos para perceber o tempo de impressão que lhe é afetado. Abaixo está um exemplo em que dividimos o mesmo modelo duas vezes em tamanhos diferentes.

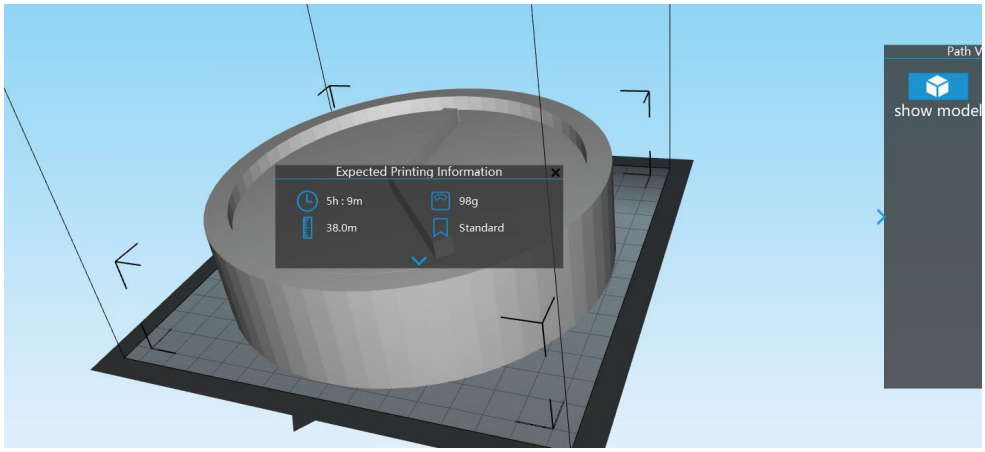
O modelo 1 tem um tempo estimado de impressão de 11 minutos, enquanto o modelo 2 tem um tempo de impressão de 5 horas! Um bom conselho para a sala de aula é que nem sempre é essencial que os alunos tenham uma impressão de grandes dimensões para si.

Considere o trabalho em grupo ou competições em que os alunos votam no design da peça impressa em 3D. Outro concelho é fazer uso da cama de impressão e carregar o maior número possível de desenhos na cama no seu software de fatiamento.

Modelo 1: 30×30×8mm - Tempo de impressão: 11 minutos




Modelo 2: 145×145×37mm - Tempo de impressão: 5 horas



# **MÓDULO 4**: Impressão 3D na sala de aula

## 1. Concelhos gerais para a sala de aula

**Deixe os alunos manipularem as impressoras 3D**

ão existe melhor forma de aprender sobre impressão 3D do que praticar com as mãos, contacto. Isso aplica-se sobretudo aos alunos! Assim sendo, verifique se os seus alunos têm acesso às impressoras 3D- permita aos seus alunos que consertem e resolvam problemas técnicos.



**Trabalhe junto com os alunos**

Não tenha receie em admitir aos seus alunos que também você enquanto professor não sabe tudo sobre impressão 3D. Trabalhe próximo dos seus alunos para encontrar a melhor solução. E mantenha suas aulas abertas. Embora as aulas devam responder a critérios definidos e resultados de aprendizagem, existe ainda um mundo de oportunidades na partilha que vai além do que está estipulado, permita aos seus alunos alguma liberdade para explorar.

**Não "isole" a impressão 3D**

Na indústria moderna, é raro a impressão 3D a ser utilizada como uma ferramenta por si só. Ela complementa outras formas de design e fabricação, como corte a laser, CNC e digitalização 3D, para melhorar o resultado, produto final. Lembre-se deste ponto quando estiver a estruturar suas aulas e integrar a impressão 3D aos principais tópicos da aula.

**Seja flexível e aberto à mudança**

Algo tão importante como ter um plano é a necessidade de ser flexível e aberto a mudanças. É altamente provável que a forma como faz as coisas quando inicia a sua jornada seja completamente diferente passado um ano. Faz parte do processo de desenvolvimento, portanto, sempre experimente novas técnicas e mantenha a mente aberta.

# 05

# INTEGRANDO A IMPRESSÃO 3D NO CURRÍCULO

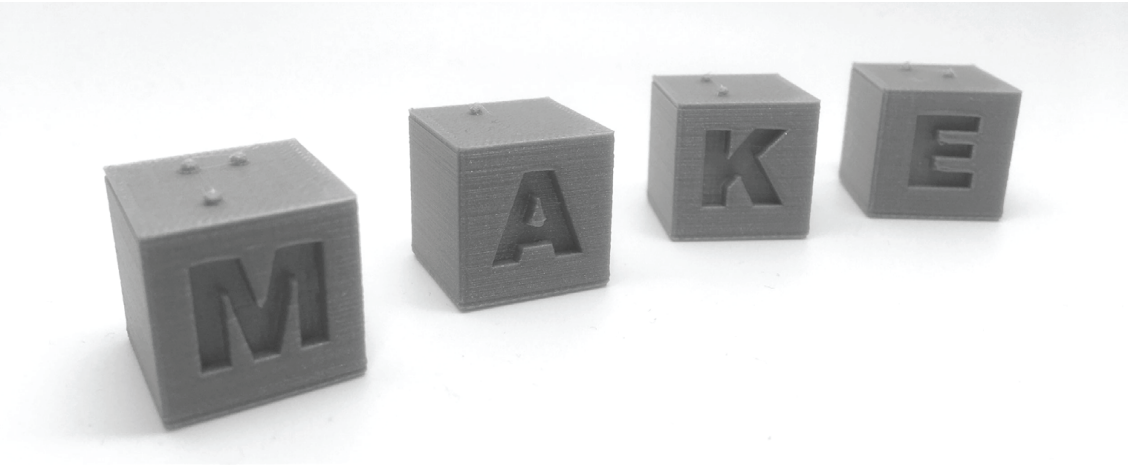
# **MÓDULO 4**: Integrando a impressão 3D no currículo

## 1. Braile impresso em 3D

Nesta aula os alunos projetam e imprimem em colaboração o nome da escola em braille. O exercício enquadra-se no contexto sobre o braille da linguagem escrita, além de cálculos matemáticos, design CAD e impressão 3D. Cada aluno recebe uma letra diferente do nome da escola para projetar no software *Tinkercad* e os blocos em braille são impressos em 3D e colocados juntos num formato legível.

**Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D**

Tutorial https://bit.ly/2IZUhoO

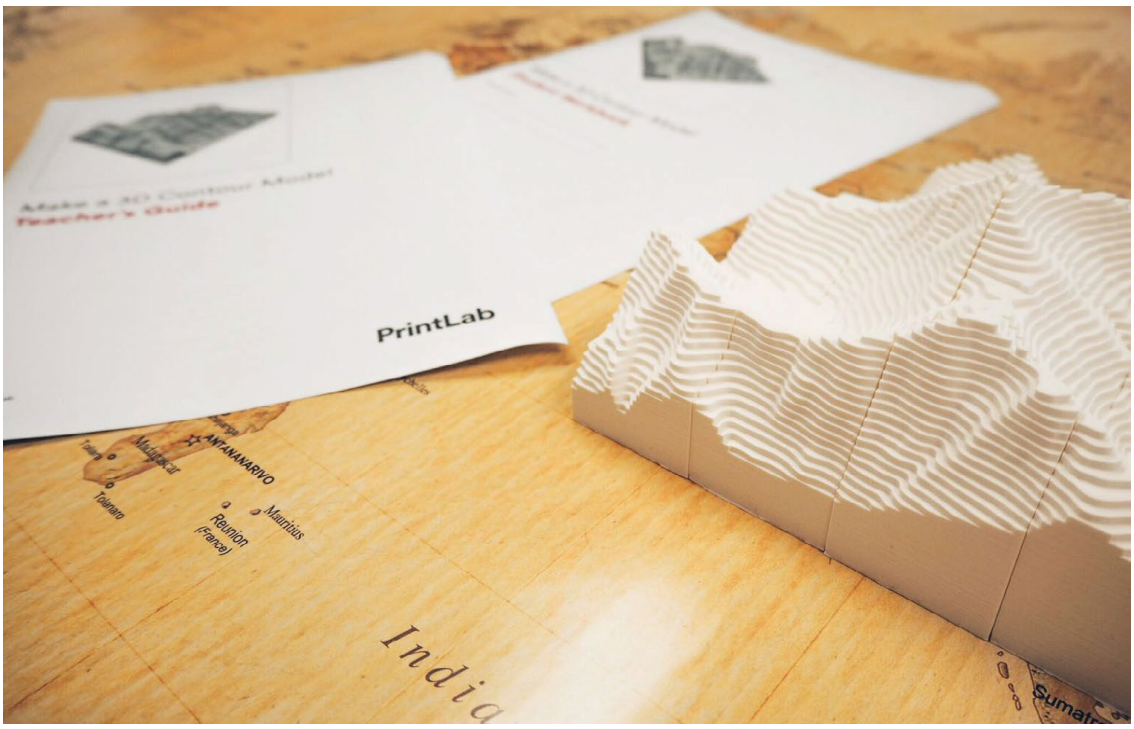


## 2. Fazer um modelo em 3D do terreno

Nesta aula, os alunos projetam e imprimem  um modelo 3D à escala de 1: 50.000. A lição envolve cálculos matemáticos, juntamente com tarefas de design de CAD, mapeamento e impressão 3D. Cada aluno recebe uma parte separada do modelo para projetar no software, que é impresso e montado em 3D para que os alunos possam entender completamente a topografia.

**Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D | Geografia e Computação**

Tutorial https://bit.ly/2IZTGDA

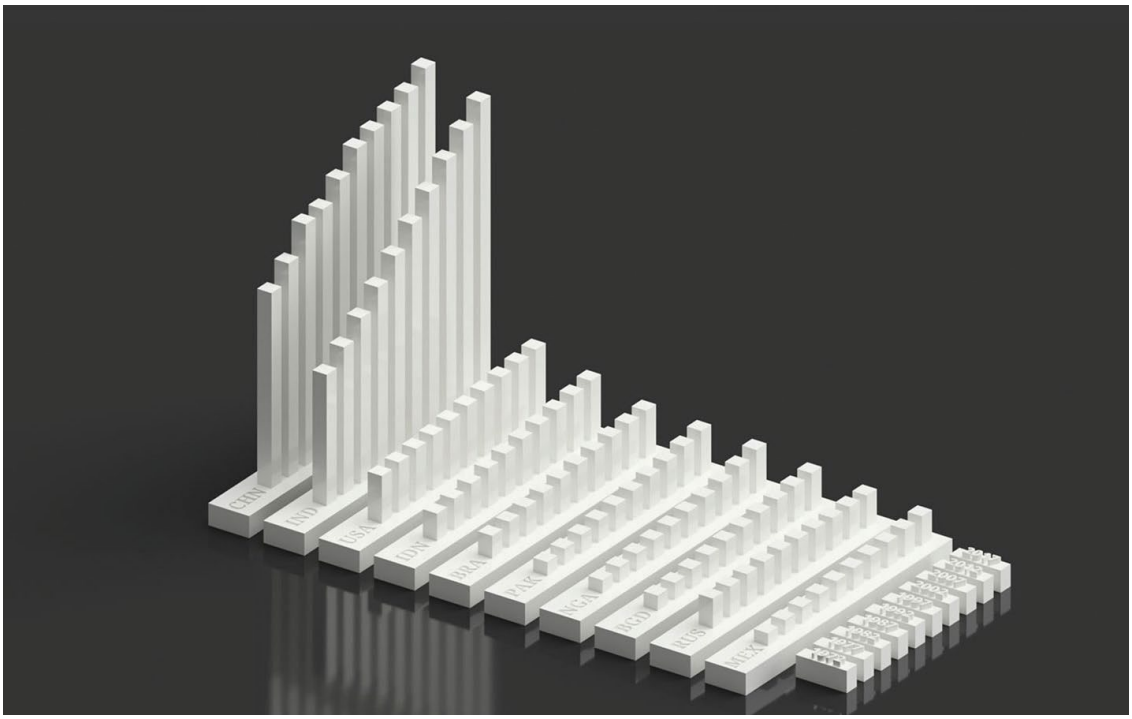


### 3. Gráfico 3D da população

Nesta aula, os alunos projetam colaborativamente os gráficos de barras em 3D que demonstra o crescimento populacional de 10 países entre 1972 e 2017. A aula está distribuída em sessões de 3 x 1 hora e envolve o contexto sobre as causas e efeitos do crescimento populacional global, além de cálculos matemáticos, Projeto CAD, impressão 3D e pesquisa demográfica.

**História | Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D | Geografia | Computação**

Tutorial https://bit.ly/2qAIwOO

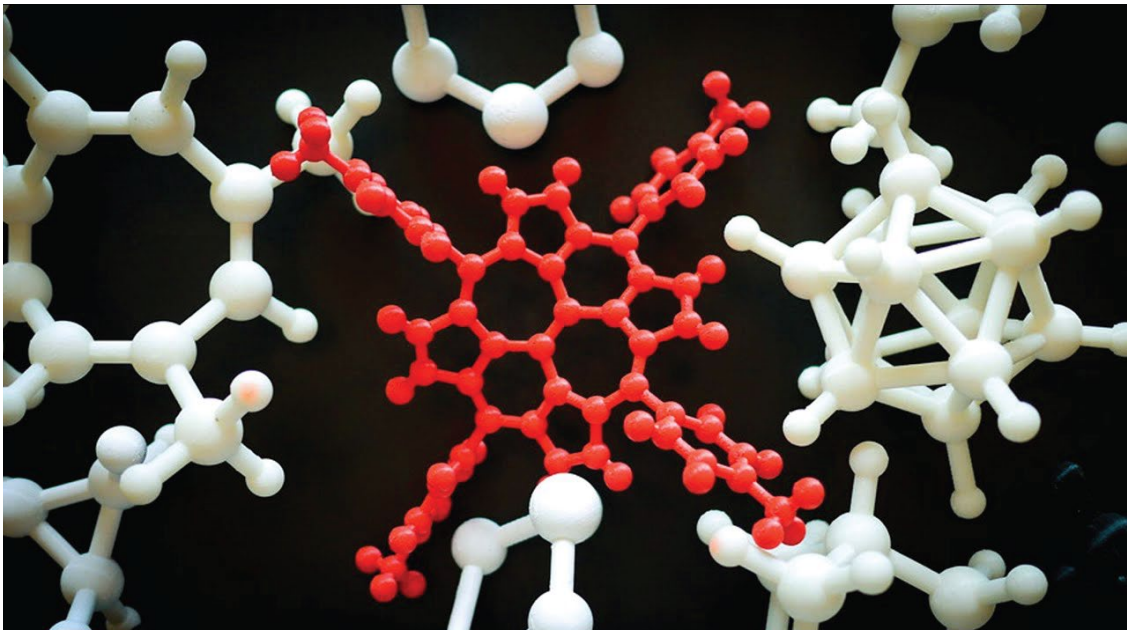


## 4. Moléculas impressas em 3D

Neste projeto, os alunos aprendem a projetar, editar e imprimir estruturas químicas em 3D. O projeto envolve uma introdução aos átomos e moléculas antes que os alunos se dividam em grupos de trabalho. Cada grupo receberá uma molécula diferente para pesquisar antes modelação 3D e impressão 3D da estrutura química. Ao imprimir em 3D para que tenham um objeto tangível, os alunos podem visualizar e entender melhor o mundo molecular. Na lição final do projeto, cada grupo apresentará o seu modelo impresso em 3D juntamente com suas pesquisas.

**Química | Biologia |Física | Modelação e Impressão 3D**

Tutorial https://bit.ly/2JPidN1



## 5 Modelar uma Caneta 3D

Nesta lição, os alunos modelam e imprimem em 3D uma caneta funcional. A aula começa com uma série de cálculos matemáticos em sequências lineares. Os cálculos ajudam os alunos a determinar as medidas da caneta, modelada no *Tinkercad* na parte principal da lição. Finalmente, uma das canetas é impressa em 3D e, uma vez concluída, um cartucho Bic encaixa no centro para torná-lo funcional.

**Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D | Design de Produto**

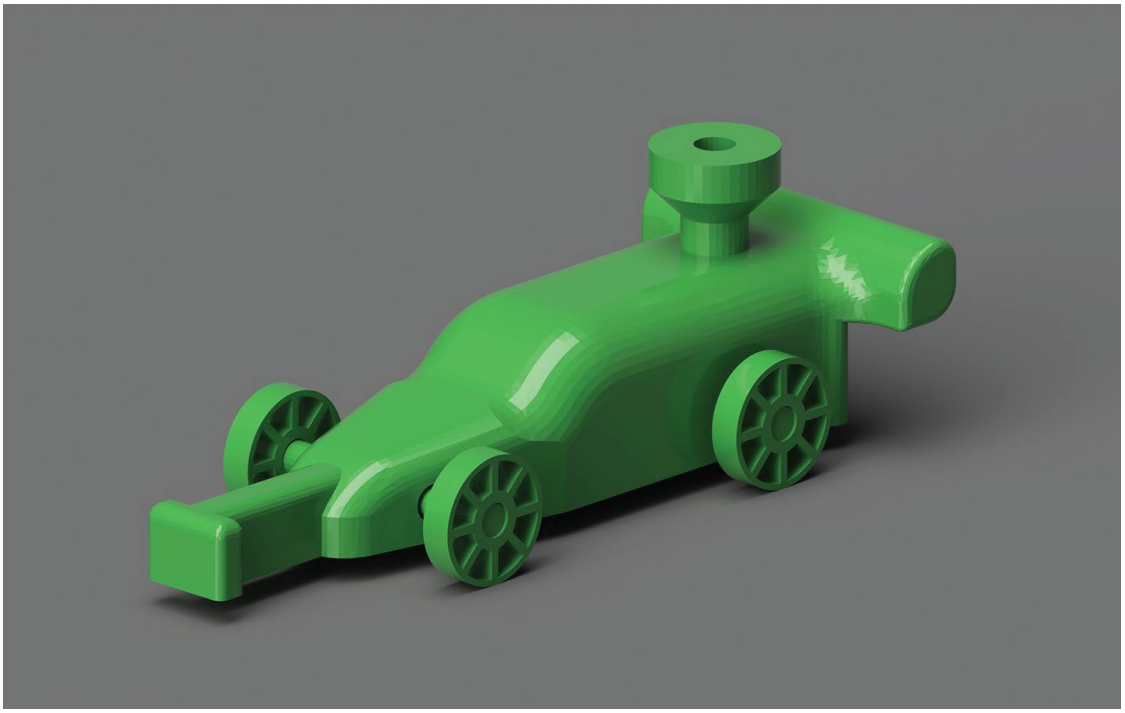
Tutorial https://bit.ly/2H6c94P

## 6. Carro de Corrida impulsionado por um balão

Neste projeto, os alunos vão aprender sobre as forças, movimento e a Terceira Lei de Newton. Usando esse conhecimento, os alunos embarcarão em mais uma jornada criativa para modelar e imprimir em 3D o seu próprio carro de corrida funcional, movido com a ajuda de um balão! O objetivo é criar um veículo que possa viajar o mais longe possível numa linha reta e, na lição final, os alunos competirão entre si usando seus próprios carros de corrida exclusivos.

**Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D | Design de Produto**

Tutorial https://bit.ly/2H1E95D



## 7. Fazer um Obelisco Egípcio

Nesta aula, os alunos modelam e imprimem em 3D um obelisco egípcio personalizado. A aula começa com uma sessão de apresentação e discussão sobre hieróglifos e monumentos do obelisco. Após a apresentação, os alunos serão divididos em grupos e receberão um modelo do obelisco impresso em 3D, preparado pelo professor antes da aula. A missão das equipes é decifrar a palavra hieroglífica e pesquisar seu significado e relevância para o Egito Antigo. A lição termina com os alunos a apresentar as suas descobertas. Na segunda aula, os alunos modelam e imprimem em 3D o seu obelisco personalizado!

**Matemática | Tecnologia do Design | Modelação e Impressão 3D | Design de Produto**

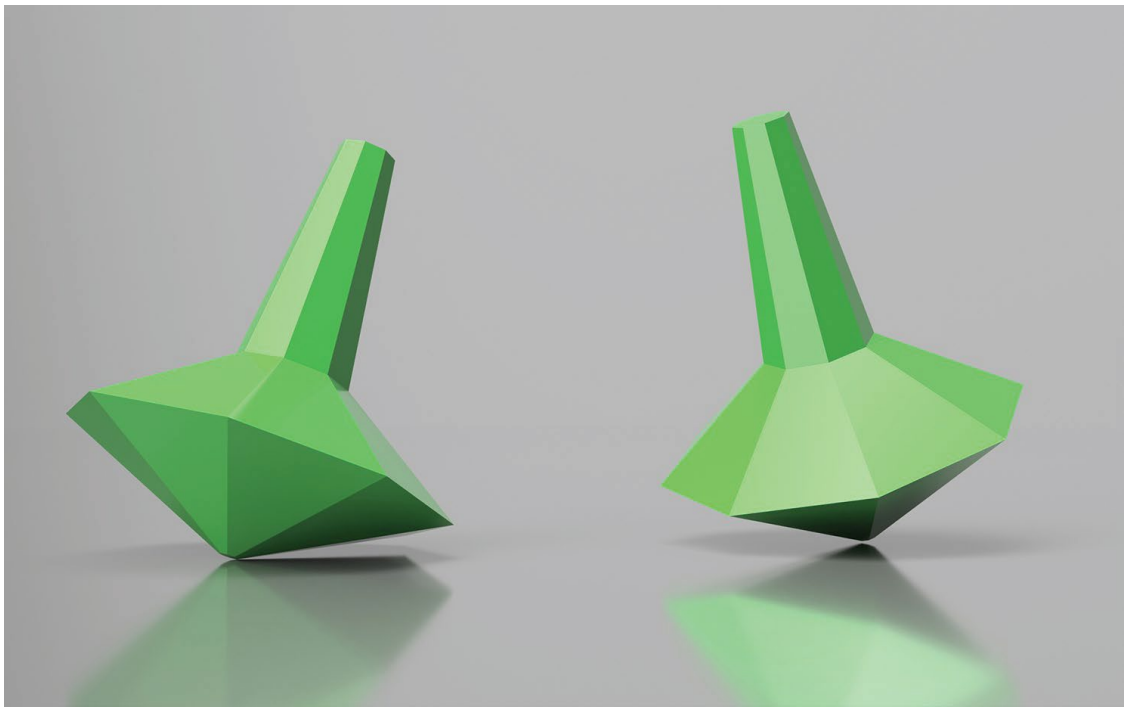
Tutorial https://bit.ly/2EQ5plD

## 8. Como modelar um Pião

Nesta aula, os alunos modelam e imprimem em 3D o seu próprio pião. Durante a aula, eles experimentam modelos de demonstração e tomam decisões sobre como pretendem melhorar o design e a estética dos modelos de demonstração. Usando as ferramentas aprendidas no tutorial, eles desenvolvem o seu próprio pião, que será usado na competição da aula!

**Física | Matemática | Teoria do Design | Modelação e Impressão 3D | Design de Produto**

Tutorial https://bit.ly/2H1E95D

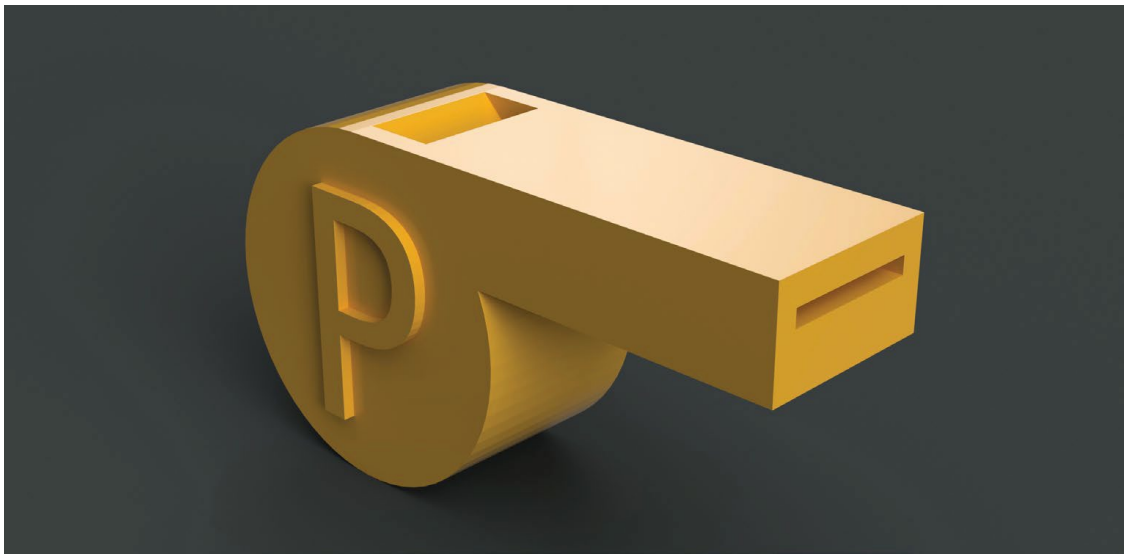


## 9. Cria o teu Apito

Neste projeto de 4 aulas, os alunos embarcam numa jornada para criar o seu próprio apito impresso em 3D. A 1º aula começa com uma apresentação e discussão sobre ondas sonoras, frequência e amplitude. A turma fará um tutorial de modelação 3D no Tinkercad para modelar e imprimir um apito em 3D. O tutorial de design fornecerá aos alunos as habilidades CAD necessárias para criar seus próprios designs de apito na próxima parte do projeto. Nas aulas 2-3, os alunos usam métodos de pesquisa e desenho antes de modelar e imprimir em 3D o seu próprio apito. Na lição final, os alunos testarão seus apitos, analisarão os seus projetos e considerarão algumas melhorias.

**Música |Física | Matemática | Teoria do Design | Modelação e Impressão 3D | Design de Produto**

Tutorial https://bit.ly/2EQbRZZ



INOVLABS
Portugal

www.inovlabs.com