



O MUNDO DA IMPRESSÃO 3D: APLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Ricardo Francisco Pereira
ricardo@astronova.com.br

Finalmente chegamos no último texto da série sobre Impressões 3D.

O primeiro texto dessa série (O mundo da impressão 3D: Aplicações) publicado na edição 31 dessa revista (Setembro de 2021), contextualizou algumas das principais aplicações atuais das impressões 3D que tem o potencial de transformar nossas vidas. O segundo texto da série (O mundo da Impressão 3D: impressoras 3D e filamentos) publicado na edição 32 dessa revista (Dezembro de 2021), abordou um

pouco sobre os tipos de impressoras 3D e alguns tipos de filamentos e suas principais diferenças e características. O terceiro texto da série (O mundo da impressão 3D: o processo de impressão) publicado na edição 33 (Março de 2022), abordou todo o processo a ser feito, desde a escolha do modelo a ser impresso, as configurações para o fatiamento e a impressão em si. Agora nesse quarto texto, abordaremos os aspectos educacionais do que é possível explorar com as impressões 3D.

No final do ano de 2017 (se não me engano), eu fui apresentado ao mundo da Impressão 3D pelo meu

amigo e camarada Wilson Guerra, também membro da Revista Astronova. Imediatamente eu fiquei encantado e já me toquei do imenso potencial dessa tecnologia para a área de Educação. Durante um tempo eu fiquei namorando esse “mundo”, até tomar coragem para estudar mais o assunto e comprar a minha primeira impressora 3D (que eu já nem tenho mais), então desde o início, meu foco na Impressão 3D já era a área educacional, mas não que eu não tenha imprimido modelos aleatórios como decoração, placas engraçadas, peças para zuar alguma coisa ou alguém, para minha casa, meu “escritório” etc.

Como eu trabalho com a área de ensino de Física e Astronomia, a maioria das peças que eu imprimo pertence a essas duas áreas, então serão as peças que usarei para discutir o potencial delas voltadas para o ensino dessas áreas. Infelizmente, por causa da pandemia, a universidade passou os anos de 2020 e 2021 no modo de Ensino Remoto Emergencial (ERE), ou seja, nesse período, nunca tive contato direto com alunos ou com professores em cursos de formação continuada, com isso, quase não tive oportunidade de desenvolver trabalhos com alunos do curso de Licenciatura em Física ou com professores em cursos de formação continuada. Meu único trabalho com as impressões 3D foi no Programa Residência Pedagógica e por mais que essa atividade tenha me mostrado várias coisas sobre a relação da Impressão 3D com o ensino, a atividade foi muito limitada por ter sido realizada totalmente em modo remoto.

Para quem tiver interesse, nós produzimos uma apostila chamada “Analisando o potencial de algumas impressões 3D no Ensino de Física”, onde meus orientandos escreveram textos discutindo o uso de algumas peças 3D no Ensino de Física. Socializamos essa apostila em meu site (www.recur-sosdefisica.com.br) na página Impressão 3D.

A Física e a Astronomia são Ciências muito subjetivas, mas em sentidos diferentes, no ensino de Física, lidamos com conceitos que são muito abstratos e que não podemos observar ou tocar, mas só sentirmos seus efeitos. Por exemplo, conceitos como forças, acelerações, energias, campos (gravitacionais, elétricos e magnéticos), cargas elétricas, átomos, radiações dentre muitos outros, geram bastante dificuldades para compreendê-los por que não os vemos ou tocamos, só sentimos seus efeitos. Já na Astronomia, a Ciência que estuda o Universo, o problema da abstração é porque o que conhecemos no Universo afóra (planetas, estrelas, cometas, Asteróides, Galáxias, Aglomerados, Buraco Negros, Quasares, Pulsares, Supernovas, Nebulosas etc) são objetos ou estruturas muito grandes, numa escala totalmente diferente do que encontramos no nosso dia a dia.

Quando pensamos em materiais ou recursos para se ensinar Física e Astronomia, é preciso levar em conta essas abstrações e as dificuldades de aprendizagem implícitas por causa delas. Entendo que as peças impressas nas impressoras 3D atendem muito bem a essas necessidades, mostrando situações que é impossível de se ver hoje em dia, como um buraco negro devorando uma estrela, ou mesmo a estrutura de um pulsar

Quando pensamos em materiais ou recursos para se ensinar Física e Astronomia, é preciso levar em conta as abstrações e as dificuldades de aprendizagem implícitas por causa delas. Entendo que as peças impressas nas impressoras 3D atendem muito bem a essas necessidades (...)

ou de um sistema de planetas extrassolar.

Da atividade que realizamos no Programa Residência Pedagógica (focada no ensino de Física), percebemos que existem diferentes tipos de usos para as peças 3D, com isso, definimos 4 principais tipos de usos para as peças impressas:

Tipo 1

Peças que mostram um contexto ou um cenário que, a partir delas, podem ser exploradas uma questão histórica, científica ou social. Exemplo: na imagem 1, temos um conjunto de impressões 3D representando Arquimedes, a coroa e a banheira, a partir desse contexto, pode-se discutir a história de Arquimedes e o estudo sobre densidades;



Imagem 1:
Impressão 3D
de Arquimedes,
a coroa e a
banheira.
Autoria Própria.

Tipo 2

Peças que apresentam ou demonstrem conceitos físicos. Por exemplo: na imagem 2 temos uma impressão 3D mostrando a representação das linhas de campo magnético que é algo que não podemos ver ou pegar, mas sentimos seus efeitos;



Imagem 2: Impressão 3D mostrando
as linhas de campo magnético.
Autoria própria.

Tipo 3

Peças que mostram aplicações de conceitos ou fenômenos físicos. Por exemplo: na imagem 3 temos uma impressão de um Balloon Car, que é um veículo movido a ar que sai da bexiga, passa por dentro do carro e sai pela traseira dele, impulsionando-o;



Imagem 3:
Impressão 3D de
um carro movido
a ar. Autoria Própria.

Tipo 4

Peças que ajudam na compreensão da Física envolvida em uma determinada aplicação. Por exemplo: na imagem 4, temos um corte de um pistão de um motor 4 tempos, onde o mecanismo interno do pistão se movimenta para mostrar o processo cíclico de funcionamento do motor.



Imagem 4:
Corte de um
pistão de
motor.
Autoria Própria.

Esses tipos de usos vieram da análise das peças que nós discutimos na atividade desenvolvida e todas elas eram voltadas para o ensino de Física. Para saber mais sobre elas, acesse a apostila produzida na página que já indicamos.

Destaco que os 4 tipos de usos indicados é uma classificação que é consequência do trabalho que

desenvolvi com meus orientandos e se mais peças forem analisadas, mais tipos de usos poderiam ser descritos. Também é importante destacar que as peças podem ser classificadas com 2 ou mais dos tipos de usos educacionais, então quanto mais categorias ela pode ser usada, maior o potencial que ela tem para o ensino de Física.

Na Astronomia, pelas características dessa Ciência (que já discutimos anteriormente) e pelos modelos disponíveis, os usos educacionais para as peças impressas são diferentes, mas em essência, tem os mesmos objetivos. Em minha análise, os 7 principais usos dessas peças na Astronomia são:

TIPO 1

Peças mostrando como são alguns objetos celestes, tais como satélites naturais, cometas, asteroides, pulsar etc;

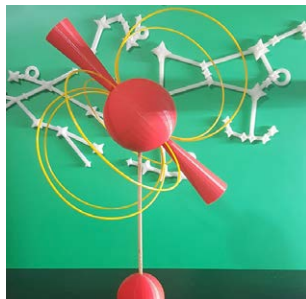


Imagem 5: Impressão 3D de um Pulsar. Autoria Própria.

Os pulsares (ver imagem 5) são objetos muito misteriosos, mas extremamente energéticos no Universo. Eles possuem um campo magnético absurdamente poderoso, rotacionam a velocidades imensas e emitem rajadas de Raios-X Universo afora. Na peça, as linhas amarelas representam as linhas de campo magnético e os cones representam a emissão de Raios-X e por girarem muito rápido, essa emissão é detectada como pulsos de Raios-X muito rápidos, por isso esse objeto recebe o nome de Pulsar.

No Pulsar, o poderosíssimo campo magnético acaba arrancando cargas elétricas da superfície e como ele rotaciona, o campo elétrico gerado por essas cargas elétricas também está em movimento e acaba gerando uma poderosa emissão de ondas eletromagnéticas na faixa dos Raios-X no formato de uma rajada emitida nos polos magnéticos do Pulsar.

Com esse modelo, é possível mostrar o que é um Pulsar e explicar porque ele emite as rajadas de Raios-X.

Na Terra, podemos fazer uma comparação direta com um Farol em alto mar, emitindo um poderoso sinal de luz giratório no período da noite e avisando embarcações da posição de uma ilha em rotas marítimas.

TIPO 2

Peças mostrando como são a estrutura de certos objetos celestes, tais como: estrutura interna da Terra, núcleo de nebulosa, buraco negro devorando estrela etc;

Um Buraco Negro (ver imagem 6) é um dos objetos mais misteriosos e que menos conhecemos no Universo, entretanto, é um dos que mais geram curiosidades e confusão nas pessoas. No conhecimento popular, as pessoas acham que o Buraco Negro é simplesmente um buraco que atrai tudo, inclusive a luz, mas essa é uma descrição errada do que é esse objeto. O Buraco Negro é uma estrutura composta de algumas partes, dentre elas o resto de uma estrela que explodiu e que gera atração gravitacional tão descomunal que atrai tudo que chega perto dele, inclusive a luz.

Na peça impressa o disco amarelo representa o Disco de Acreção, que é uma região em torno do Buraco Negro onde a matéria se acumula e orbita o Buraco Negro a altíssimas velocidades e com o tempo essa matéria espirala na direção dele. Nessa região, essa matéria em movimento fica superaquecida e irradia radiação eletromagnética, principalmente Raios-X, que inclusive é uma das formas de se detectar os Buracos Negros.

A parte mais externa da esfera negra representa o Horizonte de Eventos, que é conhecido como ponto de não-retorno, o limite de onde a partir dele, tudo que passa esse ponto é atraído pelo Buraco Negro, nem mesmo a luz consegue escapar. No centro dessa esfera fica o objeto celeste estupidamente denso que é o que sobrou da explosão de uma estrela. Esse objeto é que



Imagem 6: Impressão 3D da estrutura de um Buraco negro devorando uma estrela.

Autoria Própria.

deforma o espaço-tempo criando toda essa estrutura que chamamos de Buraco Negro.

O que parece ser “chifres” saindo do centro da esfera negra é uma representação da emissão de Radiação Hawking. Essa emissão ocorre quando matéria “cai” no Buraco Negro e ela recebeu esse nome em homenagem ao Físico Stephen Hawking.

Já a esfera vermelha é a representação de uma estrela Supergigante vermelha que está tendo matéria “roubada” pela força gravitacional do Buraco Negro. Essa matéria acaba se acumulando no disco de acreção, podendo eventualmente “cair” no Buraco Negro.

Com essa peça, podemos mostrar toda a estrutura do Buraco Negro, desmistificando a visão que as pessoas têm dessa estrutura, assim como mostrar como ele “funciona” ao “roubar” matéria de uma estrela que passa próxima o suficiente dele.

TIPO 3

Peças que mostram comparações de tamanhos e comparação de distâncias, por exemplo: modelos do Sistema Solar, modelo de sistemas planetários extra-solares, modelos de constelações;

Uma das questões que mais atraem a atenção em Astronomia são os tamanhos e distâncias. Os tamanhos e as distâncias dos objetos celestes estão em patamares muito fora da nossa realidade cotidiana, então essas diferenças que mostram o quanto somos pequenos e como tudo é muito distante no Universo gera admiração e curiosidade sobre o Universo.

Para tentar mostrar essas diferenças, praticamente só era possível mostrar imagens ou animações em vídeos, que já conseguem cumprir bem com esse objetivo, mas a Impressão 3D leva essa ação para outro nível. O modelo impresso na fotografia (ver imagem 7) é um modelo em escala de tamanho do Sol e dos planetas do Sistema Solar e a escala, desse modelo específico, é 1:2.500.000.000, isso significa que cada milímetro nessa escala representa 2.500 quilômetros na realidade.

Na base da peça temos dispostos os planetas, que não estão dispostos em proporção de distância, mas sim na proporção de tamanho e a parede vertical representa um pedacinho do Sol. Com esse modelo, podemos discutir os tamanhos principais dos objetos do Sistema Solar como ponto de partida para discutirmos as principais características desses planetas e do Sol.



Imagem 7: Impressão 3D de um modelo do Sistema Solar em proporção de tamanho. Autoria Própria.

TIPO 4

Peças que demonstram ou ajudam a demonstrar alguns conceitos astronômicos, por exemplo: modelos de constelações e movimento anual do Sol, imagem do buraco negro etc;

Quando estudamos Astronomia básica de posição, estudamos o céu como observadores na superfície da Terra e um dos conceitos mais importantes é o movimento do Sol no céu. Ao observamos o Sol ao longo de um dia, vemos

percorrendo um certo caminho no céu, a isso chamamos de Movimento Anual do Sol e isso está ligado as Estações do Ano e à inclinação do eixo de rotação da Terra.

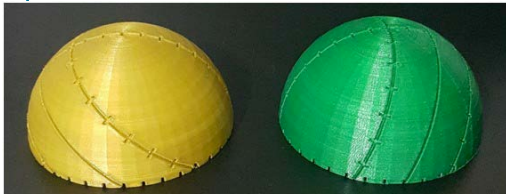


Imagem 8: Impressão 3D de modelos mostrando a trajetória do Sol no céu em diferentes latitudes.

Autoria Própria.

Conforme nosso planeta translada ao redor do Sol, ele mantém a mesma direção da inclinação do eixo de rotação a Terra, é o que gera as estações do ano porque conforme

passa o tempo, o planeta recebe quantidade diferente de luz solar. Como consequência das Estações do Ano, vemos o Sol se mover pelo céu em posições diferentes ao longo do ano e cada localidade verá o Sol se mover em posições diferentes no céu e em posições diferente ao longo do ano.

As peças impressas (ver imagem 8) mostram as linhas que determinam o movimento do Sol ao longo do dia para lugares com latitudes diferentes, então com essas peças, é possível abordar sobre o movimento anual do Sol, Estações do Ano, eixo de inclinação da Terra e insolação solar.

TIPO 5

Peças que tem a função de ajudar na observação do céu ou de fenômenos astronômicos, por exemplo: instrumentos astronômicos antigos, óculos ou visores para observar eclipses solares;

Na Astronomia amadora, quando falamos de observações astronômicas, existe uma regra que nunca pode ser descumprida e ela é: nunca observe o Sol a olho nú. Essa regra existe porque é muito perigoso olhar para o Sol com os olhos nus ou com instrumentos sem a devida proteção necessária. O risco de danos severos a retina é muito alto.

Um eclipse solar é um dos fenômenos astronômicos mais fantásticos a se observar, apesar de ter todos os anos, a região onde é possível ver a totalidade do eclipse é pequena e sempre muda muito a localidade a cada eclipse. Também é o fenômeno onde mais gera interesse pela população leiga.



Imagem 9: Impressão 3D de um óculos para observação de eclipse solar. Autoria Própria.

Em um eclipse solar, quando a Lua passa entre a linha que “liga” a Terra e o Sol e cobre o disco solar total ou parcialmente, temos o risco de causar danos à visão até que o disco solar seja quase totalmente coberto, a luz do Sol que chega até nós na superfície da Terra ainda é muito forte.

Para observar o evento com segurança, é necessário ter equipamentos adequados e nesse caso é um filtro específico para a observação do Sol ou algum tipo de máscara que tenha um “vidro de soldador” número 14. Ambos bloqueiam a maior parte da luz do Sol e em especial, bloqueiam a radiação ultravioleta que tem o potencial de danificar a retina, com isso, permitem uma observação segura do evento.

Fazendo uma pesquisa nos portais que distribuem modelos 3D gratuitamente, como

o Thingiverse (www.thingiverse.com), há alguns modelos de óculos ou visores diferentes que, com o filtro adequado, pode ser usado para a observação de um eclipse solar. Esse modelo da fotografaia (ver imagem 9) foi coberto com 2 pedaços de filtro específico para a observação do Sol. Infelizmente esse filtro não é algo fácil de achar, sendo quase sempre só encontrado para compra em sites internacionais. A vantagem do modelo 3D é que ele pode ser dimensionado para que fique confortável e em posição correta de acordo com a necessidade de cada pessoa.

TIPO 6

Peças que tem a função de mostrar como é a superfície ou parte da superfície de algum objeto, por exemplo: crateras, vales, superfície da Lua ou de Marte etc;

O Perseverance, rover marciano da NASA foi lançado no dia 30 de julho de 2020 e pousou na superfície marciana no dia 18 de fevereiro de 2021 na cratera Jezero, desse lugar começaram as “aventuras” do rover para estudar a superfície de Marte.

Conhecemos bem a superfície de Marte porque ela já foi muito fotografada pelas sondas que orbitaram e orbitam o planeta e pelas sondas e rovers na superfície que já pousaram e funcionaram na superfície dele. São imagens de altíssima qualidade e beleza, entretanto, não geram a mesma sensação comparado com um modelo tridimensional bem-feito.

A peça impressa da fotografia (ver imagem 10) é um modelo 3D de uma parte da cratera Jezero e foi modelada para ter 4 partes. Nela é possível ver e sentir (tato) variações de nível, montanhas, crateras e o que se acredita ser um

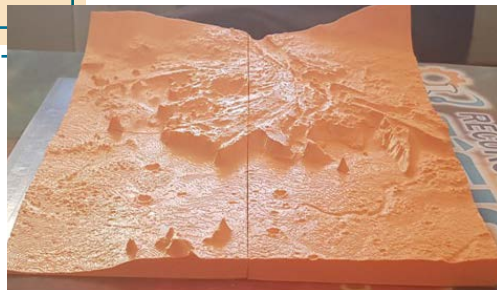


Imagem 10: Impressão 3D de uma parte da cratera Jezero em Marte. Autoria Própria.

delta do que no passado foi um rio marciano, esse inclusive é um dos principais motivos do Perseverance ter sido mandando para essa região, para investigar a possibilidade de que essa região possa ter abrigado formas de vida.

Essa peça possibilita analisar melhor as estruturas na superfície de outro planeta, assim como discutir as regiões possíveis onde em um passado bem remoto, possa ter abrigado vida na superfície Marciana.

TIPO 7

Peças ligadas à Astronáutica, por exemplo: foguetes, estações espaciais, telescópios espaciais ou naves e sondas espaciais.

A história da exploração espacial é muito rica com relação a equipamentos produzidos e que nos trouxeram enormes conhecimentos e um desses equipamentos é o Telescópio Espacial Hubble, um dos equipamentos científicos mais importantes já produzidos pela humanidade. Há mais de 30 anos no espaço nos ajudando a observar e compreender o Universo, o ganho de conhecimento gerado por esse equipamento é incalculável, além das inúmeras e deslumbrantes imagens do Universo.

A peça impressa (ver imagem 11) é um modelo fiel do telescópio verdadeiro e seu uso é simplesmente mostrar como é o equipamento para poder eventualmente discutir a importância dele para os estudos do Universo afora e o quanto descobrimos coisas novas e evoluímos nosso conhecimento.



Imagem 11: Impressão 3D de modelos do Telescópio Espacial Hubble. Autoria Própria.

PARA SABER MAIS:

- O mundo da impressão 3D: Aplicações (Astronova nº 31, Setembro de 2021).
- O mundo da impressão 3D: Impressoras 3D e filamentos (Astronova nº 32, Dezembro de 2021).
- O mundo da impressão 3D: O processo de impressão (Astronova nº 33, Março de 2022).
- Analisando o potencial de algumas impressões no ensino de Física
<http://www.recursosdefisica.com.br/potencial-da-impressao-3d-no-ensino-de-fisica.html>

Ricardo Francisco Pereira é professor do Departamento de Física da UEM. Graduado em Física, é mestre e doutor em Educação para a Ciência e Matemática. Mantém a página Recursos de Física.