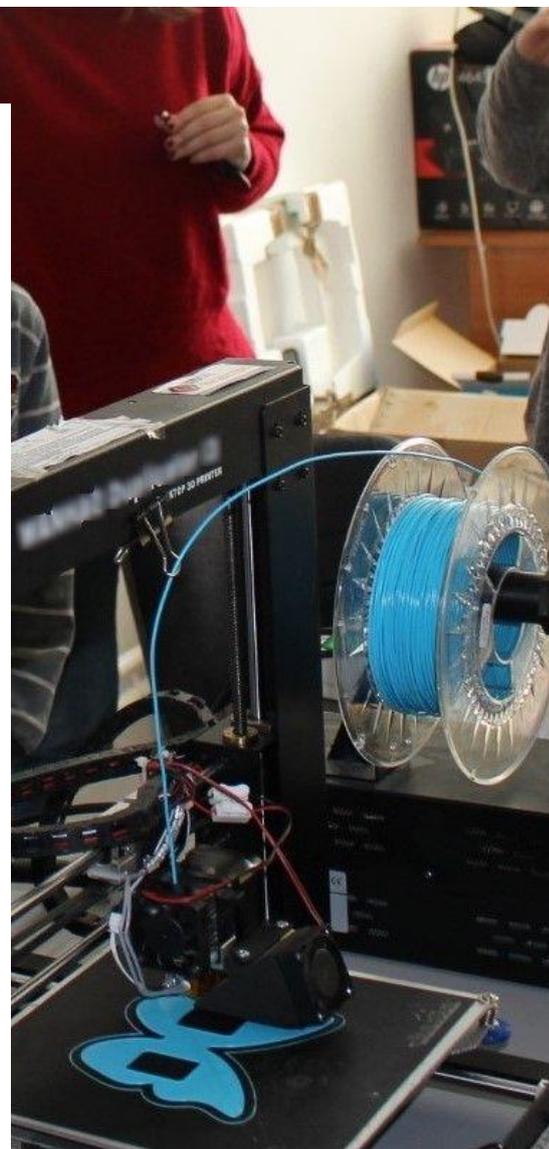


Guia do Professor 3D



3DP TEACHER - Implementação da Impressão 3D na educação futura

Projeto nº. 2019-1-PT01-KA201-060833

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui uma aprovação do seu conteúdo, que reflete apenas a opinião dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita das informações nela contidas.

Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia



Índice

Introdução	1
O que é a impressão 3D?	2
Modelagem de deposição fundida	2
O processo de impressão em 3D	4
Obter o modelo 3D	5
Modelagem 3D	5
Repositório de modelos 3D	6
Conversão para ficheiro de impressão 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Preparação do modelo para impressão 3D .	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Impressão do objeto em 3D	8
Acabamentos	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Aplicações da impressão 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Educação	11
Prototipagem e fabrico	13
Medicina	14
Construção e arquitetura	14
Arte, joalheria e moda	15
Efeitos de impressão 3D no mercado	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Democratização da tecnologia	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Impulsionar a inovação	17
Personalização em massa	17
Efeitos da impressão 3D no mercado de trabalho	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Benefícios da impressão 3D na Educação....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Melhorar a participação dos estudantes	20
Promover aprendizagens ativas	20
Incentivar o pensamento criativo	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Promover o interesse dos estudantes pelas STEM	20
Proporcionar oportunidades para praticar diferentes modelos de ensino	21
Tendências de impressão 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Conclusões	25

Aspetos técnicos no uso da impressão 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Introdução	26
Principais componentes da impressora 3D .	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Escolher uma impressora 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Caneta 3D.....	30
Impressoras 3D para escolas	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Software de modelagem 3D.....	32
Software de corte 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Especificações técnicas de algumas impressoras 3D populares	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Recomendações de aplicações para impressão 3D nas escolas	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Aspetos técnicos sobre o uso da impressora 3D	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Informações sobre segurança	43
Recursos adicionais de software	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Colecção de estudos de caso	46
Planos de aula e recomendações para futuras implementações	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.
Recursos adicionais.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakłádki.

Introdução

A impressão 3D (3DP) está prestes a ter um impacto significativo em muitos aspetos das nossas vidas e do nosso trabalho num futuro próximo. Alguns efeitos no mercado e na sociedade já são visíveis e muitas outras transformações são esperadas. O mercado do 3DP está a desenvolver-se rapidamente à medida que o 3DP é implementado em muitas aplicações em cada vez mais diversas áreas. O mercado de trabalho é também significativamente afetado pelo 3DP e espera-se um crescimento no número de empregos relacionados.

O 3DP é cada vez mais utilizado nas escolas de todo o mundo, estando o seu potencial a tornar-se amplamente reconhecido. Muitos professores consideram esta inovação no sector bem-vinda e necessária, mas muitas vezes não possuem os conhecimentos específicos necessários para dominar esta tecnologia. O presente material visa fornecer informação básica sobre o 3DP, a fim de ajudar os professores a compreender o que é e como funciona o 3DP, as suas aplicações em vários sectores, o seu impacto no mercado, tendências futuras, e quais os benefícios que pode trazer à educação.

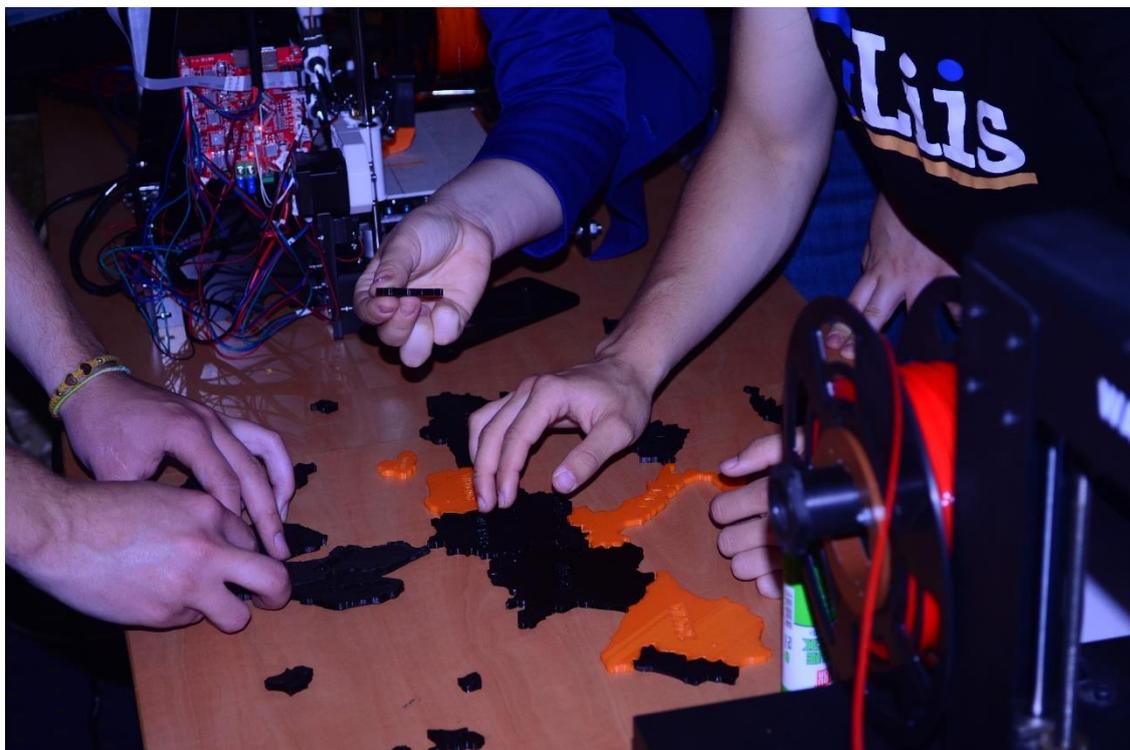


Figura 1 – Estudantes e 3DP

O que é a impressão 3D?

A impressão 3D é um termo geral para um conjunto de tecnologias que podem construir objetos tridimensionais a partir de um ficheiro digital, adicionando material camada após camada. Atualmente, existem muitas tecnologias 3DP disponíveis baseadas em diferentes abordagens e fazendo uso de vários materiais (plástico, metal, betão, chocolate, etc.) em várias formas (líquido, sólido (folha, filamento e granulado), pó e lama).

Por exemplo, as tecnologias chamadas Estereolitografia (SLA) e Processamento Digital de Luz (DLP) criam objetos através da cura seletiva de uma resina fotopolimérica líquida usando uma fonte de luz (um laser ou projetor) enquanto que a Sinterização Seletiva a Laser (SLS) usa um laser que induz seletivamente a fusão entre partículas de pó dentro de uma área de construção para criar um objeto sólido. Outras tecnologias estabelecem chocolate fundido, gotículas de depósito de materiais, que são depois curadas seletivamente, jatos aglutinantes em pó, etc.

A maioria destas tecnologias não podem ser utilizadas na sala de aula porque são demasiado complicadas, demasiado caras ou requerem instalações especiais. A mais adequada para utilização num ambiente escolar é a FDM (Fused Deposition Modelling - Modelação de Deposição Fundida) que é, também, a tecnologia 3DP mais popular e acessível.

A Modelação de Deposição Fundida cria objetos derretendo um fio de plástico (chamado filamento) e aplicando-o, camada após camada, através de um bocal aquecido.

O processo é esquematizado na Figura 2. O filamento (2), geralmente enrolado num rolo (1) seguro nos lados ou na parte de trás da impressora, é alimentado através do mecanismo de engrenagem da extrusora (3) que o empurra para o aquecedor (4) onde o filamento sólido é aquecido até ao seu ponto de fusão. Finalmente, o filamento fundido é ejetado do bocal (6) para a base de impressão (7) na geometria desejada. Após cada camada, a base de impressão (ou o bocal) move-se no eixo vertical e a camada seguinte é adicionada. Após a impressão, o objeto pode ser removido à mão ou com um simples raspador. Se necessário, as peças podem ser posteriormente processadas por limagem, polimento, pintura, etc.

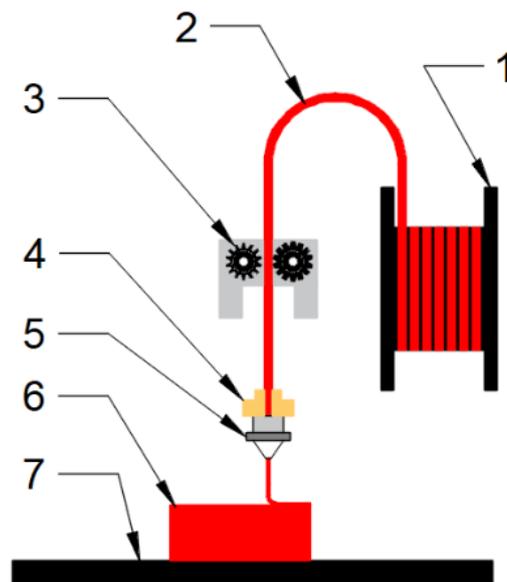


Figura 2 – Processo FDM

1-Rolo de filamento; 2- filamento; 3-engrenagem; 4-aquecedor; 5-bocal; 6-objeto a ser impresso; 7- base de impressão



Figura 3 – Impressão em FDM

O processo de impressão em 3D

Normalmente, independentemente da tecnologia específica, o 3DP envolve a utilização de um computador, um modelo digital 3D, um *software* de corte de impressão 3D, uma impressora 3D e matérias-primas. Tipicamente, esquematizado na Figura 4, um processo 3DP é composto a partir das seguintes etapas:

1. O modelo 3D do objeto a ser impresso em 3D é obtido através de um dos métodos discutidos abaixo.
2. Se necessário, o modelo 3D é traduzido num ficheiro de impressão 3D, geralmente do tipo STL.
3. O ficheiro de impressão 3D é preparado para impressão, processo finalizado com a geração de um ficheiro de código G que inclui caminho de ferramenta camada por camada com definições e preferências específicas da máquina.
4. O ficheiro do código G é executado na impressora 3D e o modelo é impresso.
5. Se necessário, a peça é acabada (limpa, polida, pintada, etc.).

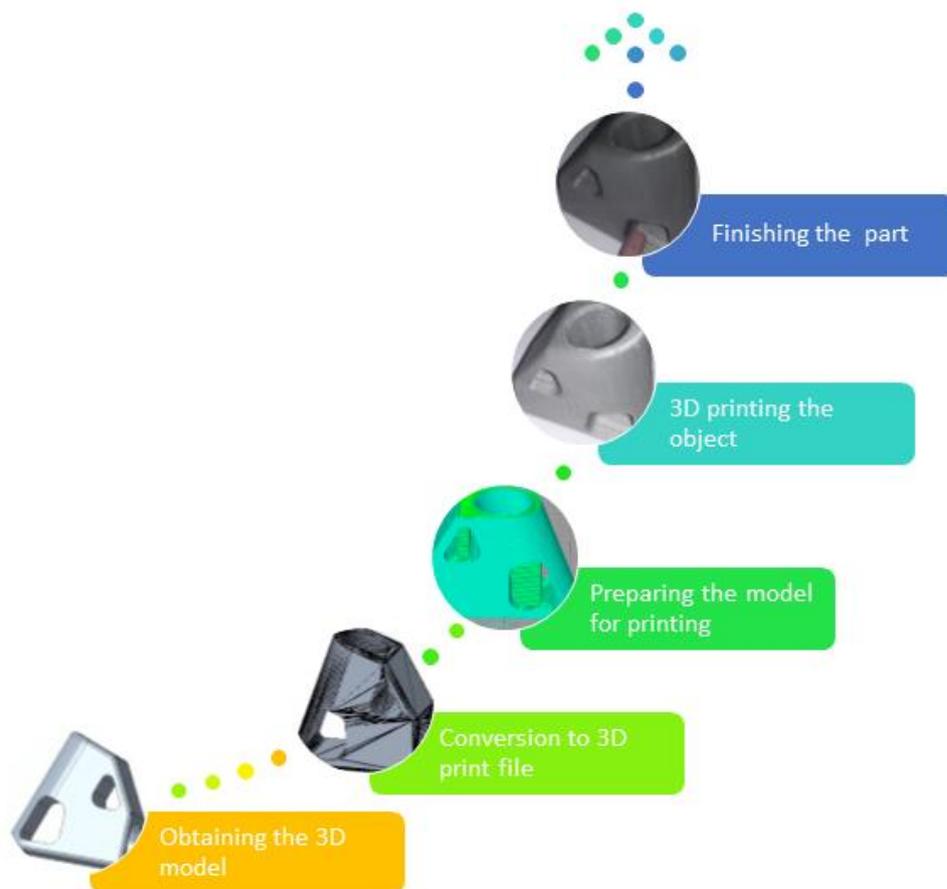


Figura 4 – Passos da impressão 3D

Obter o modelo 3D

O 3DP começa com o modelo 3D do objeto a ser impresso. Isto pode ser obtido através da modelação por computador, da digitalização 3D ou pode ser descarregado de um repositório de modelos 3D. A principal vantagem de criar o modelo através da modelação 3D é a capacidade de conceber exatamente o que se deseja como oposto à digitalização 3D (só os objetos já existentes podem ser digitalizados) ou repositórios.

Modelagem

Há muitas ferramentas diferentes de *software* de modelação 3D disponíveis, desde software de grau industrial muito caro até software de código aberto gratuito. Alguns exemplos são dados na tabela abaixo. Uma opção muito boa para principiantes é começar com o TinkerCAD que é gratuito e não requer instalação no computador.

Tabela 1 – Ferramentas de software de modelação 3D

Nome	Link	Nível	Grátis/Pago
TinkerCAD	www.tinkercad.com/	Principiante	Grátis
Blender	www.blender.org/	Intermédio	Grátis
FreeCAD	www.freecadweb.org/	Intermédio	Grátis
OpenSCAD	www.openscad.org/	Intermédio	Grátis
Autodesk Fusion 360	www.autodesk.com/products/fusion-360	Industrial	Pago*
SolidWorks	www.3ds.com/	Industrial	Pago*
Creo	www.ptc.com/en/products/cad/creo	Industrial	Pago
SketchUp	https://www.sketchup.com/	Principiante	Grátis/Pago

* Estudantes e educadores podem candidatar-se para uma licença grátis de 3 anos

Digitalização 3D

A digitalização 3D captura a forma de um objeto com a ajuda de um *scanner* 3D ou de um *smartphone* com uma aplicação adequada instalada. Esta aplicação para aplicações de digitalização 3D cria modelos 3D a partir de fotografias 2D tiradas com o telefone a partir de ângulos diferentes utilizando uma técnica chamada fotogrametria. Alguns exemplos de aplicações de digitalização em 3D são dados na tabela seguinte:

Tabela 2 – Aplicações de digitalização 3D

Nome	Sistema Operativo	Grátis/Pago
Qlone	iOS/Android	Grátis
Trnio	iOS	Pago
Scann3D	Android	Grátis

Cappy	iOS	Grátis
Heges	iOS	Grátis
Sony 3D Creator	Android	Grátis
Capture	iOS	Grátis
Scandy Pro	iOS	Grátis
display.land	iOS/Android	Grátis

Repositório de modelos 3D

A forma mais simples de obter um modelo 3D é descarregando-o de um dos muitos repositórios *online* disponíveis (ver a tabela abaixo). Muitos destes modelos são gratuitos e alguns repositórios oferecem a possibilidade de personalizar alguns dos modelos.

Tabela 3 – Repositórios de modelos 3D

Name	Link	Grátis/Pago
Thingiverse	www.thingiverse.com	Grátis
MyMiniFactory	www.myminifactory.com	Grátis, Pago
YouMagine	www.youmagine.com	Grátis
Cults	https://cults3d.com	Grátis, Pago
STL Finder	www.stlfinder.com	Grátis, Pago
Pinshape	https://pinshape.com/	Grátis, Pago
SetkchFab	https://sketchfab.com/	Grátis
CGTrader	hwww.cgtrader.com	Grátis, Pago
Yeggi	www.yeggi.com	Grátis, Pago

Conversão para ficheiro de impressão 3D

Dependendo de como foi obtido, o modelo 3D pode ter de ser convertido num formato de ficheiro de impressora 3D. Se foi descarregado de um repositório de modelos 3D especializado em impressão 3D, o modelo já deve estar disponível como ficheiro de impressora 3D. Os modelos 3D obtidos por modelação ou digitalização podem ser diretamente exportados como ficheiros de impressora 3D a partir do *software* que os criou. Caso contrário, existem muitos *softwares* de conversão capazes de converter qualquer tipo de modelo digital 3D num ficheiro de impressão 3D como, por exemplo, www.meshconvert.com ou www.nchsoftware.com/3dconverter .

Os formatos de ficheiro de impressão 3D mais comuns são STL, OBJ, AMF, e 3MF, mas STL é utilizado pela maioria dos sistemas e *software* 3DP. Para aplicações FDM na escola, STL é o tipo mais prático e recomendado de ficheiro de impressão em 3D.

Um ficheiro STL armazena informação sobre o modelo 3D, descrevendo apenas a sua geometria de superfície sem qualquer representação de cor, textura ou outros atributos. Como se pode ver na Figura 5, um ficheiro STL representa um modelo 3D como uma malha descrevendo, de uma forma aproximada, a sua forma.

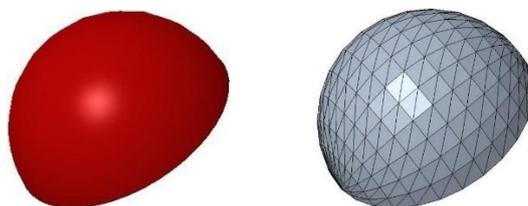


Figura 5 – Um modelo 3D e a sua representação em STL

Preparação do modelo para impressão 3D

O passo seguinte é preparar o modelo 3D para a impressora e gerar o ficheiro do código G que contém toda a informação necessária à impressora 3D para construir o objeto. Este processo envolve uma série de ações:

- Verificação do ficheiro da impressora 3D e sua correção, se necessário
- Posicionamento e orientação do modelo 3D na base de impressão
- Definição de parâmetros 3DP como material, temperaturas, arrefecimento, velocidades, espessura da camada, etc.
- Adição de estruturas de apoio, se necessário
- Corte, ou seja, divisão do modelo num conjunto de camadas finas
- Geração do ficheiro do código G
- Guardar e enviar o ficheiro de código G para a impressora 3D

A preparação do modelo é feita utilizando *software* cortador de impressão 3D. Existem muitos *softwares* deste tipo disponíveis e a maioria deles é gratuita. Os mais populares são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 4 – Software de corte de impressão 3D

Nome	Link	Users	Grátis/Pago
Ultimaker Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura	Principiantes/Avançados	Grátis
Simplify3D	www.simplify3d.com	Principiantes/Avançados	Pago
PrusaSlicer	www.prusa3d.com/prusaslicer	Principiantes/Avançados	Grátis
Slic3r	https://slic3r.org	Avançados/Profissionais	Grátis
OctoPrint	https://octoprint.org	Intermédios/Avançados	Grátis

AstroPrint	www.astroprint.com	Principiantes/Avançados	Freemium
3DPrinterOS	www.3dprinteros.com	Principiantes/Avançados	Freemium
Repetier	www.repetier.com	Intermédios/Avançados	Grátis

Impressão do objeto 3D

O ficheiro do código G é então introduzido numa impressora 3D que estabelece camadas sucessivas de material, de modo a fabricar o objeto 3D desejado.

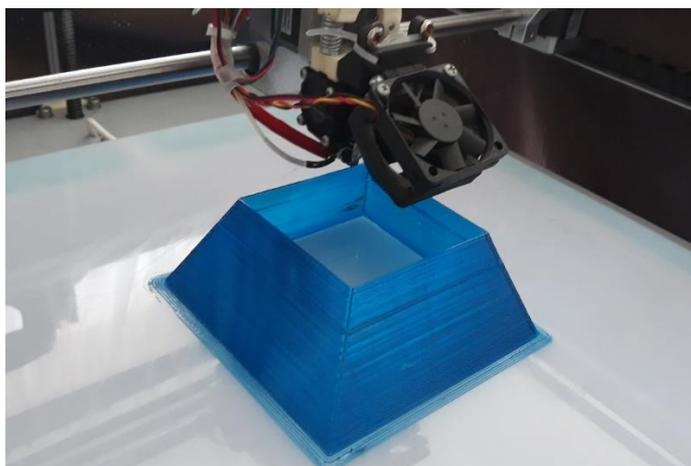


Figura 6 – Impressão de um objeto 3D

Acabamento da peça

Os objetos impressos em 3D podem requerer algumas operações adicionais após a conclusão da impressão, de modo a melhorá-los ainda mais. Estas operações podem incluir:

- Remoção das estruturas de suporte utilizando ferramentas como facas ou alicates;



Figura 7 – Remoção das estruturas de suporte

- Remoção das saliências (a área plana de camada única em torno da base da peça, utilizada para evitar deformações - ver a figura abaixo) com um alicate de corte ou um cortador;
- Preenchimento das lacunas da impressão com materiais como resina epoxídica, enchimento automático da carroçaria, ABS e composto de acetona;
- Polimento da superfície da peça por polimento ou retificação.



Figura 8 – Remoção de saliências

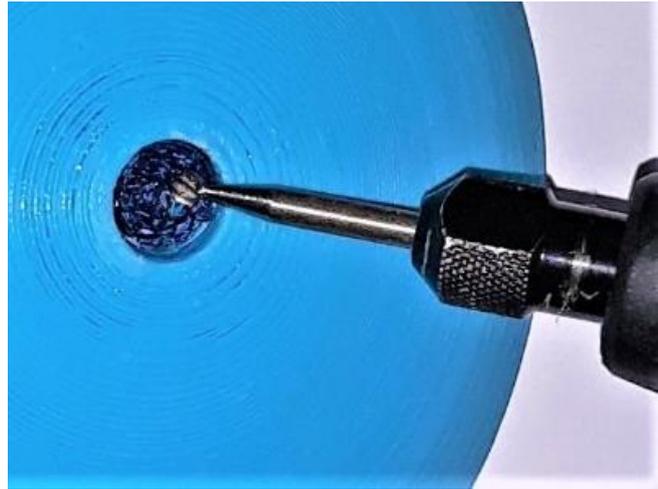


Figura 9 – Polimento da superfície

- Vapor ou alisamento químico para derreter as linhas das camadas e dar um aspeto brilhante aos objetos impressos em 3D. A acetona é frequentemente utilizada para objetos impressos com PLA e ABS.



Figura 10 – Um objeto impresso em 3D, antes e depois do alisamento de vapor

Fonte: www.qeetech.com

- Pincel, aerógrafo ou pintura por *spray*



Figura 11 – Pintura de partes de FDM

- Revestimento com revestimento *epoxi*, metal, etc.



Figura 12 – Peça impressa em 3D banhada a ouro. Fonte: <https://i.materialise.com/>

Aplicações de impressão em 3D

A 3DP tem muitas aplicações em vários sectores, desde a educação à indústria, e em toda a cadeia de criação de peças, desde protótipos até à gestão de peças sobressalentes. A tecnologia FDM é a favorita para uso em lazer e educação, mas é também utilizada em algumas áreas profissionais.

Nesta secção vamos discutir apenas algumas das aplicações do 3DP, com destaque para a tecnologia FDM na educação.

Educação

O 3DP é cada vez mais implementado nos programas educacionais levados a cabo por escolas, universidades, bibliotecas, instituições de educação de adultos, instituições de educação especial, espaços de fabrico, etc. As principais aplicações são:

- 1. Ensinar educadores sobre impressão 3D.** Isto é muito importante, uma vez que as atitudes e crenças dos professores e os conhecimentos e capacidades dos professores podem ser barreiras à integração do 3DP no sistema educativo.
- 2. Ensinar os estudantes sobre impressão 3D e desenvolver as suas competências 3D.** Normalmente, os estudantes aprendem sobre o processo de desenho 3D, *software* de modelação 3D e o funcionamento básico do 3DP. Além disso, os estudantes são encorajados a empenhar-se na resolução de problemas, a praticar as suas capacidades de comunicação enquanto trabalham em equipas de projeto.



Figura 13 – Ensinar 3DP

3. **Utilização do 3DP como tecnologia de apoio durante o ensino.** O 3DP ajuda a melhorar a compreensão dos estudantes sobre vários tópicos: estrutura atômica, moléculas biológicas, geometria, propriedades materiais, etc;
4. **Utilização do 3DP para produzir artefactos que ajudam à aprendizagem.** Os artefactos impressos em 3D são atualmente utilizados para apoiar o ensino da anatomia, química, matemática, geociências, física, zoologia e muitos outros. As réplicas e modelos impressos em 3D do património cultural permitem aos estudantes examiná-los sem danificar os originais. Os modelos impressos em 3D em anatomia e química são também muito mais baratos do que os modelos disponíveis comercialmente.



Figura 14 – Artefactos impressos em 3D para o ensino da anatomia

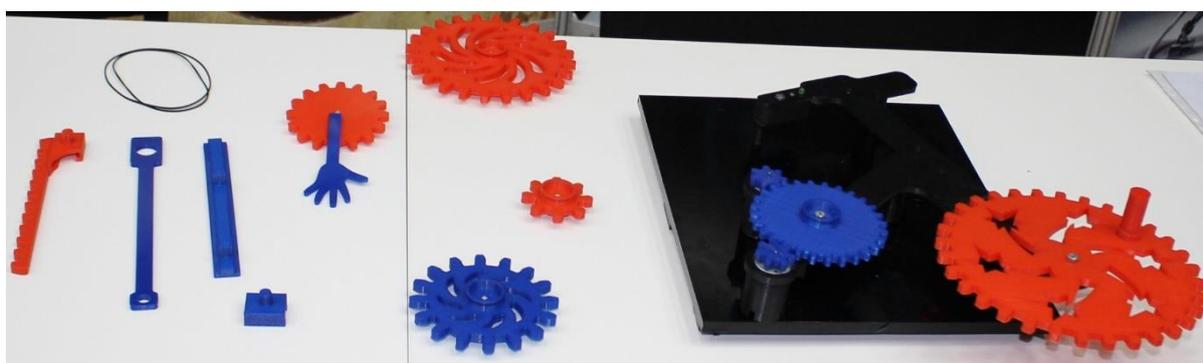


Figura 15 – Artefactos impressos em 3D para o ensino da física

5. **Criação de tecnologias de apoio.** O 3DP é muito útil na criação de artefactos para estudantes com necessidades especiais de aprendizagem, tais como artefactos táteis incluindo gráficos para ajudar no ensino de programação, matemática, alfabetização, mapas geocientíficos, mapas astronómicos e manuais de história.

Cada vez mais escolas estão a incorporar os 3DP nos seus programas educacionais, uma vez que ajuda a preparar melhor os estudantes para o futuro. É uma grande ferramenta para explicar conceitos abstratos com a ajuda de objetos tangíveis, para aumentar a motivação dos estudantes para estudar matérias STEM e para estimular a sua criatividade, facilitando a prototipagem das suas ideias. O 3DP promove o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos estudantes, bem como a sua capacidade de colaboração na resolução de problemas.

Há inúmeros modelos educativos disponíveis para os professores utilizarem nas suas aulas. Por exemplo, entre os mais de 1,7 milhões de modelos 3D carregados no Thingiverse há muitos modelos educativos. Além disso, há mais de uma centena de aulas gratuitas baseadas em 3DP em <https://www.thingiverse.com/education> para uma variedade de níveis e disciplinas.

Prototipagem e fabrico

A flexibilidade e versatilidade do 3DP torna-o ideal para o fabrico e prototipagem em pequena escala. Além disso, como não requer o custo inicial de moldes, modelos ou outras ferramentas específicas para o fabrico tradicional, o 3DP é muito conveniente para a produção de protótipos, peças únicas ou pequenos lotes. Indústrias como a automóvel, equipamento médico e aeroespacial estão a utilizar extensivamente o 3DP tanto para a produção de protótipos como para a produção de peças funcionais.



Figura 16 – Protótipo criado por 3DP



Figura 17 – Partes feitas por 3DP

Medicina

A medicina é um dos sectores que mais beneficia do 3DP. Entre as aplicações, podemos contar próteses, implantes por medida, peças ortodônticas, medicamentos personalizados ou órgãos bio impressos. Os médicos estão a utilizar modelos impressos em 3D de partes do corpo ou órgãos dos pacientes para planear o tratamento e para visualizar, planear e praticar cirurgias. Atualmente, o 3DP é rotineiramente utilizado na produção de dispositivos médicos como mãos protéticas, articulações artificiais da anca ou coroas e pontes dentárias.



Figura 18 – 3DP usado na medicina

Construção e arquitetura

O 3DP oferece enormes oportunidades criativas aos arquitetos e muda completamente a forma de fazer modelos arquitetónicos. Os modelos impressos em 3D são muito menos demorados e trabalhosos do que os modelos tradicionais, permitindo alterações e iterações baratas.



Figura 19 – Modelo arquitetónico feito por 3DP

O 3DP também tem sido utilizado para a construção de vários edifícios e pontes. Nestes casos, as impressoras 3D estão a utilizar materiais como betão, cera, espuma e polímeros. As principais vantagens estão relacionadas com a complexidade do *design*, construção mais rápida, custos de mão-de-obra mais baixos e menos desperdício.



Figura 20 – Impressão 3D de um edifício

Arte, joalheria e moda

Devido à sua capacidade de criar formas e geometrias complexas, o 3DP permite uma grande liberdade de criatividade e é cada vez mais adotado por *designers*, joalheiros e artistas. Graças ao 3DP, é possível experimentar facilmente vários desenhos e produzir peças individuais, únicas e personalizadas muito mais baratas do que com os métodos tradicionais. Materiais como plásticos, cerâmicas, ouro ou platina podem ser impressos em 3D para obter objetos fantásticos.



Figura 21 – Pulseira impressa em 3D



Figura 22 – Moda impressa em 3D. Fonte: Financial Review



Figura 23 – Joias impressas em 3D. Fonte: sculpteo.com

Efeitos de impressão 3D no mercado

O 3DP afeta a estrutura do mercado e tem implicações significativas em várias áreas, incluindo o sector industrial, saúde, educação, serviços, etc. Não só tem efeitos diretos nos processos de produção das empresas, como também tornou possível uma comunidade crescente de fabricantes que desenvolvem e partilham modelos 3D, vendem produtos impressos em 3D, desenvolvem e fornecem as suas próprias impressoras 3D para uso doméstico.

Democratização da tecnologia

O 3DP foi inventado nos anos 80, mas era demasiado caro, com capacidades de produção muito limitadas e só as grandes empresas o podiam utilizar. Desde então, foram feitos enormes progressos em termos de capacidades, complexidade e custos e o 3DP está a tornar-se rapidamente disponível para as massas e é amplamente adotado em todas as indústrias.

Atualmente, a tecnologia 3DP, especialmente a FDM, é amplamente acessível e tem o potencial de democratizar o fabrico de certos bens. Em alguns casos, os próprios consumidores podem fazer alguns objetos usando a sua própria impressora 3D ou serviço de impressão 3D como: *3D Hubs, Shapeways, Sculpteo*, etc.

Além disso, as pequenas empresas e as novas empresas podem agora colocar os seus produtos no mercado mais rapidamente do que nunca, sem necessidade de construir uma instalação de fabrico e reduzindo os riscos através de produção de baixo volume e prototipagem rápida e barata.

Impulsionar a inovação

A 3DP tem a capacidade de perturbar muitas indústrias, de abrir novas oportunidades de mercado e de transformar as cadeias de abastecimento. A capacidade de fazer protótipos mais rápidos e mais baratos permite às empresas e indivíduos estimular a sua criatividade e inovar, trazendo assim novos produtos e soluções para o mercado a um ritmo acelerado. Alguns campos, onde o 3DP possibilita reduções de custos juntamente com melhores resultados, já estão transformados: a forma de fazer modelos dentários, coroas ou alinhadores, a produção de modelos anatómicos, arquitetónicos e educacionais, o processo de fazer joias ou adereços de cinema.

Personalização em massa

Como o 3DP torna económica a produção em quantidades muito reduzidas, promove grandemente a personalização em massa, um processo de produção que fornece aos clientes produtos personalizados a preços de produção quase em massa. Além disso, cria oportunidades

de cocriação, um processo de concepção em que o contributo dos clientes e outros intervenientes desempenha um papel central no desenvolvimento de um produto. Por exemplo, uma empresa chamada Local Motors desenvolveu vários automóveis fazendo uso da cocriação e do 3DP.



Figura 24 – Olli, um vaivém elétrico cocriado. Fonte: <https://localmotors.com>

Ao tornar possível a produção rápida e de baixo custo de objetos personalizados, a 3DP revolucionou inúmeras áreas, incluindo o mercado de próteses.



Figura 25 – Mão protética impressa em 3D. Fonte: <http://enablingthefuture.org/>

Efeitos do 3DP no mercado de trabalho

O 3DP é também um poderoso motor de mudança no emprego e está a afetar o mercado de trabalho global de várias formas. Novos empregos ligados ao 3DP são frequentemente anunciados, para engenheiros industriais e mecânicos, programadores de *software* com experiência 3DP, engenheiros de software especializados no 3DP, designers com conhecimentos

3DP, técnicos de impressoras 3D, especialistas em materiais 3DP, especialistas em pós-processamento, consultores 3DP, etc.

O número de novos empregos criados graças ao 3DP irá crescer nos próximos anos, uma vez que haverá necessidade de pessoas para fabricar, vender, operar, manter e reparar o equipamento 3DP, e gerir as cadeias de fornecimento, a produção e as empresas que fazem tudo isto.

Software de modelação 3D, software de simulação dedicado ao 3DP e outras aplicações de software específicas estão também a criar novos empregos para programadores, programadores de software, especialistas em TIC, etc. Além disso, são criadas categorias de emprego inteiramente novas graças à nova onda de inovação trazida pelo 3DP, como modelistas biológicos e científicos, peritos jurídicos com especialização em 3DP, etc.

Alguns empregos existentes serão transformados por 3DP, exigindo novas competências e diferentes formas de trabalho. Por exemplo, a conceção de peças a serem fabricadas pelo 3DP requer conhecimentos e competências específicas relacionadas com o processo e materiais do 3DP.

Inegavelmente, um grande número de postos de trabalho, especialmente do setor da indústria transformadora, irá desaparecer. Como o 3DP simplifica o processo de produção, haverá menos pessoal necessário nas linhas de produção para as operações de fabrico, soldadura e montagem. Além disso, muitos postos de trabalho nos setores da joalheria e do artesanato estão em risco, dadas as poderosas capacidades do 3DP.

A 3DP tem a capacidade de fabricar eficazmente produtos nos mercados locais, pelo que se espera que muitos postos de trabalho de fabrico atualmente subcontratados na China ou noutros países de baixos salários regressem à Europa.

Benefícios da impressão em 3D para a Educação

O 3DP tem o potencial de facilitar a aprendizagem, desenvolver competências, inspirar criatividade, melhorar as atitudes em relação às disciplinas e profissões STEM e aumentar o envolvimento dos estudantes. Ao mesmo tempo, pode aumentar o interesse e o envolvimento dos professores. Aprender com o 3DP é também muito estimulante porque os estudantes podem obter a experiência em primeira mão de uma disciplina, especialmente nas disciplinas STEM.

Melhorar a participação dos estudantes

O 3DP permite aos professores ilustrar conceitos difíceis e aumentar o envolvimento dos estudantes através de uma aprendizagem ativa. Ao aumentar o envolvimento dentro da sala de aula, a participação dos estudantes pode ser melhorada e pode ser criado um ambiente de aprendizagem satisfatório para todos. Os estudantes estão particularmente empenhados quando utilizam as suas mãos e criam algo que podem ver, tocar, mostrar, explicar e quando podem utilizar os resultados físicos dos seus esforços. Tudo isto é possível através da implementação de 3DP na sala de aula.

Promover a aprendizagem ativa

A aprendizagem ativa visa envolver os estudantes e encorajá-los a interagir com o processo de aprendizagem, em oposição a receber passivamente a informação. O 3DP promove práticas de aprendizagem ativa, permitindo aos estudantes investigar, explorar, conceber ou construir várias coisas e experimentar objetos pelo tocar e sentir. Quando estão envolvidos, os estudantes podem descobrir os seus talentos e podem desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. Além disso, o 3DP ajuda os estudantes a compreender que não há problema em falhar e a ver o fracasso como uma oportunidade de persistir e melhorar.

A utilização de um objeto impresso em 3D no processo de aprendizagem ajuda os estudantes a compreender o assunto e a reter informação.

Encorajar o pensamento criativo

Com o 3DP, os estudantes podem experimentar uma ideia através de tentativa e erro e isto encoraja-os a serem inovadores e criativos. Consequentemente, é mais provável que se lembrem dos factos e das lições aprendidas. A aprendizagem é reforçada uma vez que, durante o processo, eles experimentam coisas novas, testam teorias e pensam de forma mais criativa.

Aumentar o interesse dos estudantes na educação STEM

O 3DP oferece oportunidades de aprendizagem excepcionais através da ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática, permitindo aos estudantes aprender mais facilmente conceitos complexos e proporcionando aos professores novas ferramentas.

Os estudantes estão frequentemente aborrecidos ou frustrados com as aulas STEM ensinadas a partir de livros escolares e não compreendem a relação entre estas disciplinas e as aplicações do mundo real. O 3DP dá aos estudantes a oportunidade de experimentar as disciplinas STEM de uma forma envolvente, excitante e prática e de ver as ligações entre estas e a vida real. O 3DP pode inspirar curiosidade nas disciplinas STEM e encorajá-los a experimentar e explorar uma carreira na ciência ou engenharia.

Proporcionar oportunidades para a prática de diferentes modelos de aprendizagem

O 3DP facilita a implementação de conceitos como "aprender fazendo", "aprendizagem experimental e fracasso" e "desfrutar enquanto se aprende". Encoraja a experimentação criativa, permite a inovação de produtos e o empreendedorismo, apoia a integração de conhecimentos técnicos de outros cursos e facilita abordagens multi e interdisciplinares.

O 3DP não é apenas uma forma de os estudantes experimentarem, mas pode inspirar a próxima geração de engenheiros, arquitetos ou *designers*. Pode também ajudar os estudantes que possam debater-se com as teorias e tópicos de aprendizagem tradicionais de um livro didático, mas que sejam muito mais capazes e bem-sucedidos quando trabalham com objetos físicos. As impressoras 3D são capazes de colmatar a lacuna entre os setores científico e artístico, aumentando a aprendizagem e a produtividade dos estudantes.

O 3DP abre novas possibilidades de aprendizagem que permitem aos estudantes ver as suas ideias ganharem vida e interagir com os objetos que criaram de formas que antes não eram possíveis. Além disso, professores e alunos são capazes de duplicar artigos de museu como fósseis e artefactos históricos, a fim de os estudar na sala de aula, conceber e fazer modelos em 3D que ajudam a compreender melhor as noções de matemática, química, biologia, geografia, etc.

Como o 3DP vai fazer parte do futuro, tanto profissional como pessoal, é muito importante introduzi-lo no ensino.

Tendências de impressão em 3D

O 3DP é uma indústria muito dinâmica com rápidos desenvolvimentos em áreas muito diferentes: equipamento, *software*, materiais, aplicações, legislação, empregos, etc. Irá afetar significativamente o futuro dos povos e das empresas. Consequentemente, existem muitas tendências prováveis do 3DP e possíveis direções de expansão. Nesta secção, discutiremos apenas algumas delas que são relevantes para o nosso grupo-alvo: gestores de escolas secundárias, professores e estudantes.

Uma primeira tendência é a redução contínua dos custos das impressoras 3D e dos materiais 3DP' combinada com uma melhoria das capacidades oferecidas, tornando os 3DP cada vez mais acessíveis. Além disso, graças às melhorias de *software* e hardware, as impressoras 3D e o processo 3DP serão mais simples de gerir, os modelos 3D mais fáceis de obter (modelação 3D e digitalização 3D mais fáceis) e a qualidade das peças finais muito melhorada. Isto contribuirá ainda mais para a difusão do 3DP em casas, escolas e empresas com grandes efeitos na economia e na sociedade.

O 3DP promove a democratização do fabrico e cada vez mais pessoas poderão fabricar vários produtos, criando novas oportunidades de inovação e empreendedorismo. Artistas, artesãos e *designers* irão utilizar cada vez mais o 3DP para criar obras de arte, artigos de moda, peças únicas. Os fabricantes serão capazes de construir cada vez mais coisas à medida que as capacidades do 3DP se forem expandindo.

Espera-se um crescimento significativo do mercado global do 3DP nos próximos anos. O 3DP será cada vez mais adotado em diferentes indústrias, a sua expansão levará a um aumento das vendas de produtos e serviços 3DP, bem como a um aumento do número de novos empregos disponíveis para pessoas com competências e conhecimentos relevantes relacionados com o 3DP. Consequentemente, os estudantes expostos ao 3DP na escola terão uma grande vantagem competitiva no mercado de trabalho. Nos próximos anos, os 3DP tornar-se-ão, em muitos casos, uma alternativa às atuais tecnologias de fabrico. Enquanto atualmente, o 3DP é utilizado principalmente para protótipos e fabrico de pequenos lotes, nos próximos anos espera-se que venha a ser amplamente utilizado em todos os tipos de fabrico.

As tecnologias 3DP continuarão a desenvolver-se a um ritmo acelerado, permitindo peças mais fortes, maiores e de melhor qualidade, maiores velocidades de impressão, menores custos, maior variedade de materiais e novas aplicações. Espera-se que sejam desenvolvidos novos materiais para além de uma maior utilização de materiais como metais, cerâmicas, materiais biológicos, alimentos, etc. Espera-se também que a impressão multimateriais em 3D se torne realidade.



Figura 26 - Conceito para uma grande impressora 3D. Fonte: modix3d.com

O 3DP torna possível a produção de bens quando e onde são necessários. Por exemplo, vários componentes e peças sobressalentes podem ser armazenados como ficheiros digitais que podem ser impressos em 3D a pedido, reduzindo o inventário físico e o espaço relativo do armazém, custos e riscos. Também, no futuro, é provável que, em vez de grandes fábricas centralizadas, haja pequenas lojas locais 3DP. Isto eliminará a necessidade de transportar bens manufacturados, poupando combustível, tempo e mão-de-obra e reduzindo a poluição.

Com 3DP, vários produtos e peças podem ser feitos não só em todos os cantos da Terra, mas até fora da Terra. Já existe uma impressora 3D na Estação Espacial Internacional e existem ideias para construir bases na Lua, Marte ou mais além, utilizando impressoras 3D e materiais locais. A Agência Espacial Europeia (ESA) está a estudar a viabilidade da impressão 3D utilizando solo lunar enquanto a NASA organizou o "Desafio do Habitat Impresso em 3D", um concurso para criar abrigos adequados utilizando recursos disponíveis no local na Lua, Marte ou outros locais semelhantes.



Figura 27 – Uma impressora 3D na Estação Espacial Internacional. Fonte: <https://madeinspace.us>



Figura 28 - Conceito de construção impressa em 3D em Marte. Fonte: NASA

No entanto, a fim de evitar a obstrução de uma adoção mais ampla do 3DP, todos estes avanços técnicos devem ser acompanhados de educação e desenvolvimento de competências. Isto pode ser feito através de uma implementação em larga escala do 3DP na educação, tornada possível por professores com formação adequada e por equipamento, materiais e programas apropriados.

Conclusões

O 3DP começou a ter impacto em muitos aspetos da vida económica e social e o impacto vai ser ainda maior no futuro em termos de aplicações, empregos, indústria, empreendedorismo, etc. Consequentemente, serão necessárias competências e conhecimentos adequados relacionados com o 3DP a fim de beneficiar das oportunidades resultantes e de se adaptar às mudanças. O sector da educação pode apoiar tanto o desenvolvimento do mercado 3DP como a familiarização das pessoas com a tecnologia através da implementação do 3DP na escola, preparando assim os estudantes para o futuro. Um dos requisitos para tornar isto possível é ter professores com formação adequada.



Figura 29 – Professores e 3DP

Aspetos técnicos da utilização do 3DP

Introdução

Escolher a impressora 3D certa pode ser um grande desafio. Especialmente quando se trata de comprar uma impressora para a escola. Temos de prestar atenção tanto à segurança e às possibilidades oferecidas pela impressora como, por outro lado, ter em conta as possibilidades financeiras da escola e os custos de utilização da impressora. Por conseguinte, o texto seguinte familiarizá-lo-á com algumas das especificações e características das impressoras a que vale a pena prestar atenção, a fim de fazer uma compra informada e certificar-se de que a impressora será útil no processo educativo.

O texto seguinte fornecerá o conhecimento dos componentes básicos em que consiste uma impressora 3D, mostrará o *software* de modelação 3D e o software de modelação para um formato que possa ser impresso. Este capítulo fornecerá também uma visão geral dos passos necessários para preparar o seu primeiro modelo e imprimi-lo.

O texto apresenta também exemplos de impressoras, as suas especificações e apresenta canetas. O texto termina com uma breve instrução sobre como estar consciente dos perigos da impressão em 3D, especialmente na escola.

No final, encontrará endereços úteis que o ajudarão no seu trabalho.

Principais componentes da impressora 3D

O primeiro passo para compreender como funciona uma impressora 3D é explorar os seus principais componentes. Este capítulo irá apresentar várias partes importantes da impressora, que deve conhecer.

Painel de Controlo.

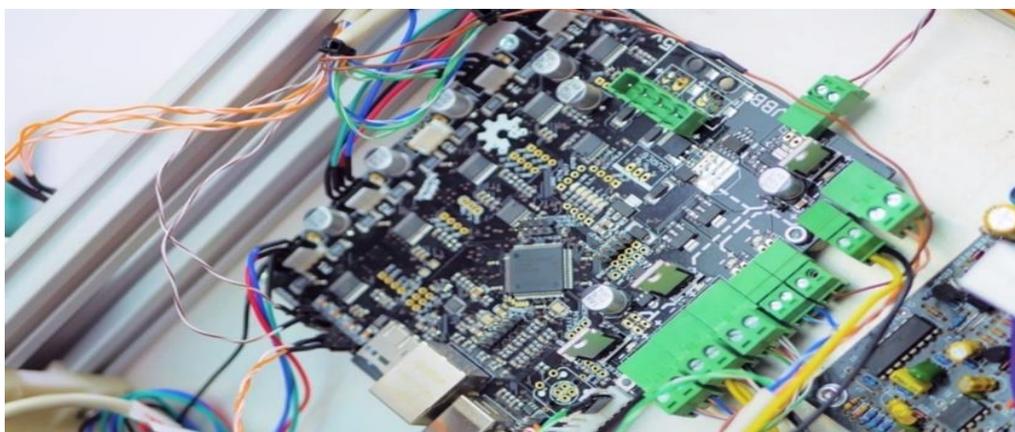


Figura 30 - Painel de Controlo. Fonte: <https://all3dp.com/2/5-fantastic-3d-printer-controller-boards/>

A placa de controlo (por vezes é chamada placa mãe ou placa principal) é a parte principal da impressora 3D. Esta secção é responsável pela gestão da impressora e pela leitura do código G*.

Afeta a qualidade da impressora 3D. Por uma razão, é frequentemente chamada de "cérebro" da impressora.

*Código G é apenas um conjunto de comandos simples e são uma espécie de conjunto de instruções para a impressora.

Estrutura

A estrutura é a base para todas as outras partes da impressora 3D. Um dos seus principais objetivos é assegurar estabilidade para que o processo de impressão decorra nas melhores condições possíveis. Naturalmente, é bom concentrar-se na durabilidade da estrutura ao comprar. Basicamente, pode agora encontrar estruturas feitas de metal ou acrílico. Devido às características do metal, será uma boa escolha, especialmente considerando o facto de que as impressoras 3D na gama de preços baixos já estão cada vez mais disponíveis com molduras metálicas. Outra coisa a que vale a pena prestar atenção é o tipo de estrutura que iremos escolher. Existem construções abertas e fechadas (também se podem encontrar estruturas semifechadas, mas isto é bastante raro). A armação fechada será uma melhor escolha (praticamente necessária) quando se trabalha com material ABS, porque tal construção permite manter altas temperaturas (o que não é possível na construção aberta) exigidas por este tipo de filamento.

Materiais de impressão



Figura 31 - Filamentos. Fonte: <https://www.allthat3d.com/3d.com/3d>

Fonte de alimentação

A fonte de alimentação já está muitas vezes incorporada na estrutura da sua impressora. Pode também ser um produto separado. A sua finalidade é fornecer energia à sua impressora 3D. Certifique-se de que a sua fonte de alimentação é compatível com a sua impressora. Quando encomendar uma impressora de outro país (por exemplo, China), certifique-se também de que a fonte de alimentação é compatível com a voltagem utilizada no país onde vive.¹

Extrusora / Cabeça de impressão

A extrusora é um dispositivo cuja finalidade é a extrusão do filamento. É constituído por várias partes importantes, que são apresentadas na figura abaixo.

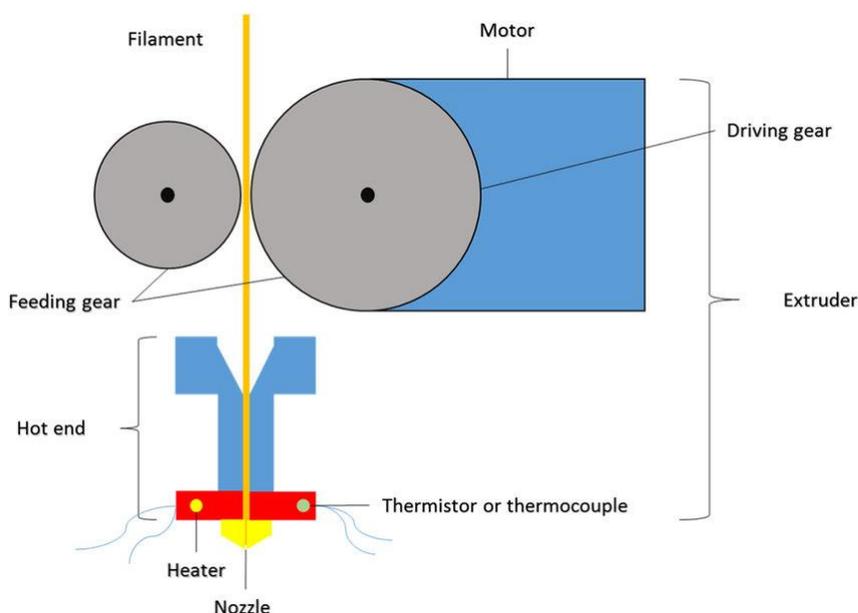


Figura 32 - Extrusora. Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-picture-of-3D-printer-extruder_fig4_311883713

O mais importante que deve saber é que a extrusora está basicamente dividida em duas partes: extremidade quente e extremidade fria.

A parte fria é constituída por um motor e um dispositivo de alimentação, e o seu objetivo é simplesmente mover o filamento em direção ao bocal. A parte quente consiste no aquecedor, bocal e termístor do termopar. Nesta parte, o pilar é aquecido e extraído pelo bocal à temperatura correta. Vale a pena saber que existem muitas possibilidades diferentes no que diz

¹ <https://3dinsider.com/3d-printer-parts/>

respeito ao bocal. Pode encontrar diferentes tamanhos de bocal: maior ($> 0,4\text{mm}$) e menor ($0,4\text{mm}$). Podem ser feitos de diferentes materiais e concebidos para diferentes filamentos².

Base de impressão em 3D

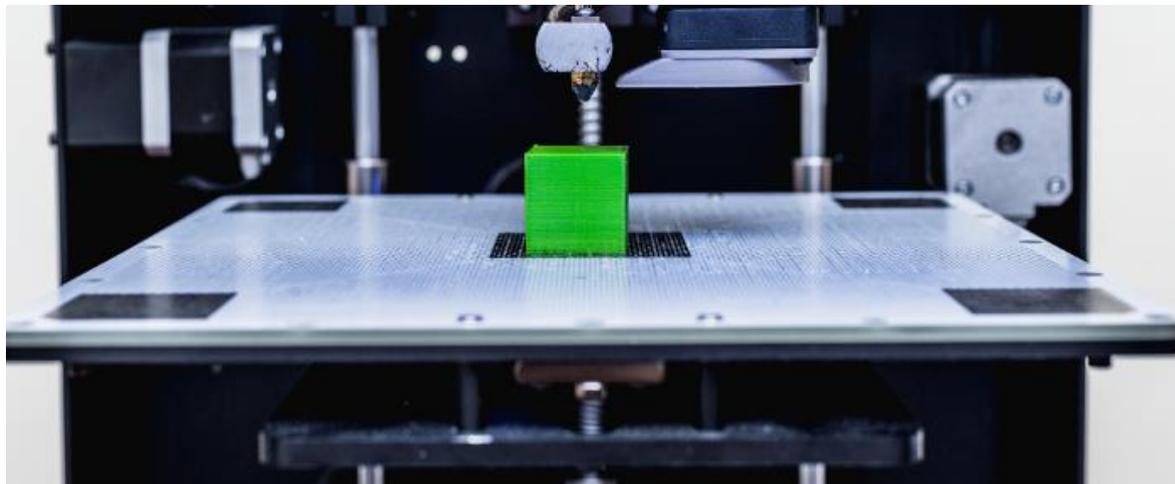


Figura 33 - Base de impressão em 3D. Fonte: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

Em termos simples, é aqui que o produto final é criado. Algumas tipografias utilizam bases de impressão aquecidas e outras não. Basicamente, quando se utiliza material PLA não há necessidade de uma base de impressão aquecida. É diferente com o ABS e outros filamentos mais avançados, onde é realmente necessário. O próprio leito de impressão é feito de diferentes materiais (por exemplo, vidro/alumínio). Vale a pena notar se eles calibram automaticamente para impressão ou se o utilizador deve fazê-lo manualmente³.

² <https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>

³ <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>



Escolha de uma impressora 3D

Para poder escolher a impressora certa para a sua escola, deve primeiro compreender o que significam as especificações individuais que estão listadas na descrição do produto. Além disso, deve ter uma visão de como os alunos irão trabalhar na sala de aula, para que possa satisfazer melhor as suas expectativas. Mais tarde, no texto encontrará exemplos de impressoras e as suas especificações.

Ao comprar uma impressora para a escola, consideramos o equipamento amador em vez de muito profissional. Afinal, a impressora foi concebida para ensinar os princípios básicos da impressão 3D e transmitir ideias e os conhecimentos necessários para compreender o processo de impressão. Não é possível tornar-se um especialista em apenas algumas aulas escolares e ter a necessidade de utilizar equipamento muito profissional.

Portanto, vejamos algumas escolhas e as suas especificações:

Caneta de impressão em 3D

Descrição: O primeiro produto não é tanto uma impressora mas sim uma caneta, o que nos permitirá criar coisas em 3D. A sua principal vantagem é o preço. A caneta é barata, mas é feita de tal forma que os alunos podem compreender como funciona a impressão em 3D. Há um filamento especial na caneta (na maioria das vezes será ABS que é um acrilonitrilo-butadieno-estireno). Depois é aquecido e "sai" através da caneta como um líquido, que congela quase instantaneamente no ar.



Figura 34 – Exemplo de uma caneta 3D. Fonte: <https://3dprint.com/119065/colido-3d-printing-pen/>

Como a utiliza na aula?

A caneta pode ser usada durante a aprendizagem dos mais novos porque é completamente segura. Graças a ela, eles compreenderão como funciona a impressão em 3D e poderão praticar as suas capacidades artísticas. Como os resultados de trabalhar com ela são visíveis imediatamente e não é preciso esperar por eles, pode ser muito eficaz. Os filamentos são relativamente baratos e facilmente acessíveis. Além disso, é possível comprar *stencils* adicionais que lhe permitem criar projetos interessantes. O que é interessante é que algumas empresas, como a **3Doodler**, oferecem planos de aulas e pacotes de aprendizagem prontos, que as escolas podem utilizar.

Exemplos de produtos:

- **3Doodler**

Loja: <https://intl.the3doodler.com/pages/pricing>

- **3Dsimo MultiPro**

Loja: <https://3dsimo.com/multipro>

Impressoras 3D para escolas

Descrição: Entre as impressoras 3D que podem ser utilizadas para fins amadores ou para ensinar a impressão 3D, é melhor utilizar modelos que são relativamente baratos, pois não nos devemos preocupar com a alta qualidade da impressão, mas mais com o ensino do funcionamento desta tecnologia.

Quando se trata de produtos amadores, vale a pena concentrarmo-nos em alguns dos seus elementos, tais como: a **estrutura** - certifique-se de que a estrutura é forte e tão rígida quanto possível, ou o **filamento** - certifique-se de que o filamento pode ser montado rápida e facilmente no cabo.

Como usar na sala de aula?

A utilização da impressão em 3D na sala de aula pode ser feita a muitos níveis. Desde a aprendizagem do processo teórico de impressão até à criação e impressão de modelos.

Quando se trata de impressão de modelos, estes podem geralmente ser obtidos de cinco formas:

- Faça você mesmo;
- Descarregar modelos gratuitos a partir da Internet;
- Comprar um projeto a partir da Internet;

- Pedir a alguém que prepare um projeto por nós;
- Utilizar o *scanner* 3D num objeto⁴.

Alguns exemplos de páginas com projetos gratuitos e pagos:

- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.myminifactory.com/store>
- <https://www.instructables.com/>
- <https://www.prusaprinters.org/>
- <https://cults3d.com/en>

Como pode ver, muitos modelos estão disponíveis para descarregar gratuitamente. Estes são, claro, desenhos geralmente muito simples, mas são ótimos para apresentar uma impressão em aula.

Software de modelagem 3D

Se quiser criar o seu próprio modelo 3D, terá de utilizar um *software* de modelação gratuito. Aqui estão alguns programas que pode utilizar para o fazer. Tem disponíveis opções tanto gratuitas como pagas. Dependendo das suas capacidades, poderá também utilizar ferramentas mais ou menos profissionais. O pré-requisito para este programa é que tem de guardar o modelo acabado em formato STL.

*STL Formato - este é um formato criado para o fabrico de aditivos por Sistemas 3D. É um produto final da modelação CAD (normalmente). Codifica a geometria de um objeto 3D*⁵.

1. FreeCAD

É um programa de código-fonte aberto e é totalmente gratuito.

Para o utilizar, é necessário conhecer os requisitos para a versão atual do programa. Neste momento pode descarregá-lo para Windows (mínimo Win 7); Mac (mínimo Mac OS X 10.11 El Capitan) e Linux⁶. Basta descarregá-lo e instalá-lo e pode começar a criar os seus modelos.

Preço: Grátis

Formatos de ficheiros: STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, DAE

⁴ <https://3dprintingcenter.net/2020/01/11/5-things-that-need-to-be-considered-when-buying-a-3d-printer/>

⁵ <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>

⁶ <https://www.freecadweb.org/downloads.php>

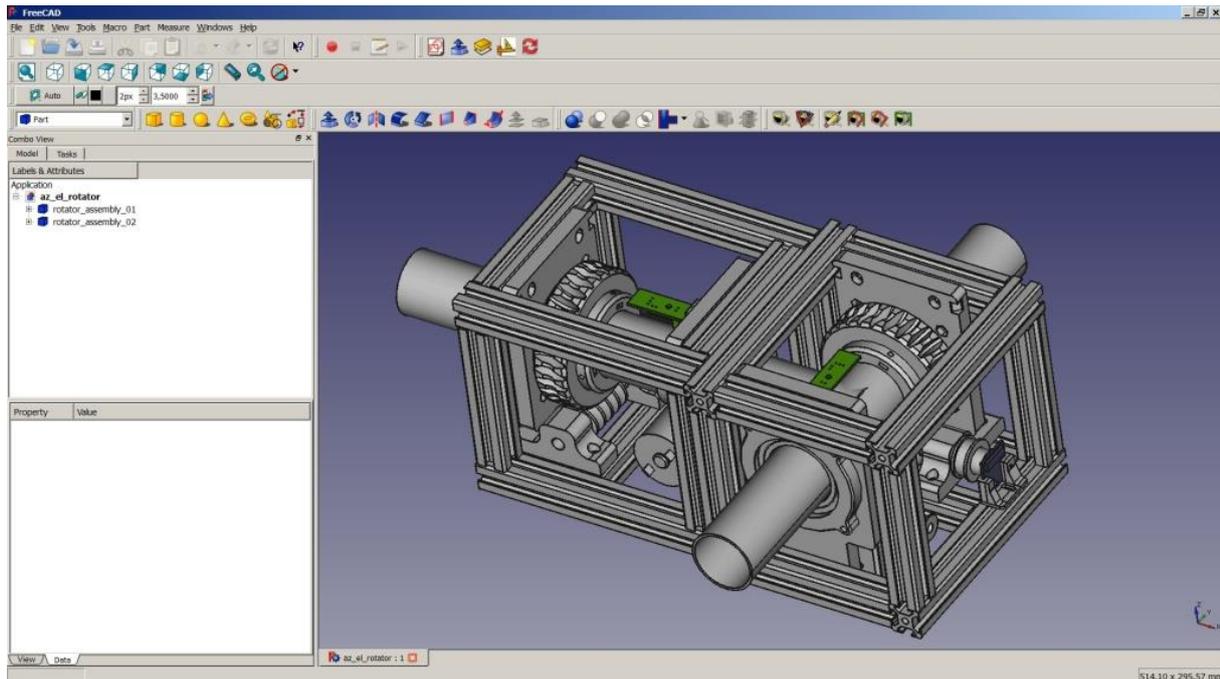


Figura 35 - FreeCAD. Fonte: https://wiki.freecadweb.org/Release_notes_0.16

2. SketchUp

SketchUp é um outro programa que lhe oferece a possibilidade de criar modelos 3D. Pode ser usado gratuitamente, mas neste caso é limitado. Existem diferentes planos e os preços dependem do tipo de cliente que se é. Pode ser efetuado através de um *browser*.

- Para Particulares;
- Para Profissionais;
- Para o Ensino Superior;
- Primário e Secundário.

Se escolher a opção livre, a única coisa que precisa de fazer é registar-se na plataforma.

Preço: A opção gratuita está disponível, mas limitada.

Formato dos ficheiros: SKP, STL, PNG

3. TinkerCAD

O TinkerCAD é interessante porque pode desenhar num *browser*, pelo que não precisa de instalar nada. É uma ferramenta realmente fácil e simples, por isso é bom para os principiantes aprenderem. Tudo o que precisa de fazer é criar uma conta na plataforma e está pronto para começar. Assim, pode utilizá-la para impressão em 3D.

Pode usar lições prontas em 3D para aprender a desenhar diferentes modelos.

Preço: Free

Formato dos ficheiros: OBJ, SVG, STL, PART

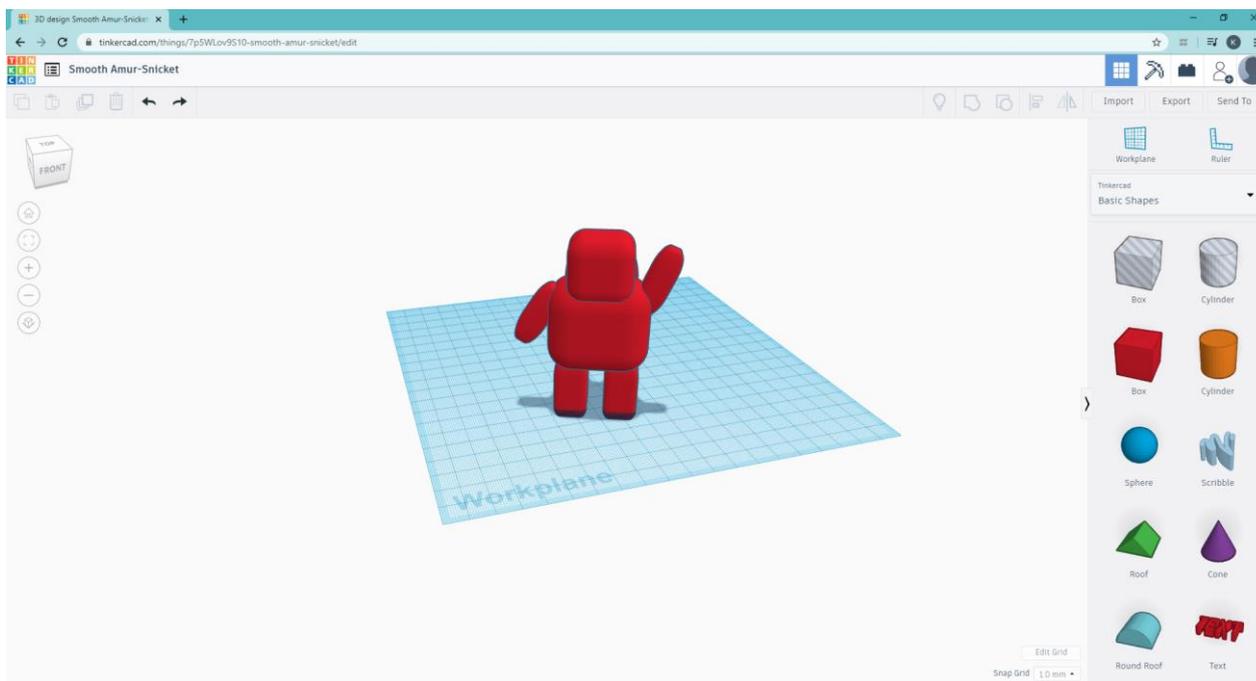


Figura 36 – TinkercAD

Existem muito mais programas/plataformas para criar tais modelos. A escolha deve normalmente depender da sua experiência e da complexidade dos modelos que pretende criar. Para os usuários de iniciação, a melhor opção é provavelmente o TinkercAD.

Software de corte em 3D

Quando tiver o seu modelo pronto, a próxima coisa a fazer é convertê-lo através de um cortador de impressão 3D. Pode encontrar muitos fornecedores de *software* gratuito, tais serviços.

O objetivo deste *software* é converter o modelo preparado em formato STL (na maioria das vezes será STL mas pode ser outros formatos como AMF ou OBJ) para comandos de impressora (código G), o próximo passo é transferir o código G⁷, (por exemplo, via USB) para a impressora e imprimir o modelo em si.

O *software* de corte tem o papel de dividir o modelo em camadas mas é também responsável, por exemplo, pela criação de estruturas de suporte. Os suportes são necessários se a forma do objeto impresso assim o exigir. Proporcionam estabilidade durante o processo de impressão e impedem que o filamento se espalhe. Não tem de colocar os suportes durante o processo de

⁷ Evans, Brian. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. ISBN 978-1-4302-4393-9.

modelação no seu *software*, o cortador fá-lo-á para indicar onde eles serão necessários. Claro que, após a impressão dos suportes, terá de se livrar deles.

Além disso, o Slicer permitir-lhe-á gerir várias variáveis que afetam a qualidade do seu produto final. Estas incluem: altura da camada, espessura da parede, densidade de enchimento, velocidade de impressão. Após a definição destes critérios, o processo de corte é automático. O resultado do cortador é o código G.

Há um grande número de cortadores no mercado. Exemplos disso são:

Cura



Figura 8 – Cura. Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))

Cura é *software* livre e foi concebido para todos os tipos de utilizadores, desde principiantes a avançados. É definitivamente um dos mais populares cortadores. Cura suporta formatos tais como: STL, 3MF e OBJ. Uma solução interessante oferecida por Cura é, por exemplo, a capacidade de ver o tempo de impressão ou ver uma estimativa da quantidade de material a ser utilizado⁸.

SLic3r



Figura 37 – SLic3r. Source: <https://amtech3d.com/software/slic3r-logo-with-text/>

⁸ <https://all3dp.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>

Slic3r é outro *software* gratuito muito popular dedicado ao corte de modelos 3D. Slic3r é caracterizado por uma multiplicidade de configurações e opções. Muitas das configurações que consideramos serem padrão hoje em dia têm as suas origens neste *software* em particular⁹. Outras características deste *software* são que é muito rápido e fácil de usar. Suporta os formatos STL, AMF e OBJ. No caso do Slic3r não há tempo de impressão mostrado e não se pode ver qualquer estimativa da quantidade de material (como era no Cura).

Netfabb Standard



Figura 38 – Netfabb. Fonte: <https://cimquest-inc.com/netfabb/>

Esta é outra solução (cortador) que prepara modelos para a impressão 3D. É muito complexa, mas é paga. Custa 30 dólares por mês (pode também escolher um contrato mais longo, por exemplo, um contrato anual e o preço mensal baixará). Netfabb oferece alguns outros produtos, tais como Netfabb premium / ultimate. Este *software* é propriedade da Autodesk (adquirido em 2015)¹⁰. Este *software* permite naturalmente gerir um ficheiro STL, por exemplo, analisando-o, editando-o e fixando-o. Trata-se de uma ferramenta avançada, por isso é mais para utilizadores profissionais.

Contudo, independentemente do *software* que decidir utilizar para corte, o que importa é o resultado final, que é o produto final.

Vamos resumir o conhecimento que já temos e seguir todo o processo de impressão.

⁹ Ibidem.

¹⁰ <https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview?plc=NETFS&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

Passos para imprimir o modelo 3D.

Passo 1. Pensar no que queremos criar. Devemos também lembrar-nos dos limites da tecnologia de impressão 3D e da nossa impressora (por exemplo, área de construção de tamanhos específicos, etc.).

Passo 2. Preparar um modelo no programa para criar modelos 3D tais como o FreeCAD, SketchUp, TinkerCAD ou qualquer outro modelo de que goste e ao qual tenha acesso. Idealmente, o resultado final da modelação deve ser um ficheiro .stl/.obj.

Passo 3. Use uma aplicação cortadora como Cure, que converte o seu modelo em código G, que pode ser "lido" por uma impressora 3D. Aqui pode definir muitas variáveis que afetam o produto final (por exemplo, temperatura / velocidade de impressão).

Passo 4. Impressão e recolha do produto final.

Passo 5. Após a impressão, poderá descobrir que o produto não é perfeito. Terá então de encontrar um ponto sensível e corrigir as imperfeições. Por isso, aqui estão dois caminhos. O primeiro é verificar se existem erros e corrigi-los, e o segundo é obter o produto final (o desenho que desejava) e pode imprimi-lo repetidamente, sabendo que será sempre da mesma qualidade.

Especificação técnica de algumas impressoras populares 3D

Monoprice MP Select Mini 3D Printer V2



Figura 39 - Monoprice MP. Fonte: https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

A impressora acima referida custa cerca de 200 euros. É relativamente barata e o seu produtor garante que é a melhor na sua classe de preços. A impressora tem uma placa de construção aquecida e permite trabalhar em diferentes filamentos. Pode ligar-se a ela também através de WI-FI. O produtor também assegura que a impressora já está calibrada e pronta a usar, pelo que não há necessidade de a montar, etc. Isto irá certamente poupar-lhe tempo.

A impressora é compatível com os sistemas operativos Windows e Mac, tem uma ranhura para cartões microSD e uma entrada USB.

O fabricante também assegura que é compatível com Cura, Repetier e muitos outros. Além da impressora, estão incluídos vários outros acessórios tais como cabo micro USB, cartão microSD, raspador e muitos mais. A equipa de apoio ajuda antes e depois da compra, fornecendo apoio técnico e permitindo também a devolução do produto¹¹.

Técnica: FDM

Área ocupada: 120x120x120mm

Diâmetro do bocal: 0,4 mm

Material do filamento: PLA / PLA+

¹¹ https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Creativity Ender 3 Pro



Figura 40 - Creativity Ender 3 Pro. Fonte: https://pl.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp_009869130016.html

Outra impressora apresentada é a Creativity Ender-3 Pro. O seu custo é de cerca de 300 euros. Tem um espaço de construção maior do que a impressora anterior e mais possibilidades em termos do tipo de filamento que podemos utilizar. A impressora deve ser dobrada, embora já esteja parcialmente dobrada, pelo que não deve ser muito morosa. O fabricante garante que o aquecimento demora apenas 5 minutos e que se pode retomar a impressão após desligá-lo (automaticamente). O produtor também inclui vários acessórios no conjunto ¹².

Técnica: FDM

Área ocupada: 220x220x250

Diâmetro do bocal: 0,4 mm

Material do filamento: PLA, ABS, Madeira, TPU, Cor Gradação, carbono, fibra, etc.¹³.

¹² <https://botland.com.pl/pl/drukarki-3d-creality/13447-drukarka-3d-creality-ender-3-pro.html>

¹³ <https://www.drukarki3d.seb-comp.pl/drukarki-3d/273-creality-ender-3-pro.html>

Recomendações relativas às impressoras 3D para aplicações escolares

Que medidas devem ser tomadas antes de comprar uma impressora 3D?

1. Determinar o orçamento

O primeiro passo na escolha de uma impressora deve ser a determinação do orçamento. Isto permitir-lhe-á definir mais ou menos em que segmento da impressora se deve concentrar. Podemos encontrar impressoras por cerca de uma dúzia de euros (como algumas 3D pence) e aquelas que custam vários milhares de euros (para uso industrial). O preço será um dos principais critérios para muitas escolas.

2. Apoio ao cliente

Antes de comprar uma impressora, é uma boa ideia verificar se a empresa que vende o produto tem apoio técnico aos clientes, como política de devolução e se, por exemplo, existe um acesso fácil a peças de substituição. Isto pode ser muito importante, dado que não é difícil danificar a impressão em aula. Outra questão é que o apoio técnico pode ser útil logo na fase de montagem e instalação do *software*. Especialmente se os professores não tiverem tido a oportunidade de utilizar a impressão em 3D antes e não tiverem conhecimentos sobre eletrónica e automatização.

3. Segurança

Dado que a impressora será utilizada para a aprendizagem em sala de aula e será utilizada por muitas pessoas, deve ser segura para funcionar. Ver capítulo 4 para mais informações sobre segurança e sobre o que se deve estar atento quando se trabalha com o equipamento.

4. Tamanho da área de impressão

Isto dir-nos-á o tamanho dos objectos que podemos imprimir. No entanto, vale a pena perceber que não será necessária uma grande área de construção para aprender a impressão em 3D. As grandes impressões geram muito tempo (mesmo alguns dias) e o seu custo (eletricidade, materiais) é também muito elevado. Além disso, com impressões maiores há o risco de danificar o modelo por uma pessoa inexperiente.¹⁴

5. Tecnologia de impressão

O capítulo anterior-Introdução ao 3DP-apresenta-lhe diferentes tecnologias de impressão. Consulte-o e pense na sua escolha. A opção mais barata será provavelmente a tecnologia FDM.

¹⁴ <https://www.tomsguide.com/us/3d-printer-buyers-guide,news-17651.html>

6. Produto pronto a usar ou a necessitar de montagem

Ao comprar uma impressora a um preço inferior, deparamo-nos frequentemente com o facto de que teremos de ser nós próprios a montá-la. Para além da montagem, também é necessário refinar as suas definições, o que pode ser moroso. Por conseguinte, vale a pena prestar atenção à forma em que a impressora 3D chegará à escola.¹⁵

Aspeto técnico da utilização da impressora 3D

Ainda a tecnologia mais popular e mais frequentemente utilizada para fazer produtos 3D de uma forma amadora é o FDM/FFF. Por conseguinte, esta parte irá concentrar-se nela como uma boa escolha para as escolas.

Vale a pena começar com uma explicação de que a tecnologia FDM (Fused Deposition Modelling) não é a mesma que a FFF (Fused Filament Fabrication), mas existem aqui tantas semelhanças que muitas vezes podemos encontrar ambas as formas mencionadas pelo vendedor. Mas para esclarecer isto, deve saber que a tecnologia FDM apareceu em 1989, e foi criada por um casal (Scott e Lisa Crump), que também fundou a Stratasys no mesmo ano. Em 2005, a mesma tecnologia foi explorada por Adrian Bowyer (docente universitário britânico), que criou o famoso projeto de impressora "RepRap". A patente FDM expirou em 2008, o que abriu a porta a Bowyer para promover a sua solução. Uma vez que ele não podia usar o nome FDM (tinha proprietário), ele descreveu a sua tecnologia como FFF¹⁶.

A impressão nesta tecnologia baseia-se no facto de primeiro o material (por exemplo ABS) aquecer na cabeça à temperatura requerida (normalmente entre 180 - 260 graus Celsius), que é depois aplicada à área de construção camada por camada. O trabalho com a tecnologia FDM requer frequentemente a adição de suportes adicionais. Quando se trata de impressão em 3D na escola, esta tecnologia funcionará muito bem. Embora os produtos produzidos não sejam da mais alta qualidade, serão perfeitos para fins educacionais.

Vejamos agora alguns dos fatores que irão afetar a qualidade e o tempo de produção dos modelos. Isto permitir-nos-á aprender algumas características específicas desta tecnologia.

Área de construção: A dimensão da área de construção é dada em 3 dimensões: X, Y e Z.

¹⁵ <https://3dinsider.com/guide-buying-3d-printer/>

¹⁶ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>



Figura 41 – Área de construção. Fonte: Baseado em: <https://shop.prusa3d.com/pl/drukarki-3d/181-drukarka-3d-original-prusa-i3-mk3s.html>

O tamanho da área de construção estará diretamente relacionado com o tamanho que os objetos podem ser impressos.

Outro fator aqui será a altura da camada de material aplicado. Depende também do material. O que se deve saber é que a definição de uma altura menor resultará num tempo de impressão mais longo, mas com maior precisão. A colocação oposta resultará num produto acabado mais rápido, mas será de menor qualidade.¹⁷.

Entre os materiais que podemos utilizar na impressão FDM, podemos referir:

- **ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno - Acrylonitrile Butadiene Styrene, em inglês)**

É um dos materiais mais frequentemente utilizados. É caracterizado pela sua alta resistência e dureza. No entanto, são produzidos fumos perigosos quando se trabalha com ele. Deve ter uma sala bem ventilada. Outra característica é o elevado encolhimento do material. Por conseguinte, deve ser utilizada uma temperatura elevada (240-260 graus) e uma mesa de trabalho aquecida. Entre as suas desvantagens, há também um odor desagradável característico.

- **PLA**

O PLA (ácido poliláctico) é o segundo (ao lado do ABS) material mais popular utilizado na impressão 3D FDM. As suas características incluem a biodegradabilidade e a baixa retração do

¹⁷ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>

processamento. É frequentemente utilizado como material para a preparação de peças de demonstração. Vale a pena salientar que o PLA não necessita de uma mesa aquecida e a sua impressão é bastante rápida.¹⁸



Figura 42 – Compação entre ABS e PLA. Fonte: 3DHubs.com

Outros materiais interessantes e que estão a ganhar popularidade incluem:

- Nylon (PA);
- PC (Policarbonato);
- PETG;
- HIPS;
- Filamento Titant HT;
- Filamento flexível .

Na grande maioria dos casos, o produtor de cada um dos filamentos dá as especificidades de utilização (seleção de temperatura, etc.).

Informações sobre segurança

Embora a impressão em 3D seja relativamente segura, como qualquer ferramenta, pode causar danos se não for utilizada corretamente. Neste capítulo listaremos vários tipos de riscos para os utilizadores de impressoras 3D que precisa conhecer para poder utilizar estes dispositivos de

¹⁸ <https://3dreaktor.pl/Filament-PLA-wlasciwosci-i-drukowanie>

forma consciente e segura Concentrar-nos-emos também aqui nos perigos da utilização de impressoras 3D amadoras e não industriais. O primeiro destes riscos são lesões mecânicas. O desenho específico e aberto de modelos mais baratos de impressoras 3D tem a característica específica que podemos alcançar com a nossa mão qualquer peça. No entanto, os perigos resultantes são bastante pequenos (um golpe, cortes menores). No entanto, não devemos colocar as nossas mãos em peças móveis durante a impressão. Mas pode revelar-se mais perigoso puxar a impressão acabada. É por isto que normalmente se faz com uma espátula, porque a primeira camada adere com bastante firmeza à área de construção. Aqui pode obter uma lesão durante o arranque quando se pressiona com demasiada força com a espátula e se bate com a outra mão¹⁹.

Dica durante a aula: *Considere os danos e não deixe que as crianças coloquem as mãos numa impressora 3D funcional, a boa prática pode ser que seja o único a puxar o produto acabado.*

As queimaduras são outro perigo que pode ocorrer quando se trabalha com impressoras 3D. Os dois elementos principais que podem ser mais perigosos numa impressora são a cabeça de impressão e a área de construção.

Dica durante a aula: *Certifique-se de que os alunos não tocam nestas peças enquanto trabalham.*

Falha do equipamento - Um dos danos mais perigosos pode ser a falha do equipamento. Para além do aspeto das despesas adicionais de reparação e do tempo de aula perdido, algumas falhas podem ter consequências bastante graves que podem mesmo acabar por incendiar a impressora.

Dica durante a aula: *Lembre-se de ter o equipamento para extinguir um possível incêndio. Lembre-se de monitorizar o trabalho da impressora.*

Um risco bastante significativo, especialmente quando se trabalha com uma impressora numa sala de aula, são partículas e fumos gerados durante a impressão. São formados principalmente durante a utilização da tecnologia FDM. Estudos mostram que a utilização de vários 3DPs no escritório pode aumentar o UFP (partículas ultrafinas) de ~2500 para ~25000, o que pode afetar a deterioração do sistema respiratório²⁰.

Dica durante a aula: *Analise a colocação da(s) sua(s) impressora(s) e selecione um filamento adequado de baixas emissões. Lembre-se de manter uma distância segura durante a impressão e utilizar as impressoras apenas em salas bem ventiladas.²¹*

¹⁹ <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/18295-d-printing-and-worker-safety>

²⁰ Patryk Szyndler, Selected aspects of 3D print technology, Zeszyty Naukowe WSP nr 3/2017 Technologie. Procesy. Bezpieczeństwo. (Red. tomu) M. Chrzęścik, Wyższa Szkoła Promocji, Mediów i Show Businessu, Warszawa 2018

²¹ https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-148_3DPrinterSafety.pdf

Recursos de software adicionais

Alguns recursos adicionais para que possa preparar os seus produtos 3D.

Software para criar modelos 3D

FreeCAD	https://www.freecadweb.org/
SketchUp	https://www.sketchup.com/
Tinkercad	https://www.tinkercad.com/
Meshmixer	http://www.meshmixer.com/

Software para corte de modelos 3D

Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura
Slic3r	https://slic3r.org/
Z-Suite	https://support.zortrax.com/downloads/
IceSL	https://icesl.loria.fr/

Modelos 3D grátis

Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
CGTrader	https://www.cgtrader.com/
PrusaPrinters	https://www.prusaprinters.org/prints
Zortrax library	https://library.zortrax.com/
Repables	https://repables.com/
NASA	https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable

Boas fontes de informação sobre impressão 3D

https://3dprinting.com/
https://3dinsider.com/
https://all3dp.com/

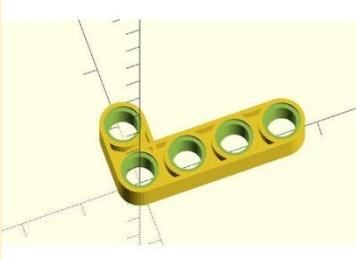
Coleção de estudos de caso

Estudo de caso #1

Título do estudo de caso	Tecnologia de ensino com impressão D3
Tema da aula	Modelagem de peões para jogos de tabuleiro.
Objetivos educativos	Reconhece e utiliza materiais compostos, plástico. Desenvolve o pensamento tecnológico e as competências.
Descrição	Um professor de Tecnologia utiliza a impressão em 3D para criar modelos de peões que podem ser utilizados em jogos de tabuleiro.
- Lugar	Escola primária Jan Twardowski, Nowa Wieś
- Data	-----
- Métodos	O modelo 3D é criado com base numa equação matemática usando o software Wolfram Mathematica, depois exportado como ficheiro .STL. Em seguida, o ficheiro .STL é preparado com um <i>software</i> de corte e enviado para uma impressora 3D.
- Efeitos desejados	Os estudantes compreendem muito melhor e mais facilmente o conceito de impressão D3. Podem criar os seus próprios modelos de peões.
- Dificuldades	-----
Software de modelização utilizado	TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Inovação da abordagem	Os estudantes podem expandir livremente a base básica do bloco. Desenvolvem a sua imaginação através da implementação dos seus próprios projetos.
Opiniões dos alunos	Possibilidade de imprimir novas formas geométricas.
Fotos, links úteis (se disponível)	

Estudo de caso #2

Título do estudo de caso	Blocos de Lego compatíveis - desenvolvimento de recursos.
Tema da aula	Desenho e impressão de blocos de Lego compatíveis.
Objetivos educativos	Desenvolver o pensamento e as competências tecnológicas. Desenvolvimento ilimitado da imaginação através da implementação dos seus próprios projetos.

<p>Descrição</p> <p>- Lugar</p> <p>- Data</p> <p>- Métodos</p> <p>- Efeitos desejados</p> <p>- Dificuldades</p>	<p>Um professor de TI utiliza a impressão em 3D para criar blocos compatíveis que serão utilizados para expandir os recursos existentes. Iremos imprimir a parte em falta da nossa construção.</p> <p>Escola Primária Jan Twardowski, Nowa Wieś</p> <p>-----</p> <p>O modelo 3D é criado com base numa equação matemática usando o <i>software</i> Wolfram Mathematica, depois exportado como ficheiro STL. Em seguida, o ficheiro.STL é preparado com um <i>software</i> de corte e enviado para uma impressora 3D.</p> <p>Os estudantes compreendem muito melhor e mais facilmente o conceito de impressão D3.</p> <p>-----</p>
<p>Software de modelização utilizado</p>	<p>TinkerCAD - https://www.tinkercad.com</p>
<p>Inovação da abordagem</p>	<p>Os estudantes podem expandir livremente a base básica do bloco. Desenvolvem a sua imaginação através da implementação dos seus próprios projetos.</p>
<p>Opiniões dos alunos</p>	<p>Possibilidade de imprimir blocos inexistentes, por exemplo, rodas muito grandes ou engrenagens específicas.</p>
<p>Fotos, links úteis (se disponível)</p>	<p>http://www.swiatdruku3d.pl/wydrukuj-wlasne-klocki-mybuild-pasujace-do-lego/</p> <p>https://www.thingiverse.com/thing:2503065</p>  <p>Fonte: http://www.swiatdruku3d.pl</p>  <p>Fonte: https://www.thingiverse.com/</p>

Estudo de caso #3

Título do estudo de caso	Compreender a ligação entre a abstração e a concretização
Tema da aula	Filosofia: Apoio a estudantes autistas de alto funcionamento
Objetivos educativos	Facilitar a compreensão da ligação entre o pensamento abstrato e o objeto. Ajudar a compreender a ligação entre o projeto e a realização
Descrição	Atividade multidisciplinar (modelação-arte-esboço) e filosofia
- Lugar	Ensino secundária artística - liceu científico - liceu clássico
- Data	-----
- Métodos	Aula orientada que destaca como o modelo 3D pode ser traduzido num objeto físico.
- Efeitos desejados	Aumentar a capacidade de pensamento abstrato e de resolução de problemas
- Dificuldades	Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente dos professores sobre a utilização de impressoras 3D
Software de modelização utilizado	Não relevante. Um conjunto de modelos prontos para serem impressos pode ser útil
Inovação da abordagem	Estudantes com dificuldades em compreender o pensamento abstrato arriscam-se a ser desconcentrados se lhes for pedido que construam modelos à escala, o uso da impressão em 3D elimina a fase de construção manual do objeto e realça a ligação direta entre modelo e objeto
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	

Estudo de caso #4

Título do estudo de caso	Conhecimento do funcionamento de impressoras 3d como uma competência profissional básica necessária
Tema da aula	Modelação e desenho técnico
Objetivos educativos	Aquisição de competência profissional
Descrição	Workshop técnico
- Lugar	Liceu científico - liceu técnico
- Data	-----
- Métodos	Workshop

- Efeitos desejados	Aquisição de competência profissional, experiência de formação de equipas
- Dificuldades	Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D
Software de modelização utilizado	sem relevância
Inovação da abordagem	A competência de impressão 3d não está incluída no programa escolar oficial. A competência será uma vantagem competitiva para o aluno após a obtenção do diploma à procura de um emprego.
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	

Estudo de caso #5

Título do estudo de caso	Do mapa para a cidade
Tema da aula	Apoio a estudantes autistas de alto funcionamento Apoio a estudantes desfavorecidos
Objetivos educativos	Aumentar a capacidade de compreensão de um mapa que favoreça a autonomia do estudante
Descrição	A partir do mapa da cidade, criação do modelo 3D e impressão. Análise dos símbolos traçados no mapa e do seu significado no mundo físico.
- Lugar	Escola
- Tempo	-----
- Métodos	<i>Workshop</i>
- Efeitos desejados	Aumentar a capacidade dos estudantes de se orientarem no espaço e a sua autonomia nas cidades
- Dificuldades	Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D
Software de modelização utilizado	Não relevante
Inovação da abordagem	Ensino experimental
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	

Estudo de caso #6

Título do estudo de caso	A forma física da equação matemática
Tema da aula	Apoiar os estudantes a compreender o significado da equação matemática.
Objetivos educativos	Envolver e cativar os estudantes num assunto considerado abstrato e distante da vida real
Descrição	A partir da equação matemática, criação do modelo 3D e impressão.
Lugar	Todos os tipos de escolas
Data	-----
Métodos	<i>Workshop</i>
Efeitos desejados	Aplicar efeitos de abordagem matemática nos estudantes
Dificuldades	Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D
Software de modelização utilizado	Não relevante
Inovação da abordagem	Ensino experimental
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	

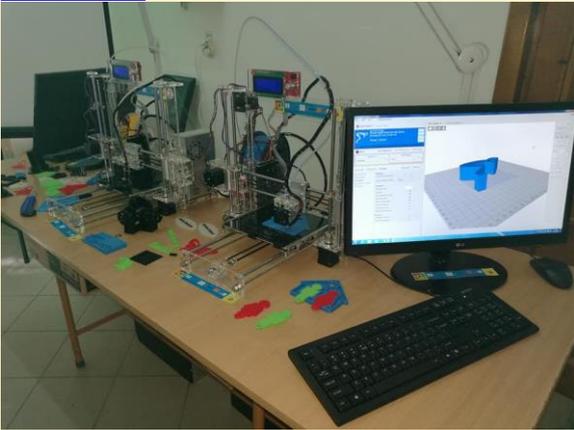
Estudo de caso #7

Título do estudo de caso	Matemática Táctil - ensino de matemática com impressão 3D
Tema da aula	Matemática avançada
Objetivos educativos	Explicar conceitos matemáticos avançados usando materiais de ensino visuais e táteis
Descrição	Um professor de matemática utiliza a impressão em 3D para criar superfícies complexas que funcionam como auxiliares visuais para uma melhor compreensão de conceitos matemáticos abstratos.
- Lugar	Torrey Pines High School, San Diego, USA
- Data	2019
- Métodos	O modelo 3D é criado com base numa equação matemática

<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos desejados - Dificuldades 	<p>usando o software Wolfram Mathematica, depois exportado como ficheiro .STL. Em seguida, o ficheiro .STL é preparado com um <i>software</i> de corte e enviado para uma impressora 3D.</p> <p>Os alunos compreendem muito melhor e mais facilmente os conceitos matemáticos</p> <p>Pode ser necessário algum trabalho de modelação 3D para tornar o modelo matemático imprimível; são necessárias competências de modelação e impressão 3D (no entanto, podem ser subcontractadas).</p>
Software de modelização utilizado	Wolfram Mathematica
Inovação da abordagem	<p>É uma nova forma de permitir aos estudantes interagir com problemas matemáticos avançados. Com a forma convencional (escrever equações) os estudantes conectam-se com os problemas teoricamente enquanto a impressão em 3D permite incorporar a aprendizagem visual e tátil no plano de aula.</p>
Opiniões dos alunos	<p>Os alunos têm uma nova compreensão tátil dos conceitos matemáticos apresentados.</p>
Fotos, links úteis (se disponível)	<p>https://www.simplify3d.com/tactile-math-teaching-advanced-mathematics-with-3d-printing/</p>  <p>Fonte: www.simplify3d.com</p>

Estudo de caso #8

Título do estudo de caso	Workshop de tecnologia
Tema da aula	Impressão 3D
Objetivos educativos	Familiarizar os estudantes com a tecnologia de impressão 3D

<p>Descrição</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lugar - Data - Métodos - Efeitos desejados - Dificuldades 	<p>Foi criado um <i>workshop</i> de tecnologia numa escola romena. Ajuda os estudantes a experimentar um processo tecnológico completo, desde a matéria-prima (filamento) até ao produto final, incluindo a reciclagem de impressões falhadas.</p> <p>Colégio Técnico de Comunicação “Nicolae Vasilescu Karpen”, Bacău, Roménia</p> <p>2019</p> <p>Foi criada na escola uma oficina de tecnologia de impressão em 3D. Inclui várias impressoras 3D, computadores, uma extrusora de filamentos.</p> <p>Os estudantes aprenderão sobre a tecnologia de impressão 3D e as suas aplicações. Além disso, fazem ligações entre vários campos do conhecimento e compreendem melhor porque precisam de aprender, tornando-se mais motivados na sua educação e desenvolvimento profissional.</p> <p>O equipamento era bastante caro para a escola. Os problemas foram solucionados com a candidatura e a vitória num concurso oferecido por "Științescu", um fundo romeno para impulsionar a educação STEM.</p>
<p>Software de modelização utilizado</p>	<p>AutoCAD</p>
<p>Inovação da abordagem</p>	<p>Um laboratório de tecnologia que visa não só o ensino da tecnologia de impressão 3D, mas também aumentar a motivação do estudo STEM, para inspirar carreiras futuras e empreendedorismo.</p>
<p>Opiniões dos alunos</p>	<p>Os estudantes estão fascinados com a tecnologia de impressão 3D</p>
<p>Fotos, links úteis (se disponível)</p>	<p>https://stiintescu.ro/mentori/dana-andronic-atelierul-de-tehnologii/</p>  <p>Fonte: www.stiintescu.ro</p>

Estudo de caso #9

Título do estudo de caso	Impressão 3D / desenho 3D no primeiro ciclo
Tema da aula	Impressão de projetos 3D, desenho 3D, elaboração de um logótipo 3D.
Objetivos educativos	Aprender a manusear <i>software</i> e equipamento tecnológico 3D - impressora 3D; Criar um ambiente de aprendizagem inovador, adaptável ao aluno, dinâmico e interativo que estimule e reforce o processo de ensino-aprendizagem;
Descrição	Esta aula teve lugar na Escola Básica da Ribeira de Neiva, Centro Escolar de Moure, Escola Básica de Freiriz, Centro Escolar de Lage e Escola Básica de Parada Gatim. Os alunos eram do 3º e 4º ano. A aula teve a duração de 2 horas.
- Lugar	
- Data	-----
- Métodos	Esta aula mostrou aos estudantes a impressão em 3D a partir de projetos partilhados. Eles compreenderam o funcionamento e esclareceram as diferentes possibilidades. Depois foi apresentado o programa Happy 3D, onde os estudantes foram desafiados a criar um logótipo de identificação para cada grupo de trabalho. Na escola foi deixada uma impressora 3D para os alunos experimentarem e apresentarem às outras turmas.
- Efeitos desejados	Os professores mostraram que reconhecem o desejo dos estudantes em manusear ferramentas de desenho 3D e apontaram inúmeras formas de potenciar este recurso.
- Dificuldades	-----
Software de modelização utilizado	Happy 3D
Inovação da abordagem	Ensino baseado em projetos
Opiniões dos alunos	Os estudantes mostraram grande interesse no design 3D, mostrando um enorme entusiasmo em responder ao desafio de criar um logótipo.
Fotos, links úteis (se disponível)	Link: https://www.flashforge.com.br/happy-3d 

Estudo de caso #10

Título do estudo de caso	Impressão 3D / desenho 3D no primeiro ciclo II
Tema da aula	Impressão de projetos 3D, desenho 3D e elaboração de uma letra 3D.
Objetivos educativos	Aprender a utilizar software e equipamento tecnológico 3D - impressora 3D; Criar um ambiente de aprendizagem inovador, adaptável ao aluno, dinâmico e interativo que estimule e reforce o processo de ensino-aprendizagem;
Descrição	Esta aula teve lugar na Escola Básica da Ribeira de Neiva, Centro Escolar de Moure, Escola Básica de Freiriz, Centro Escolar de Lage e Escola Básica de Parada Gatim. Os alunos eram do 3º e 4º ano. A aula teve a duração de 2 horas.
- Lugar	
- Data	-----
- Métodos	Esta aula motivou os alunos a imprimir em 3D com uma nova ferramenta <i>online</i> . Depois foi apresentado o programa <i>TinkerCAD</i> , onde os estudantes foram desafiados a criar a primeira letra do seu nome.
- Efeitos desejados	Os professores mostraram que reconhecem o desejo dos estudantes em manusear ferramentas de desenho 3D e apontaram inúmeras formas de potenciar este recurso.
- Dificuldades	-----
Software de modelização utilizado	<i>TinkerCAD</i>
Inovação da abordagem	Ensino baseado em projetos
Opiniões dos alunos	Os estudantes mostraram grande interesse no <i>design</i> 3D, mostrando um enorme entusiasmo em responder ao desafio de criar / dar forma a uma letra.
Fotos, links úteis (se disponível)	Link: https://www.tinkercad.com/ 

Estudo de caso #11

Título do estudo de caso	Ensinar Biologia através da Impressão 3D - Bio impressão 3D
Tema da aula	Biologia e Práticas Laboratoriais
Objetivos educativos	Envolver e motivar os estudantes a fazer parte de aulas práticas e aprender através de um método dinâmico.
Descrição	A bio impressão é utilizada para criar estruturas biológicas super macias utilizadas para fins médicos. Contudo, a impressão 3D através de impressoras simples pode ser utilizada para imprimir partes do corpo humano ou do corpo animal, para uma representação adequada de órgãos que não podem ser facilmente representados ou explicados. Por exemplo, criar modelos anatómicos para ensinar aos alunos sobre o corpo humano (criando um esqueleto).
- Lugar	Todos os tipos de escolas
- Data	-----
- Métodos	Aulas, workshops, experiências de laboratório.
- Efeitos desejados	Os alunos distinguem e aprendem sobre o corpo humano e as partes do corpo dos seres vivos. Associar órgãos com sistemas do corpo.
- Dificuldades	Preço e acessibilidade do 3D para as escolas. Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D.
Software de modelização utilizado	Não relevante
Inovação da abordagem	Ensino através da colaboração
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/71599/3d-printing-biological-structures/

Estudo de caso #12

Título do estudo de caso	Impressoras 3D para fins sustentáveis
Tema da aula	Tecnologia Sustentável.
Objetivos educativos	Aumentar a criatividade e mostrar fins práticos para os quais a impressão em 3D pode ser utilizada para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da vida.
Descrição	Fundamentação teórica e divulgação de problemas para a necessidade de um desenvolvimento sustentável. Além disso, trazer a impressão em 3D como solução para os problemas e a chave para o desenvolvimento sustentável e a redução do desperdício.

- Lugar	Escolas secundárias e universidades.
- Data	-----
- Métodos	Workshops, aulas, visitas a empresas que utilizam impressoras 3D.
- Efeitos desejados	Discussão e sensibilização para problemas globais. Empatia e construir um sentimento de filantropia. Aumentar a criatividade e imaginação a fim de trazer soluções para os problemas detetados.
- Dificuldades	Utilização adequada da Impressora 3D. Preço e acessibilidade de preços das impressoras 3D. Formação técnica insuficiente.
Software de modelização utilizado	Impressoras 3D de pequeno tamanho e impressoras de grande tamanho utilizado pelas organizações (visita).
Inovação da abordagem	Ensino através da colaboração e das construções.
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainability-220420194/ https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainable-manufacturing-method-211120185/

Estudo de caso #13

Título do estudo de caso	Ensino de Geografia utilizando uma impressora 3D.
Tema da aula	As Atividades Económicas dos Europeus: A agricultura e o florestamento na Europa.
Objetivos educativos	Envolver e motivar os estudantes num assunto considerado indiferente e distante da vida real.
Descrição	A partir da atribuição de zonas de vegetação aos grupos de estudantes, é distribuída informação relevante a fim de pesquisar e identificar as características da zona que lhes foi atribuída. Espera-se que os estudantes imprimam objectos 3D a fim de criar um modelo do ambiente físico.
- Lugar	Todos os tipos de escolas
- Data	-----
- Métodos	<i>Workshop</i>
- Efeitos desejados	Os estudantes distinguem as principais características da produção agrícola.

- Dificuldades	Os estudantes associam os produtos agrícolas a fatores ambientais. Os estudantes distinguem as zonas de vegetação nas quais o continente europeu está dividido. Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D
Software de modelização utilizado	Não relevante
Inovação da abordagem	Ensinar através da colaboração Sala de aula invertida
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	https://edu.ellak.gr/2019/01/18/axiopiisi-tou-3d-ektipoti-sto-gimnasio-krokou-kozanis-didaskontas-geografia-sto-gimnasio-me-tin-chrisi-trisdiastatou-ektipoti/

Estudo de caso #14

Título do estudo de caso	Utilização de uma impressora 3D no processo de ensino
Tema da aula	Os professores de diferentes especialidades introduzem a utilização da Impressora 3D em seções específicas das suas aulas.
Objetivos educativos	Envolvimento ativo dos estudantes através da construção de objetos 3D.
Descrição	Os professores do ensino secundário são informados sobre a função e as capacidades da impressão 3D, depois cada professor concebe e organiza um projeto de modo a utilizar o 3D no seu ensino.
- Lugar	Escolas Secundárias
- Data	<i>Workshop</i>
- Métodos	Os estudantes discutem e constroem monumentos históricos Os estudantes fazem o relógio de sol Os estudantes constroem um modelo da tabela periódica de produtos químicos
- Efeitos desejados	Os alunos discutem e criam modelos e componentes de construção. Os alunos fazem objetos do dia-a-dia, bem como puzzles.
- Dificuldades	Poucas impressoras 3D disponíveis nas escolas Formação técnica insuficiente de professores para impressoras 3D

Software de modelização utilizado	TinkerCAD
Inovação da abordagem	Ensino através da colaboração e das construções.
Opiniões dos alunos	Não registado
Fotos, links úteis (se disponível)	https://edu.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/3d_gymnasio-geraki-lakonias.pdf

Estudo de caso #15

Título do estudo de caso	Produzo impressora 3D
Tema da aula	Design e produção de impressora 3D
Objetivos educativos	Produzir uma nova impressora com os seus próprios desenhos a partir de impressoras 3D utilizadas, participar no processo de produção e criar uma nova impressora com os seus próprios desenhos.
Descrição	Produção de impressoras 3D
- Lugar	Centro de Ciência e Arte de Sivas
- Data	2019-2020
- Métodos	Investigação, trabalho cooperativo, aprendizagem baseada em projetos
- Efeitos desejados	Envolver-se no processo de produção como criador para criar um novo produto.
- Dificuldades	-----
Software de modelização utilizado	CURA, Repetier e outro Software de Apoio a Firmware de Código Aberto
Inovação da abordagem	Este desenho foi criado por eles próprios
Opiniões dos alunos	No processo de produção de impressoras 3D, adquiri muitas competências, tais como capacidades de desenho, de modelação, de produção, de transformar o produto num ganho material no mercado.
Fotos, links úteis (se disponível)	https://www.eba.gov.tr/videoizle/67074c8cc1e2cd3d8415e8343411074b3b12243204001

Estudo de caso #16

Título do estudo de caso	National 3D Game Move (Desenhado por Bilsem-Since e em Centros)
Tema da aula	Desenvolvimento de Materiais Educativos Gamificados Divertidos
Objetivos educativos	Uso de 3D Game Engine e 3D Modeling Tools
Descrição	
- Lugar	Mersin Silifke Yıldırım Beyazıt GSB Youth Camp
- Data	02.06.2020-06.06.2020
- Métodos	Formação em Game Design, modelação 3d e código de jogo foram frequentados por professores de artes visuais, Design Tecnológico e TIC em toda a Turquia.
- Efeitos desejados	Os professores que participam na formação adquiriram competências de nível básico e foi-lhes dado o nível de ensino nas suas escolas de serviço.
- Dificuldades	Lack of time.
Software de modelização utilizado	Unreal Engine 4.0, Blender 2.8, Adobe Fuse, Mixamo
Inovação da abordagem	Diversidade cognitiva do grupo-alvo e estudo interativo
Opiniões dos alunos	Foi enfatizado que eles podiam receber a formação de nível básico necessária num curto espaço de tempo e declarado que dariam palestras nas suas escolas, e o <i>software</i> utilizado era fácil, funcional e agradável.
Fotos, links úteis (se disponível)	

Planos de aulas e recomendações para futuras implementações

Plano de aula #1

Título

A escola do futuro em 3D

Sumário

Os alunos aprenderão as funções básicas do programa TinkerCAD e conceberão um modelo 3D simples.

Quadro de resumo	
Disciplina	<i>TIC</i>
Tópico	<i>Aprender as funções básicas do programa TinkerCAD.</i>
Idade dos alunos	<i>9-12</i>
Tempo de preparação	<i>120 min</i>
Duração	<i>90 min</i>
Material didático online / offline	<i>www.tinkercad.com</i>

Integração no currículo

Alunos:

- Utilizar computadores e aplicações informáticas desenvolvendo a capacidade de expressar os seus pensamentos e apresentá-los individualmente ou em grupo

Objetivo da aula

Compreender os princípios de utilização do programa de modelação 3D - TinkerCAD.

Atividades

Nome da atividade	Procedimento	Tempo
1. Fornecer o objetivo e o assunto da aula.	Os alunos escrevem o assunto da aula	5 min

2. Registo no programa TinkerCAD.	Os alunos criam uma conta e depois iniciam sessão	10min
3. Aprender a mover-se na superfície de trabalho.	Os alunos observam o professor a mostrar como deslocar-se sobre a superfície de trabalho Programa <i>TinkerCAD</i> usando um cubo e o rato, e depois praticam esta técnica.	10 min
4. Aprender como adicionar objetos à superfície de trabalho, adicionar cor, dimensão e mudar a forma.	Os alunos observam como completar estas tarefas, e depois praticam estas competências.	20min
5. Aprender a virar, levantar, mover, copiar e remover blocos.	Os alunos observam o professor a demonstrar estas competências e depois praticam-nas eles próprios.	20min
6. Criação de modelos	Os alunos criam os seus próprios modelos 3D.	20 min
7. Trabalho de casa.	Os alunos escrevem o texto do seu trabalho de casa: Desenho de um modelo de 4 elementos.	5 min

Avaliação

Pendure três cartazes com frases inacabadas no quadro e peça aos alunos que as terminem em notas post-it e depois as coleem no cartaz adequado:

1. A partir da lição de hoje, vou recordar
2. Gostei mais.....
3. O mais difícil foi

Recomendações / opiniões dos professores sobre possibilidades de implementação, benefícios, ideias sobre como utilizar o 3DP em vários assuntos

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhual CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada

para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.

- **Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- **Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.
- **Atribuição + NãoComercial + Compartilhual CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- **Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Plano de aula #2

Título

A escola do futuro em 3D

Sumário.

Fazer com que os estudantes se interessem pela informática e pelo *design* 3D usando a aplicação <https://www.tinkercad.com>. O professor e os alunos realizarão aulas sobre impressão de blocos compatíveis com as Lego Mindstorms. Sob a orientação do professor, os alunos procurarão os desenhos de blocos apropriados, depois prepará-los-ão para impressão e verificarão a sua compatibilidade com os blocos de propriedade da escola

Quadro resumo	
Disciplina	<i>TIC</i>
Tópico	<i>A nossa primeira peça de Lego.</i>
Idade dos alunos	<i>9-14</i>
Tempo de preparação	<i>90 min</i>
Duração	<i>140 min</i>
Material didático online / offline	<i>Aplicação: https://www.tinkercad.com Impressora 3D Uma peça de Lego que iremos imprimir ou uma foto da mesma. Calibre - Necessidade de comparar a peça impressa com a original.</i>

Integração no currículo

Guarda os resultados do seu trabalho em vários formatos e prepara as impressões;

Testa os seus programas no computador em termos de conformidade com os pressupostos adotados e, se necessário, corrige-os e explica o curso dos programas;

Recolhe, organiza e seleciona os efeitos do seu trabalho e os recursos necessários num computador ou outros dispositivos, bem como em ambientes virtuais (na nuvem).

Utiliza a tecnologia de acordo com as regras e a lei adotadas e segue as regras de saúde e segurança no trabalho para encontrar os recursos de informação e aprendizagem

Identifica e aprecia os benefícios de trabalhar em conjunto para resolver problemas em conjunto;

Utiliza corretamente a terminologia relacionada com as TI e a tecnologia.

Participa em várias formas de cooperação, tais como: programação em pares ou em equipa, implementação de projetos, participação num grupo organizado de alunos, concebe, cria e apresenta os efeitos do trabalho conjunto.

Objetivo da aula

O estudante é capaz de utilizar um *tablet*, um computador portátil para adquirir conhecimentos.

O estudante conhece a aplicação <https://www.tinkercad.com> e pode utilizá-la para fins relacionados com a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências.

O aluno é capaz de resolver tarefas individualmente e em equipa.

O aluno conhece os termos: impressão 3D, impressora 3D, ficheiro .stl, desenho de impressão.

O aluno pode pesquisar um projeto em <https://www.tinkercad.com> e descarregá-lo.

O aluno sabe para que serve o ficheiro .stl.

O aluno pode exportar um ficheiro .stl para uma impressora externa.

O aluno sabe como utilizar um calibrador.

O aluno é capaz de trabalhar em equipa num projeto conjunto.

Imprimir uma peça compatível de Lego Mindstorms utilizando o programa <https://www.tinkercad.com>.

Atividades

Nome da atividade	Procedimentos	Tempo
Relembrar as regras básicas de segurança quando se utiliza uma impressora 3D	Os alunos ouvem.	10 min
Apresentar aos alunos o tema da aula	O professor informa os alunos de que na aula irão imprimir uma peça compatível com o conjunto de	10 min

	peças da Lego <i>Mindstorms</i> em https://www.tinkercad.com	
Iniciar a aplicação no website https://www.tinkercad.com	Os alunos em <i>tablets</i> ou computadores portáteis executam a aplicação https://www.tinkercad.com O professor usa o projetor para o mostrar e relembra as suas funções básicas. Os alunos seguem as instruções do professor.	10 min
Procura de peças de impressão compatíveis com o conjunto de Minsdstorms de Lego.	O professor divide a turma em grupos e recomenda a todos que encontrem um desenho de peça compatível com as Lego <i>Mindstorms</i> em https://www.tinkercad.com Os alunos seguem as instruções do professor.	20 min
Escolher o melhor desenho.	Os alunos apresentam os projetos pesquisados e explicam porque os escolheram - depois, juntamente com o professor, escolherão o melhor projeto.	20 min
Importar o projeto para o editor.	O professor pede aos alunos que importem o projeto selecionado para o editor do <i>TinkerCAD</i> . Os alunos seguem as instruções do professor e depois editam o projeto.	10 min
Verificar as dimensões da peça - comparação com a original com a utilização de calibrador eletrónico.	Utilizando um calibrador, os alunos medem o bloco original e escrevem todas as dimensões, depois no editor do <i>TinkerCAD</i> usam uma régua para ver se todas as dimensões estão corretas. O professor controla o trabalho dos alunos - fornece ajuda com as medidas, se necessário.	20 min
Guardar o ficheiro .stl acabado e enviá-lo para a impressora 3D.	Os estudantes guardam o projeto .stl e depois enviam-no para impressão. O professor supervisiona as ações.	5 min
Impressão do projeto numa impressora 3D	O professor liga a impressora. Os alunos observam a fase inicial de impressão. Após a impressão, os alunos verificam a compatibilidade da impressão com o conjunto.	80 min
Sumário da aula	O professor e os alunos irão resumir o resultado do trabalho e avaliar a impressão.	20 min

Avaliação

Teste de conhecimentos: <https://quizizz.com/admin/quiz/5f1d56106ed34c001b9e725e/wydruk-d>

Recomendações / opiniões dos professores sobre possibilidades de implementação, benefícios, ideias sobre como utilizar o 3DP em vários assuntos

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhável CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.
- Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + Compartilhável CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Plano de aula #3

Título

Saber desenhar

Autor(s)

Sumário

A formação básica é dada a professores que trabalham em centros de ciência e arte sobre tecnologias de informação, design visual e design tecnológico, design de jogos 3D, design de museus 3D, e desenvolvimento de material educativo. Nesta formação são ministradas as formações Unreal Engine 4.0 e Blender 2.8. Os programas são introduzidos a níveis básicos aos participantes e depois passam para a formação prática.

Quadro resumo	
Disciplina	<i>Unreal Engine 4.0 e Blender 2.8.</i>
Tópico	<i>Design de jogos 3D, design de museus 3D e desenvolvimento de materiais educativos com Unreal Engine e Blender</i>
Idade dos alunos	<i>Mais de 22 anos</i>
Tempo de preparação	<i>Ter conhecimentos e capacidades básicas de TIC</i>
Duração	<i>30 aulas de 1 hora</i>
Material didático online / offline	<i>Unreal Engine 4.0 Blender 2.8</i>

Integração no currículo

O processo de ensino será facilitado pelo desenvolvimento de materiais tridimensionais adequados para os cursos básicos e workshops dados nos centros de ciência e arte. Além disso, serão desenvolvidos desenhos de jogos tridimensionais e jogos adequados aos resultados curriculares, a fim de tornar os processos de ensino mais permanentes. Museus que são dificilmente visitáveis com desenhos de museus em 3D serão proporcionados aos estudantes.

Objetivo da aula

Garantir que os professores do centro de ciência e arte sejam capazes de fazer desenhos de materiais em 3D, tenham conhecimentos e aptidões básicas para a concepção de jogos em 3D, e tenham as competências necessárias para realizar o desenho de museus em 3D.

Atividades

Nome da atividade	Procedimentos	Tempo
Sobre o design 3D	Informação básica sobre design 3D	2 h de aula
Desenhos que podem ser feitos com programas	Apresentar o potencial de utilização do programa mostrando os desenhos que podem ser feitos com os programas com exemplos	2 h de aula
Introduzindo desenhos básicos de interface	Apresentar o desenho básico da interface do programa Blender 2.8	2 h de aula
Comandos gerais	Introdução dos comandos gerais utilizados no programa Blender 2.8	2 h de aula
Comandos extra	Introdução de comandos extra utilizados no programa Blender 2.8	2 h de aula
Iluminação, Cena e Renderização	Introdução à iluminação, cena e renderização no programa Blender 2.8	2 h de aula
Modificadores	Introdução de modificadores no programa Blender 2.8	2 h de aula
Níveis	Introdução prática sobre níveis no programa Blender 2.8	2 h de aula
Rigging	Introdução prática sobre o programa Rigging in Blender 2.	2 h de aula
Apresentação dos desenhos básicos das interfaces	Apresentar o desenho básico da interface do programa Unreal Engine 4.0	2 h de aula
Informação do Projecto e Funções Básicas	Informação do projecto e introdução às funções básicas com Unreal Engine 4.0	2 h de aula
Luz, Câmara e Som	Demonstração prática de luz, câmara e som com Unreal Engine 4.0	2 h de aula
Funções Active Blueprint	Demonstração prática das funções activas do projecto com o Unreal Engine 4.0	1 h de aula
Animações e Modelos	Demonstração prática de animações e modelos externos com Unreal Engine 4.0	2 h de aula
Consolidação de projectos	Consolidação do projecto em Unreal Engine 4.0	1 h de aula
Embalagem e Avaliação de Projectos	Demonstração prática sobre embalagem e avaliação de projectos em Unreal Engine 4.0	2 h de aula

Avaliação

O material de formação aplicado será avaliado em termos da sua aplicabilidade na educação e da sua adequação ao nível de educação, e serão dadas orientações aos formandos.

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhável CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.
- Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + Compartilhável CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Plano de aula #4

Título

PRODUZIR IMPRESSORA 3D

Sumário

São organizadas formações para produzir uma nova impressora com os seus próprios desenhos de impressoras 3D utilizadas em muitas áreas.

Quadro resumo	
Disciplina	<i>Produzir e desenhar a sua própria impressora 3D</i>
Tópico	
Idade dos alunos	<i>Mais de 14 anos</i>
Tempo de preparação	<i>Ter um nível básico de conhecimento das TIC Ter um nível básico de conhecimento de design 3D</i>
Duração	<i>30 horas de aula</i>

Material didático online / offline	<i>Impressora 3D</i>
---	----------------------

Integração no currículo

As impressoras 3D, que são dispositivos que transformam os dados armazenados no ambiente informático em objectos físicos reais, são utilizadas em muitas áreas na fase de educação. Compreender a lógica destas impressoras, aprender as suas características técnicas, conceber impressoras e utilizá-las de forma mais eficiente na educação estão entre os principais objectivos da formação.

Objetivo da aula

O objectivo do curso é compreender a lógica das impressoras 3D e aprender as suas características técnicas para conceber impressoras e utilizá-las mais eficientemente na educação.

Atividades

Nome da atividade	Procedimentos	Tempo
A Lógica das Impressoras 3D	Examinar a lógica de trabalho das impressoras 3D	2 h de aula
Aspetos Técnicos das Impressoras 3D	Exame das características técnicas das impressoras 3D	2 h de aula
Partes de Impressoras 3D	Exame das impressoras 3D e das peças utilizadas na impressora	2 h de aula
Evolução das impressoras 3D	Brainstorming sobre a capacidade de desenvolvimento de impressoras 3D	2 h de aula
Desenvolvimento de peças para impressoras 3D	O desenvolvimento de peças para as impressoras 3D desenvolvidas como resultado do Brainstorming da impressora	2 h de aula
Desenvolvimento de peças para impressoras 3D	Determinação dos materiais e custos necessários para a produção de impressoras 3D	2 h de aula
Desenvolvimento de peças para impressoras 3D	Formação prática sobre a implementação das partes desenvolvidas do <i>design</i> 3D	4 h de aula
Desenvolvimento de peças para impressoras 3D	Formação prática sobre a implementação das partes desenvolvidas do <i>design</i> 3D	4 h de aula
Criação de uma impressora 3D	Formação prática sobre a criação e montagem de circuitos eletrónicos em impressoras 3D	2 h de aula
Criação de uma impressora 3D	Treino prático sobre a criação de impressoras 3D desenvolvidas	4 h de aula

Valor de Mercado das Impressoras 3D	Determinação do valor de mercado da impressora 3D gerada e determinação do trabalho necessário para a produção de séries	2 h de aula
Venda de Impressoras 3D	Determinação dos estudos necessários para a venda de impressoras 3D criadas	2 h de aula

Avaliação

As candidaturas serão avaliadas em termos da sua aplicabilidade na concepção e produção de impressoras 3D e a sua adequação ao nível de educação e orientação será dada aos estagiários

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhável CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.
- Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + Compartilhável CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Plano de aula #5

Título

Impressão em 3D: O que preciso de saber para começar?

Sumário

Tipos de impressão 3D nos mercados, materiais e programas utilizados para a edição 3D

Quadro resumo	
Disciplina	<i>Introdução à impressão em 3D</i>
Tópico	<i>Aprender a utilizar uma impressão em 3D</i>
Idade dos alunos	<i>>10</i>
Tempo de preparação	<i>10 min</i>
Duração	<i>60 min</i>
Material didático online / offline	<i>Online: Google classroom (or other educative platform) YouTube Google search Search form Learning Quiz</i>

Integração no currículo

Destina-se a ajudar os estudantes a fazer investigação com critérios sobre a aquisição ou conhecimento de um produto para impressão 3d e a utilizá-lo para criar produtos para outras disciplinas, tais como matemática ou ciência, por exemplo.

Objetivo da aula

Compreender os princípios de funcionamento de uma impressora 3D, os custos de materiais e equipamento e os critérios de comparação entre eles

Atividades

Nome da atividade	Procedimentos	Tempo
Introdução	Os estudantes recebem um guia de investigação sobre impressão em 3D. O guia deve conter perguntas que motivem os estudantes a procurar informação sobre impressoras 3d.	5m
Pesquisa	Deve partir da ideia de que pretende comprar uma impressora 3D: - As impressoras 3D distinguem-se principalmente pela forma de impressão, observe no YouTube uma impressão de filamento e uma impressão de luz digital também conhecida como impressão em resina. - As gráficas distinguem-se também pela área de impressão. Quais são as mais comuns? - Como perceber a qualidade de impressão? - Quais são as impressoras, opiniões e custos mais vendidos?	15m
Desafio	Serão dados aos estudantes três cenários imaginando que eles são vendedores de impressoras:	30m

1 - Um cliente quer comprar uma impressora 3d para começar. Não tem conhecimentos, é uma pessoa que gosta de experimentar e pode gastar até 500 euros na compra de equipamento.

2 - Um cliente quer comprar uma impressora para a escola onde trabalha. Quer uma impressora para os estudantes usarem e experimentarem e quer usar muito o equipamento em diferentes disciplinas. Era importante que o Sistema tivesse segurança, rede, programas diferentes e ele pode gastar até 2000 euros. Ele não exclui a possibilidade de comprar duas impressoras para o mesmo orçamento.

3 - Um cliente quer uma impressora com a possibilidade de imprimir filamentos de PVA solúveis para suportes nas peças.

Questionário Os estudantes preenchem um questionário *online* com perguntas rápidas de inquérito. 10m

1- As impressoras de filamentos mais vendidas são feitas de filamentos? V

2- Uma impressora maior é melhor do que uma impressora mais pequena? F

3- As impressoras 3D utilizam programas para imprimir? V

Avaliação

No final, será feito um questionário de avaliação

Recomendações / opiniões dos professores sobre possibilidades de implementação, benefícios, ideias sobre como utilizar o 3DP em vários assuntos

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhual CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.
- Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também

reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.

- **Atribuição + NãoComercial + Compartilhual CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- **Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Plano de aula #6

Title

Impressão em 3D: Como desenhar?

Summary

Programas e plataformas de edição de desenhos para impressão 3D

Quadro resumo	
Disciplina	<i>Introdução ao desenho 3D</i>
Tópico	<i>Aprender a utilizar o desenho 3D</i>
Idade dos alunos	<i>>10</i>
Tempo de preparação	<i>10 min</i>
Duração	<i>60 min</i>
Material didático online / offline	<i>Online: Google classroom (or other educative platform) YouTube free 3d printing design platforms Learning Quiz</i>

Integração no currículo

Destina-se a ajudar os estudantes a utilizar algumas ferramentas de desenho 3D. Podem ser úteis para disciplinas de Arte, por exemplo.

Objetivo da aula

Compreender os princípios de funcionamento de uma impressora 3D e plataformas ou programas de desenho 3D

Activities

Nome da atividade	Procedimentos	Tempo
Introdução	Os estudantes observarão uma impressão do tipo filamento 3D e serão desafiados a desenhar uma peça simples	10m
Pesquisa	Através de um vídeo preparado para este fim, os estudantes observam o processo de desenho em 3D, preparando-se para a impressão e impressão. https://www.tinkercad.com/learn/designs https://www.youtube.com/watch?time_continue=141&v=Vx0Z6LplaMU&feature=emb_logo	5m
Desafio	Desenhar um porta-chaves com o seu nome - Nesta tarefa, os estudantes recebem um guia passo-a-passo para desenhar uma peça. Devem utilizar a ferramenta gratuita de desenho online www.thinkercad.com ou mesmo qualquer ferramenta que possam ter no sistema operativo (por exemplo, pintura 3D).	45m
Avaliação	Os estudantes submetem a sua peça num site online para simulação de tempo e custos de impressão (https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing)	10m

Avaliação

Será feito um questionário de satisfação no final do questionário de avaliação

Recomendações / opiniões dos professores sobre possibilidades de implementação, benefícios, ideias sobre como utilizar o 3DP em vários assuntos

Licenças

Indique abaixo a licença que atribui ao seu trabalho, escolhendo uma das opções abaixo. NÃO recomendamos a última opção - caso escolha essa opção, o seu trabalho não será traduzível ou editável. Se incluir imagens no cenário de aprendizagem, certifique-se de que adiciona a fonte e as licenças sob as próprias imagens.

- Atribuição CC BY.** Esta licença permite a outros distribuir, reconstruir, ajustar e construir sobre o seu trabalho, mesmo comercialmente, desde que lhe deem crédito pela criação original. Esta é a licença mais adequada oferecida. Recomendada para a máxima divulgação e utilização de materiais licenciados.
- Atribuição + Compartilhamento CC BY-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho mesmo para fins comerciais, desde que o credenciem e licenciem as suas

novas criações sob os mesmos termos. Esta é a licença utilizada pela *Wikipedia*, e é recomendada para materiais que beneficiariam da incorporação de conteúdos da *Wikipedia* e de projetos licenciados de forma semelhante.

- Atribuição + SemDerivações CC BY-ND.** Esta licença permite a redistribuição, comercial e não-comercial, desde que seja transmitida inalterada e no seu conjunto, com crédito para si.
- Atribuição + NãoComercial CC BY-NC.** Esta licença permite a outros refazer, ajustar e construir sobre a sua obra de forma não comercial, e embora as suas novas obras devam também reconhecê-lo e ser não comerciais, não têm de licenciar as suas obras derivadas nos mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + Compartilhual CC BY-NC-SA.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.
- Atribuição + NãoComercial + SemDerivações CC BY-NC-ND.** Esta licença permite a outros refazer, afinar e construir sobre o seu trabalho de forma não comercial, desde que lhe deem crédito e licenciem as suas novas criações sob os mesmos termos.

Recursos adicionais

1. Thingiverse Education, <https://www.thingiverse.com/education>
2. “Training in 3D Printing To Foster EU Innovation & Creativity”, Erasmus+ project, <https://3d-p.eu/>
3. Makerbot Educators Guidebook, <https://www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/free-ebook-makerbot-educators-guidebook/>
4. Ford, S. and Minshall, T., Where and how 3D printing is used in teaching and education, Additive Manufacturing, Volume 25, Pages 131-150, 2019
5. Learn how 3D Printing is useful everywhere, www.sculpteo.com/en/applications/
6. 2020 Types of 3D Printing Technology, <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
7. 5 Greatest 3D Printing Applications <https://all3dp.com/2/greatest-3d-printing-applications/>
8. The Future of 3D Printing: Beyond 2020, <https://all3dp.com/2/future-of-3d-printing-a-glimpse-at-next-generation-making/>
9. 14 3D printing applications & examples, <https://builtin.com/hardware/3d-printing-applications-examples>
10. 3D Printing Applications: A New Age, www.jabil.com/insights/blog-main/3d-printing-applications.html
11. The top 5 benefits of 3D printing in education, www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/5-benefits-of-3d-printing/
12. 10 ways teachers are enhancing STEM learning with 3D printing <https://www.makersempire.com/top-10-stem-3dprinting-education/>