



O fabrico digital e o ensino na área da impressão 3D

1. Generalidades

Na década de 90, começaram a entrar nas nossas casas os primeiros dispositivos que nos permitiam reproduzir no papel o que era observado no monitor dos nossos computadores pessoais, as impressoras. Através da projeção de milhares de gotículas de tinta sobre o papel na quantidade exata, são formados minúsculos pontos que combinados entre si formam a imagem desejada.

Em 1984, quando foi criada a primeira impressora 3D a vapor através da tecnologia de fabricação aditiva. À semelhança da sua antecessora de papel, a impressora 3D foi sofrendo também alguns aperfeiçoamentos ao longo destes anos, até chegar ao mesmo estado de maturidade, no que respeita aos materiais utilizados, às técnicas de impressão, bem como aos preços praticados, figura 1.

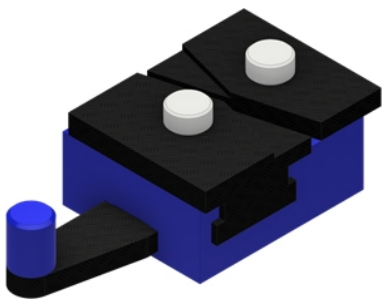


Figura 1 - Dispositivo obtido por fabricação aditiva - Impressão 3D

Parece não existir incertezas sobre o impacto que a impressão 3D terá no futuro. São muitos os exemplos da utilização desta tecnologia e na forma como esta poderá vir a alterar o nosso dia-a-dia. Com a impressão 3D é possível sonhar, projetar e construir em qualquer lugar ou circunstância, até na nossa própria casa, bastando um computador e uma impressora. No entanto, devemos ter presente que o uso e o impacto da impressão 3D num contexto industrial será diferente da sua adoção em relação ao contexto doméstico.

A impressão 3D oferece múltiplas vantagens, tais como: comunicação rápida e eficaz de ideias de projeto; validação efetiva do design; análise formal ou funcional. Oferece igualmente uma maior flexibilidade de projeto, permitindo rapidamente a realização de múltiplas interações, de modo a validar o conceito idealizado; corrigir defeitos e melhorar a qualidade de produção e dos produtos finais. Uma das suas realidades parece ser a indispensabilidade de um modelo digital para se obter um modelo físico por impressão 3D. Onde por vezes, "o mais fácil é adquirir" o físico e tangível, como máquinas e equipamentos, mas para a obtenção de "bons resultados", não podem ser esquecidos os aspetos mais técnicos nomeadamente os relacionados com os processos de fabricação digital, hoje muito evocados, e, que envolvem a modelação 3D, em CAD (*Computer Aided Design*), a engenharia inversa, a maquinagem CNC (*Computer Numerical Control*) e a maquinagem de alta-velocidade, entre outras.

Por isso torna-se imprescindível preparar futuros engenheiros e designers, não só com conhecimento científico, mas também com saberes técnicos capazes de promover e acelerar a mudança, de forma, a ajudarem as empresas a melhorar as suas competências e aumentarem a sua competitividade.

Permitindo olhar e encarar os desafios do futuro, de forma a estarem preparados para o futuro em vez de ficarem à espera deste, sob pena de quando este chegar ser demasiado tarde para reagir.

2. A impressão 3D como recurso colaborativo de aprendizagem

Ao longo dos anos, muitos modelos e teorias têm sido desenvolvidas no âmbito da psicologia e da educação para tentar explicar como as pessoas aprendem e pensam. A teoria mais amplamente conhecida é a dos "estilos de aprendizagem", que assenta na ideia de que diferentes indivíduos têm diferentes maneiras de perceber e de processar a informação, o que implica necessariamente diferenças nos seus processos de aprendizagem. Segundo os autores, é consensual concluir que a eficiência do ensino depende das metodologias utilizadas pelos professores, as quais devem ter em atenção os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. O procedimento mais correto passa pelo recurso a estratégias diversificadas, mas, também, a materiais e recursos de natureza variada, de modo a abranger o maior leque possível de estilos de aprendizagem e, assim, assegurar uma comunicação eficaz com a generalidade dos alunos, figura 2.



Figura 2 - A impressão 3D usada como recurso de aprendizagem criativa

No ambiente certo, as pessoas podem aprender e ser autodirigidas na aprendizagem. Encontrar desafios e resolvê-los da melhor forma possível é algo que acompanha qualquer pessoa ao longo da vida. Considerando esta premissa, as atividades com recurso à impressão 3D permitem trazer o mundo real para a sala de aula. Os estudantes aprendem a utilizar ferramentas computacionais e físicas, são submetidos a desafios reais e/ou ficcionados através da problematização e construção de soluções. E tudo isto pode ser realizado de forma colaborativa, através da partilha e discussão em grupo dos desafios propostos. A impressão 3D permite, ainda, construir protótipos ou modelos de trabalho com a finalidade de estudar e testar diferentes recursos e soluções, ideias, conceitos, funcionalidades, formas e desempenhos. Enquanto recurso colaborativo de aprendizagem, a impressão 3D, aproxima-se de um método de ensino "ideal" ao incluir diferentes estilos metodológicos no processo de aprendizagem, contribuindo para a aquisição do conhecimento novo e atualizado.

A impressão 3D, apesar de ser uma tecnologia relativamente recente, é revolucionária e poderosa, pela vasta gama de aplicações, que vão das áreas científicas às culturais, pela crescente facilidade de acesso a esta tecnologia (menor custo), e pelo carácter motivador, experimental e facilitador da aprendizagem.

3. A Impressão 3D é a nova plasticina no ensino

A impressão 3D veio trazer uma maior espontaneidade e facilidade em dar vida a novos projetos, usando uma máquina com um alto nível de "artesanato", uma vez que cada peça é produzida separada e individualmente. Assim, um formando consegue não só ajustar os seus projetos de uma maneira fácil e acessível, como pode criar variantes das suas peças, quer em termos de cores, formas ou detalhes, figura 3.



Figura 3 - Quadro reproduzido por Impressão 3D

Esta modificação só tem sido possível, devido ao uso dos *softwares* de Desenho Assistido por Computador, que dão vida aos trabalhos dos formandos e lhes permitem verificar que os mesmos conseguem construir formas que genuinamente os motivam.

Ao haver uma procura maior destes *softwares* de CAD, os mesmos têm vindo a evoluir vertiginosamente nos últimos anos. E a procura pela tecnologia nas salas de formação tem vindo a caminhar para uma tecnologia cada vez mais aberta, de modo a atender às necessidades educacionais. Acontecendo o mesmo com as impressoras 3D, que têm vindo a ser projetadas para atender a uma fácil compreensão e utilização, através dos seus *softwares* próprios.

A massificação no acesso à Internet e às redes sociais tem ajudado muito neste aspeto, já que o acesso livre, sem precedentes à informação e à comunicação, tem levado muitos dos formandos a compreender facilmente como os programas funcionam, principalmente através de uma diversidade de aplicações informáticas disponíveis no mercado. Agora, com a impressão 3D adicionamos mais um elemento físico a esta procura. Apesar de existirem muitos aplicativos e *softwares* de realidade virtual, aquilo que todos gostamos é de criar objetos e de interagir com eles. Tal como as crianças, do antigamente gostavam da plasticina, porque esta os ajudava a moldar as ideias, de um modo fácil e prático, a tecnologia de impressão 3D é a nova plasticina dos tempos modernos, fazendo a interação com os projetos, tão rapidamente quanto a imaginação e a impressora permitem.

Os formandos começam a estar visualmente mais preparados para pensar em 3D, especialmente devido aos jogos online, os quais, muitos deles, apresentam um realismo extraordinário, levando a que estes também queiram criar imagens iguais. Esta mudança é fundamental a nível do foco e do desenvolvimento que se está a criar na nova geração. Assim, e em vez de termos apenas engenheiros a criar protótipos, estamos agora a formar alunos que participam em projetos de empreendedorismo usando a impressão 3D, para projetarem os seus objetos e projetos, que antes seriam quase impossíveis de alcançar.

Com esta evolução, estamos a conseguir que se afastem cada vez mais dos antigos trabalhos de cartazes em cartolinas, para uma experimentação mais prática, sensível e visual com a modelação e a impressão 3D, sendo estas mais inspiradoras.

Deste modo, vamos notando que os formandos começam a apresentar níveis cada vez mais elevados de motivação e concentração, e a ter a oportunidade de exercitar a sua imaginação, bem como, de desenvolver apetências que lhes serão muito úteis no futuro.

À medida que vão aparecendo os programas de modelação 3D mais simples, estes têm-nos ajudado a quebrar barreiras, e a ensinar-nos como funciona o processo de impressão 3D. Reparamos, que os mais jovens conseguem apreender e manipular com alguma facilidade e precisão as ideias que lhes vão aparecendo nos monitores, e que posteriormente conseguem tirar ilações dos resultados finais dos seus trabalhos de uma forma mais palpável.

Ao ajudarmos os nossos formandos a pensar de um modo diferente estamos, não só, a inspirá-los, mas também a provocar neles novas formas de pensar sobre certos problemas e as suas soluções. Deste modo abrimos a oportunidade de se puder mudar a forma como vemos as coisas nos dias de hoje. Já que ao aprenderem a modelar e a imprimir em novos materiais, eles estão também a aprender que a tecnologia em si abre portas a infinitas possibilidades, figura 4.



Figura 4 - Exemplo prático para o uso da Impressão 3D

Este desenvolvimento na impressão 3D trará recompensas enormes às gerações futuras. Tal como a massificação da informação através da internet e das redes sociais lhes trouxe ao nível do conhecimento e da informação, também a impressão 3D trará ao nível da criatividade e da maneira como nós abordamos as formas a que estamos habituados. Todos os formandos que estiveram em contacto com esta tecnologia foram tocados por ela, pelo seu valor criativo e libertador, que nos traz de novo à nossa infância, figura 5.



Figura 5 - A criatividade potenciada pela Impressão 3D

4. Design e Inovação com recurso à Impressão 3D na Indústria Automóvel

A indústria automóvel está entre os maiores utilizadores de impressoras 3D. Desde o surgimento das tecnologias de impressão 3D e respetivos desenvolvimentos, que a gama de aplicações nesta indústria não tem parado de crescer.

Em geral, a indústria automóvel, começou por utilizar a impressão 3D como ferramenta de prototipagem rápida para



validação e teste das diferentes etapas do processo de Design e de Engenharia. Os fabricantes utilizam-nas, sobretudo, na construção de protótipos iniciais, como sejam peças e acessórios do interior e do exterior do automóvel, permitindo discutir e partilhar conhecimentos (sobre forma, função e requisitos de montagem) entre as equipas de projeto e os fornecedores.

Porém, as tecnologias de impressão evoluíram sobretudo nos materiais e acabamentos, tornando-se um recurso recorrente e importante na produção de peças de pequena série. Como cada automóvel é personalizável no Design, este pode ser “feito à medida do cliente”.

Um outro campo de aplicação é o mercado dos automóveis exclusivos ou do segmento de luxo. Podemos recorrer à tecnologia de impressão 3D para personalização e individualização dos automóveis. No mercado dos automóveis clássicos, há vários anos que é comum a replicação de peças únicas por digitalização e impressão 3D.

Muitos construtores de automóveis estão otimistas de que a impressão 3D pode ganhar uma forte posição no mercado futuro de reposição de peças. Mas a impressão 3D não está limitada às partes interiores e de acabamento dos automóveis. Na Fórmula 1, por exemplo, faz-se uso extensivo da impressão 3D para prototipagem de partes técnicas do carro, como são exemplo as caixas de velocidades. Outros desportos motorizados recorrem à impressora 3D para o fabrico de coletores de escape, fusos, válvulas, comandos de válvulas, tubagens, encaamentos, entradas de ar, tampas, painéis de instrumentos, entre muitos outros componentes.

Se recuarmos algumas décadas, constatamos que a indústria automóvel demorava meses a fabricar um único protótipo, com os elevados custos associados. Hoje em dia, conseguem-no, de um dia para o outro, e com custos mais reduzidos. Por conseguinte, estamos efetivamente perante uma mudança de paradigma e revolução na indústria automóvel.

As impressoras 3D disponíveis no mercado, tendem a ser mais rápidas, mais económicas e incrivelmente mais precisas. Também a diversidade de materiais, com diferentes características e cores disponíveis, tem potenciado a ampliação da gama de aplicações.

A tecnologia de impressão 3D mudou radicalmente a forma como a indústria automóvel projeta e desenvolve os novos veículos. Os designers podem ser mais criativos e os engenheiros mais flexíveis no desenvolvimento e teste de soluções e, para o cliente, isso pode traduzir-se em novos modelos automóveis, capazes de incorporar os mais recentes conceitos de Design & Tecnologia. As possibilidades de flexibilidade no Design são muito vastas com a impressão 3D. Desta forma, os fabricantes auto podem desenvolver algumas características inovadoras e personalizadas nos veículos, como: estruturas resistentes, mas simultaneamente mais leves; geometrias mais orgânicas e sofisticadas; peças compostas por múltiplos materiais; estruturas ocas e resistentes que podem incorporar cabos elétricos e tecnologias *Touch*.

5. O papel do Designer de Produto nas empresas

Como em todas as revoluções tecnológicas, certos sectores de atividade vão desaparecer, outros irão florescer, e outros ainda

irão ganhar um novo fôlego. Aqueles que tiverem o *know-how* necessário para desenharem / projetarem e produzirem os produtos imaginados poderão ter enorme sucesso, figura 6.



Figura 6 - Exemplo de candeeiro obtido por Impressão 3D

A conjugação de todas estas valências implica um conhecimento de variadíssimas áreas como:

- Os vários ramos da Engenharia (dependendo do produto projetado, mecânica, eletrónica, informática, materiais, etc...)
- Os designers de produto serão uma peça central porque percorrem todo o espectro, tendo a criatividade e o conhecimento técnico para transformar uma ideia num conceito/solução virtual e depois num produto real;
- O marketing, dado que a variedade de oferta será tal que torna difícil conseguir que o produto sobressaia do meio da multidão. Veja-se por exemplo o caso das aplicações móveis; a enorme variedade dentro de uma qualquer categoria é tal que torna muito difícil a escolha.

6. A impressão 3D na Metalomecânica

A impressão 3D assume-se como um processo que oferece, de forma célere a quem cria novos produtos, a capacidade de obtenção de modelos físicos num único material ou diferentes materiais. Este recurso permite com elevada eficácia e precisão reproduzir a aparência e funcionalidade do protótipo de um produto ou mesmo obter modelos finais. Trata-se de uma tecnologia em franca evolução e expansão, havendo ecos da sua utilização nas mais diferentes áreas. Atualmente, já é possível obter modelos físicos em diferentes materiais e com graus de acabamento e de precisão que ultrapassam os processos de fabrico convencionais. Num futuro próximo, a produção de muitos dos objetos de uso quotidiano concretizar-se-ão através destas tecnologias aditivas, não só em versão industrial, mas ainda em versão doméstica. Estamos perante a tecnologia de fabrico do futuro, já que o seu processo de funcionamento vai de encontro ao próprio modo como a matéria está organizada, ou seja, por camadas. Numa perspetiva evolutiva e preditiva, advoga-se que a espessura destas camadas chegará mesmo a um nível atómico.

A Impressão 3D oferece uma série de vantagens que a tornam atraente para determinados sectores. A vantagem mais óbvia da sua utilização é a possibilidade de criar objetos com geometrias muito complexas, o que é muito difícil, se não mesmo impossível, de alcançar com outros métodos de fabrico. Isto faz com que esta tecnologia seja particularmente atraente para a indústria de moldes, onde canais de arrefecimento muito complexos podem ser criados através de impressão 3D, permitindo uma redução do tempo de ciclo de moldação por injeção. Além disso, a



otimização de uma determinada geometria pode também ajudar a reduzir a utilização de material. Isto pode ser importante em aplicações onde o peso tenha um papel relevante no desempenho (por exemplo aeroespacial), ou caso seja necessário controlar a densidade da peça.

A Impressão 3D conduz ainda a uma maior flexibilidade de fabricação e oportunidades para a produção "*just in time*" e "personalização em massa". Em aplicações de prototipagem, a Impressão 3D pode também reduzir o tempo de desenvolvimento de um determinado produto, visto que ajuda a criar protótipos de uma forma célere, o que permite ao fabricante iterar mais rapidamente do que com outros métodos. A Impressão 3D tem ainda potenciais aplicações na reparação de peças, especialmente sistemas abertos. Reparar uma fissura num produto de elevado valor pode ser muito mais barato e mais rápido, do que ter que construir uma outra unidade.

Apesar dos seus potenciais benefícios, as empresas que desejam implementar sistemas de Impressão 3D nas suas empresas terão certamente muitos desafios pela frente. Embora a tecnologia esteja a avançar rapidamente, existe ainda muita variabilidade, significando que se imprimir a mesma peça duas vezes com a mesma máquina, essas duas peças poderão ser ligeiramente diferentes. As máquinas possuem múltiplos parâmetros de controlo distintos e os profissionais podem necessitar de vários meses até atingirem uma configuração com microestrutura e propriedades mecânicas satisfatórias. Embora os fornecedores deste tipo de equipamentos tenham configurações recomendáveis, muitas vezes estas combinações de parâmetros não são totalmente satisfatórias.

As peças fabricadas em Impressão 3D não têm as mesmas propriedades que as fabricadas convencionalmente, visto que a sua microestrutura é diferente. As propriedades mecânicas dependerão não só dos parâmetros de produção, mas também de diversos tratamentos pós impressão. Embora a peça esteja perto da sua geometria final, provavelmente precisará ainda de certos acabamentos superficiais para cumprir as tolerâncias desejadas. As condutividades térmicas e elétricas são geralmente mais baixas nestes materiais. A rigidez e resistência à corrosão podem também ser inferiores às peças maquinadas por processos convencionais. A quantidade de tempo necessário para aprender a trabalhar com estes equipamentos e a variabilidade adicional do processo podem ou não ser importantes, dependendo do tipo de aplicação.

Estes equipamentos ainda são relativamente caros, e os materiais também são ainda mais caros do que os materiais usados para fabricação convencional. Contudo, a flexibilidade e os potenciais benefícios que a Impressão 3D nos oferece são muitos variados. Em múltiplas experiências industriais, observou-se que, uma vez ultrapassada a dificuldade inicial dos técnicos em trabalhar com esta tecnologia, descobrem-se novas oportunidades para o seu uso.

Uma empresa que esteja a considerar adquirir uma Impressora 3D deverá estar pronta para aceitar os compromissos mencionados anteriormente. A tecnologia tem avançado rapidamente, e é razoável hesitar entre comprar a máquina agora ou esperar pela próxima geração. No entanto, a tecnologia atual já é capaz de alcançar padrões de desempenho bastante interessantes. À medida que a Impressora 3D se torna mais uniformizada, é expectável esperar que os custos baixem, em particular os custos

do material. Não obstante, ninguém sabe ao certo quanto tempo é que a indústria necessitará até atingir esse ponto.

Quando se fala em adoção tecnológica existe sempre uma questão relacionada com competitividade, que vai para além de uma análise de custo-benefício de curto prazo. Ser um especialista numa determinada tecnologia é visto como uma questão estratégica em determinados sectores, o que pode trazer novas oportunidades para as empresas, aumentando o poder de negociação.

A implementação da tecnologia de Impressão 3D nas empresas pode ainda ajudar a cativar novos talentos, por vezes difíceis de atrair para a indústria Metalomecânica. Por vezes os jovens consideram que as atividades no setor da metalomecânica convencional podem ser consideradas, sujas ou fisicamente demasiado exigentes. Para estes jovens mais talentosos, a Impressão 3D proporciona uma tecnologia digital limpa, com a qual podem exercer a sua criatividade em proveito de um setor por vezes ignorado e desprezado pelos mais novos.

7. A impressão 3D e uma nova forma de projetar em 3D

A impressão 3D veio alterar a realidade do fabrico e obtenção de modelos físicos através de duas mudanças de paradigma. A primeira é que permite projetar produtos que não podem ser fabricados através de outras tecnologias. O processo de adição de material, em oposição com o processo de subtração, permite formas mais complexas e intrincadas e isso permite projetar produtos mais leves e orgânicos. A segunda mudança, centra-se na sua utilização e "basta" um computador e uma impressora 3D para qualquer um de nós poder "fabricar" um qualquer objeto físico.

Esta nova forma de fabrico, abre espaço a uma discussão centrada nas competências de projeto e da modelação 3D que importa refletir. É certo que num futuro relativamente próximo as impressoras 3D possam vir ser utilizadas de uma forma tão acessível quanto as impressoras de papel. Bastando um computador, um processador de texto e uma impressora. Na impressão 3D, se estabelecermos a analogia entre o processador de texto "obrigatório para a impressão em papel" com o software de CAD 3D "obrigatório para gerar o modelo digital 3D", podemos fazer todo o tipo de construção de cenários, sendo que é realista afirmar que o processador de texto não substitui o domínio da comunicação linguística e escrita, porque essa pertence ao "autor", assim como a impressão 3D não prescinde do modelo digital, nem este prescinde do CAD 3D onde é gerado (seja ele obtido por modelação direta ou engenharia inversa) e registe-se ainda que o CAD 3D não substitui o engenheiro, o projetista ou autor do modelo e os seus conhecimentos projetais. Chegados aqui, podemos afirmar que existe um conjunto de conhecimentos, uns mais genéricos e outros mais específicos que devem ser tidos em conta quando se projeta e se pretende obter um modelo por impressão 3D.

No projeto de objetos, peças e ferramentas por processos que envolvam a impressão 3D é possível reduzir algumas das restrições dos métodos de fabrico tradicionais. Deste modo, é possível projetar peças com geometrias mais complexas, com sistemas de fixação integrados, canais longos e estreitos, contornos personalizados e estruturas de malha alveolar, só para citar alguns exemplos. O projeto para impressão 3D permite igualmente integrar montagens (tudo-em-um) e deste modo reduzir o número de peças, o tempo de montagem e a



ocorrência de falhas de montagem.

Alteração da forma de projetar

O processo de fabrico impõe restrições que devem ser consideradas ainda durante a fase de projeto e quando usamos uma qualquer aplicação CAD para projetar uma peça, esta é geralmente baseada em operações booleanas e no projeto subtrativo, e isto, historicamente, influenciou a forma como criamos os objetos. Este processo de modelação 3D conjuntamente com o *Design for Manufacturing* (DFM) pretende a implementação de alterações no projeto que ajudem na identificação de problemas decorrentes do processo de fabrico, através da análise e exploração das restrições visando a eliminação, logo na fase de projeto, dos aspetos geométricos e tecnológicos da peça que possam criar problemas durante o seu fabrico.

No DFM são abordados os problemas de funcionalidade e manufaturabilidade. As questões de funcionalidade são abordadas através de "adaptação" de dimensões da peça para compensar eventuais anomalias de comportamento. Os problemas de fabricação são abordados através da identificação de atributos geométricos difíceis de fabricar ou através de simulações de processos de fabrico. Assim, o projetista pode fazer a modificação de algumas características geométricas não-críticas de uma peça para facilitar a sua fabricação, reduzir o custo e o tempo de fabrico considerando as especificidades de cada processo.

Deste modo, existe um conjunto de aspetos que podem ser observados e tidos em consideração durante a fase de construção de um projeto para fabrico aditivo.

Consolidação de componentes

No projeto para impressão 3D é possível combinar montagens compostas por múltiplos elementos numa única, mantendo o comportamento funcional do componente e por vezes até melhorando a sua robustez original, nomeadamente eliminando interfaces, como no exemplo da figura abaixo onde se reduz o número de componentes e se eliminam os elementos de ligação, figura 7.

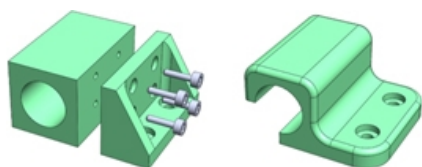


Figura 7 - Eliminação de elementos de ligação

Complexidade geométrica

Na impressão 3D é possível projetar e fabricar componentes com geometrias complexas e intrincadas estruturas internas, figura abaixo. As tecnologias de impressão em 3D permitem a criação de peças praticamente impossíveis de fabricar de outra maneira, nomeadamente componentes encapsulados, figura 8.

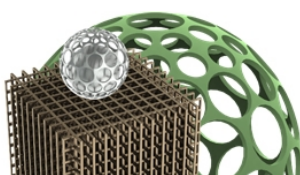


Figura 8 - Exemplo de elementos de geometria complexa

Redução do volume da peça

O preço das peças obtidas por impressão 3D é fortemente influenciado pelo tempo de construção e pela quantidade de material usado. A relação superfície/volume de uma peça desempenha um papel importante na determinação do custo de uma determinada peça.

Uma peça com massa reduzida permite diminuir significativamente o preço porque necessita de menos tempo para construir, consome menos material e tem uma maior probabilidade de ser produzida corretamente na primeira vez. Esta vantagem vem abrir grandes potencialidades na otimização topológica de componentes, permitindo reduzir a geometria e a quantidade de material de cada componente. Este fator tem grande importância para o ambiente e para a economia, figura 9.

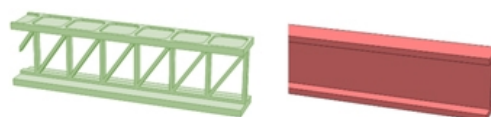


Figura 9 - Exemplo de redução de massa

Otimização de topologia

Pode-se definir, otimização de topologia como "Uma abordagem matemática que otimiza o *layout* do material dentro de um determinado espaço de design". Trata-se de uma tecnologia de computação que permite otimizar o projeto estrutural criando geometrias inspiradas em estruturas mais orgânicas.

Os resultados da otimização de topologia são estruturas que têm dimensões externas idênticas aos elementos originais, permitem suportar as mesmas cargas, mas apresentam uma geometria interior e exterior muito diferente das peças tradicionalmente fabricadas. Na otimização de topologia analisam-se as tensões sobre uma determinada geometria e, em seguida, remove-se o material supérfluo. Este processo de otimização é repetido sucessivamente e, no final do procedimento fica apenas uma estrutura interior esquelética.

A vantagem das peças projetadas com otimização de topologia é apresentarem as mesmas características de resistência, mas poderem ser criadas com menos material, e daí resultar uma melhor relação resistência/peso. Outras das melhorias de desempenho que a otimização de topologia oferece são: minimizar a espessura da peça; minimizar a massa e otimizar as frequências naturais.

Peças mais eficientes

A impressão 3D permitiu remover muitas restrições tradicionais. Por exemplo, reduzir o peso final numa peça maquinada não representa necessariamente economia de dinheiro. O tamanho do bloco inicial é geralmente o mesmo, mas terá de ser removido mais material durante o processo de fabrico. Com a impressão 3D, a quantidade de material utilizado é diretamente proporcional ao peso da peça: quanto mais pesada a peça, mais caro será o seu fabrico. Uma peça projetada usando otimização de topologia, permite uma maior economia do custo das matérias-primas, quando alcançar uma massa mínima.

Como resultado da otimização de topologia as peças apresentam-se invariavelmente mais leves e permitem que se economize tempo no processo de desenvolvimento. Um desafio do projeto é apresentar os resultados da otimização de topologia, de modo a traduzir formas de aparência orgânica em geometrias CAD prontas para fabricação, figura 10.

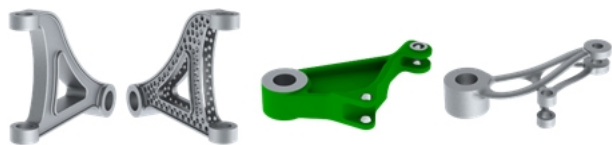
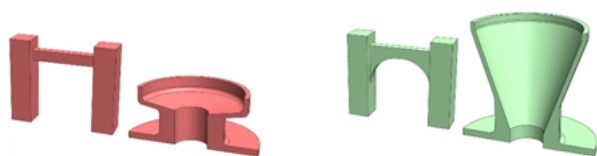


Figura 10 - Componentes de geometrias mais eficientes

Estruturas autoportantes

Na maioria dos processos de impressão 3D, cada camada é pouco rígida, durante a sua primeira fase de construção e se não for totalmente suportada a partir de baixo, com um apoio sólido, ela pode ficar distorcida ou entrar em colapso. Dependendo da peça e das características circundantes são vários os métodos que podem ser utilizados para suportar uma geometria pendente.

Uma solução para minimizar os suportes é substituir as superfícies planas voltadas para baixo por uma configuração angulada, e quanto maior for o ângulo com a horizontal, menor será a necessidade de suportes, figura 11. Uma superfície com variações de grau auxilia no processo de construção das camadas.



Não autoportantes

Autoportantes

Figura 11 - Exemplo de estruturas autoportantes

Para aumentar a integridade estrutural e reduzir o risco de quebra, devem-se utilizar filetes, nervuras, arcos e outras estruturas autoportantes. Se possível devem-se engrossar os elementos geométricos mais frágeis, pois esta é uma forma de evitar que estes sejam destruídos durante a depuração.

Para obter um modelo CAD 3D por impressão 3D, existem alguns aspetos importantes a considerar na elaboração do modelo, preparação e sua exportação para a impressora. Apesar do enorme potencial desta tecnologia e da sua aparente “automatização e pronta a usar”, durante a fase de projeto deve-se ter em mente algumas considerações para evitar eventuais problemas que possam surgir face à não utilização de modelos otimizados.

Por exemplo, a orientação da posição de construção da peça é uma decisão crucial na análise DFM no caso da impressão 3D. O tempo de construção, a qualidade da superfície, o volume e o número de estruturas de suporte, etc., dependem da orientação da posição de construção. Em muitos casos, é possível melhorar as condições de fabrico apenas reorientando a peça.

O conhecimento específico da tecnologia e das considerações de projeto por parte do utilizador são aspetos relevantes e com

impacto no resultado final. Tornando por isso necessário que ainda se invista na formação especializada de técnicos, designers e engenheiros, porque tal como no passado a tecnologia não substitui o conhecimento, apenas fornece ferramentas mais poderosas para a concretização de ideias e soluções.

8. Impressão 3D na Hora

Atualmente o uso de impressão 3D para a indústria ainda está no domínio de quem tem conhecimentos técnicos profundos sobre a tecnologia, no entanto as primeiras impressoras *Desktop* vieram derrubar muitas barreiras, mostrando que a obtenção de peças reais criadas em poucos minutos ou horas está acessível a qualquer mortal a distância de um clique.

A sua aplicabilidade é transversal a vários ramos de atividade desde o âmbito industrial ao doméstico. Precisamos sobretudo de alguma criatividade para obter o modelo de CAD pretendido que vá de encontro da nossa necessidade e perceber como cada material e processo de impressão se adequa a cada área: alimentar, saúde, setores da aeronáutica e automóvel, desporto, medicina e biologia, joalheria, têxtil e calçado ou até na construção civil no fabrico de casas.

9. Serviços disponíveis na área da Impressão 3D

Neste momento pode-se questionar o investimento em equipamentos bastante onerosos, mas talvez isso neste momento não seja necessário, já existem múltiplas empresas que se dedicam a prestar serviços para o exterior nesta área de atividade, sobretudo nas principais zonas industriais. Já existem algumas empresas que prestam serviços na tecnologia SLS, sobretudo em metal para a área dos moldes. A fabricação aditiva de metais, permite a criação de formas complexas e impossíveis de se obterem pelos métodos convencionais.

Podemos aplicar esta tecnologia nos mais diversos setores, incluindo o de Moldes & Plásticos, na aplicação de postigos com canais de refrigeração conformados. Em determinadas geometrias uma boa refrigeração é a garantia de peças com qualidade o que, consequentemente, reduz significativamente os custos de não qualidade.

Na injeção, além de se conseguir uma boa refrigeração, este tipo de aplicação também permite a uniformidade da temperatura e a redução de ciclo de injeção até 40%. Na maquinaria, a operação de desbaste é eliminada tornando esta tecnologia mais sustentável e ecológica. A tecnologia FDM embora não permita obter peças com muita resistência estrutural pode e deve ser usado nesta fase para fazer estudos prévios de novos projetos ou para partilhar os nossos estudos de forma interativa com os clientes.

10. As diferentes tecnologias de Impressão 3D

A impressão 3D (ou Manufatura Aditiva) é um conjunto de tecnologias de fabricação aditiva, em vez de subtrativa, em que o modelo é obtido quase sempre, por deposição de camadas sucessivas de material a partir de um modelo digital 3D criado num *software* CAD. A forma como essa deposição é feita define o tipo de tecnologia de impressão 3D. Existem diferentes tecnologias, das quais umas derivam das outras. Algumas impressoras depositam o material depois de aquecido como no



caso do FDM (*Fused Deposition Modeling*), outras fundem graus finos usando um Laser. Existem vários tipos de processos aditivos de metais, como *Sinterização Seletiva a Laser* (SLS), Sinterização de Metal Direta por Laser (DMLS), Sinterização Seletiva de Metais (SLM). No caso mais comum, o processo SLS, a impressão 3D é feita seletivamente por sinterização, formando uma massa sólida de material pelo calor, mas sem chegar à liquefação. A estes processos anteriores podemos ainda acrescentar o processo LOM (*Laminated Object Manufacturing*) que usa a tecnologia Laser para cortar e depositar de forma consecutiva finas camadas de material (papel, plástico ou material metálico) e que são ligadas entre si por calor. Outros dos processos comuns é o *PolyJet*. Neste processo de Impressão 3D é possível usar uma ampla gama de materiais e permite obter peças com bom acabamento superficial e grande precisão, que podem ser usadas em protótipos ou ferramentas. Cada camada no processo *PolyJet* pode ir até uma espessura de 0,1 mm e produzir paredes finas e geometrias complexas utilizando a mais ampla gama de materiais disponíveis.

11. Onde encaixa no processo produtivo a tecnologia de Impressão 3D?

A tecnologia de impressão 3D irá alterar a sequência das várias etapas do processo produtivo. A conceção, desenvolvimento e produção de um qualquer produto terá que forçosamente ser ajustado a esta nova tecnologia.

11.1. DESAPARECIMENTO DE VÁRIAS ETAPAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS

A queda de alguns processos produtivos será inevitável em alguns sectores de atividade. Vejamos um processo tipicamente usado na produção de um produto, com recurso às tecnologias convencionais.

- 1) Ideia
- 2) Desenho / modelação 3D
- 3) Protótipo(s) de validação
- 4) Manufatura de peças finais
- 5) Montagem
- 6) Distribuição
- 7) Armazenamento
- 8) Canal de venda
- 9) Comprador

No decorrer deste processo, entre a manufatura e o utilizador final, existe o transporte da mercadoria de um local para outro, por este motivo parece correto contar isso como uma 10ª etapa.

O processo de produção para um produto desenvolvido para a tecnologia de impressão 3D será algo mais próximo da sequência seguinte:

- 1) Ideia
- 2) Desenho / modelação 3D
- 3) Prototipagem pelo utilizador final (comprador), com eventual customização

Esta redução poderá não ser tão linear devido ao número de variáveis envolvidas em determinados processos produtivos, mas certamente existe uma mudança paradigmática com a impressão 3D, e esta irá invariavelmente ganhar terreno relativamente aos processos produtivos tido hoje como tradicionais com o passar do tempo. 🤖

Américo Costa - Engenheiro Mecânico - FEUP / Departamento de Formação do CENFIM