

MUSEU MAKER 3D V3⁶

Pedro Lucas Queiroz Pinheiro¹; Marcus Vinicius de Souza Almeida²; Alexandre Jardim Bandeira de Sousa³; Jaciara Rodrigues Santos⁴; Luis Miguel Magalhaes Torres⁵; Neliane Raquel Macedo Aquino⁶; Luciene Santana Ferreira⁷; Elzimeire Coelho Matos⁸; Antonio José Dias Vieira⁹.

Resumo

A impressora 3D é uma tecnologia de fabricação aditiva onde se cria um modelo tridimensional por deposição de camadas sucessivas de filamentos sendo utilizada atualmente para prototipar ideias, produtos e tarefas podendo ser instrumento para educação pois permite ao discente uma visão tridimensional de feições numa escala inteligível. Assim, por exemplo, um docente de biologia pode demonstrar com mais facilidade o funcionamento de uma membrana biológica e um discente de engenharia pode entender a compartimentalização interna de um motor por meio de um corte de uma peça 3D. Outro benefício, é a replicação de peças expostas em museus tradicionais espalhados ao redor do mundo até mesmo daquelas quase perdidas em acidentes como a do fóssil Luzia quase destruído no incêndio do Museu Nacional em 2018. Assim, selecionamos dentro das áreas STEAM, modelos pesquisados na rede de computadores, e organizamos oficinas de Modelagem 3D para a formação dos discentes. Paralelamente, montamos uma exposição permanente de peças na fábrica de Inovação do IFMA Campus Imperatriz sobre biologia celular e molecular, anatomia vegetal, cerâmica indígena; anatomia comparada, paleontologia, exploração espacial, engenharia, matemática e arte. Onde recebemos visitantes de instituições públicas e particulares visando a troca de conhecimento, também temos parceria com a Universidade Estadual do Sul do Maranhão-UEMA. Nosso objetivo é transformar o conhecimento adquirido em livros em realidade através da impressão 3D para uso didático.

Palavras-chave: Educação, Peças, 3D, STEAM

Apoio financeiro: EDITAL PRPGI Nº 92/2022 - PESQUISA E INOVAÇÃO APLICADA ÀS FÁBRICAS DE INOVAÇÃO 2022/2023 - Edital de Inovação

INTRODUÇÃO

¹ Discente do Curso Técnico em Computação IFMA Campus Imperatriz; E-mail: tec567837@gmail.com

² Discente de Engenharia Elétrica do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: marcus.almeidaif@gmail.com

³ Discente de Engenharia Elétrica do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: j.alexandre@acad.ifma.edu.br

⁴ Discente de Engenharia Elétrica do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: jaciara.r@acad.ifma.edu.br

⁵ Docente do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: luis.torres@ifma.edu.br

⁶ Docente do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: nelianemacedo@ifma.edu.br

⁷ Docente do Colégio COC Imperatriz; E-mail: lucienebiologaax@gmail.com

⁸ Bibliotecária do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: meire.itz@ifma.edu.br

⁹ Docente do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do IFMA Campus Imperatriz; E-mail: antonio.vieira@ifma.edu.br

Tornar o que é grande em pequeno e o que é pequeno em grande foi a premissa do projeto utilizando a impressão 3D, uma tecnologia de fabricação aditiva de modelos tridimensionais permitindo materializar conhecimento STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

Se peças 3D facilitam a compreensão de processos em sistemas compartimentalizados para pessoas sem deficiência visual estas podem ter o impacto positivo de melhoria do entendimento do mundo.

A primeira impressora 3D foi criada por Chuck Hull, engenheiro físico do estado da Califórnia, utilizando a estereolitografia, principal tecnologia da impressão 3D (Duarte, 2014).

No ensino das Ciências da Natureza, o Ministério da Educação (MEC) estabelece, na alínea e do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro, como princípios orientadores dos processos de ensino e de aprendizagem, a *“valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas (...) promovendo a integração das dimensões teórica e prática”*. Neste sentido, a Impressão 3D, que também é chamada de prototipagem rápida é uma ferramenta interessante para os cursos técnicos e superiores do Campus Imperatriz nas áreas de Engenharias incluindo a Ambiental pois fenômenos biológicos ocorrem em partes do sistema que ora são microscópicos ora são globais.

Aqui relata-se a experiência do uso da Modelagem 3D e seus produtos como instrumento de divulgação científica, no desenvolvimento de atividades investigativas, colaborativas atendendo às competências e habilidades traçadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a geração do século XXI.

METODOLOGIA

Seleção de Peças 3D STEAM e as Trilhas de aprendizagem

Os temas para as Peças 3D foram definidos com base nos interesses dos pesquisadores parceiros, no conhecimento *a priori* das dificuldades de ensino aprendizagem dos docentes orientadores ou do quadro EBTT do IFMA, das motivações e interesses dos discentes que participam do projeto.

São realizadas buscas em bancos de modelos de arquivos de estereolitografia (arquivos stl) considerando a trilha de aprendizagem, que será exemplificada no próximo parágrafo, caso seja encontrada a peça é incluída no acervo do Museu Maker 3D. Por outro lado, se o modelo 3D não estiver disponível, ou incompatível com a necessidade, modela-se a peça utilizando-se o software Fusion 360 (Autodesk, 2022). Baseando-se nas necessidades de um determinado protótipo e, ou peça para exposição, define-se a escala natural, de ampliação ou para redução.

Para melhor compreensão as propostas são organizadas em Temas no Google Classroom assim foram selecionadas peças associadas às seguintes temáticas: Cultura e arte, anatomia

comparada e paleontologia, astrofísica e sistema solar, diversidade biológicas, biologia molecular e celular, geografia, geografia humana, Matemática e engenharias. Tal estrutura está em constante evolução dada as demandas acadêmicas e dos parceiros.

Também ocorre a doação direta aos docentes no caso de peças especiais, instituições após visitas em grupo ou Universidades após fechamento de parcerias; bem como informações sobre os modelos autorais modelados utilizando o aplicativo Fusion 360 pelos discentes do projeto sobre orientação dos docentes orientadores.

Modelagem e Impressão Colaborativa

Após a definição dos temas é realizada uma pesquisa por arquivos .stl na internet utilizando o termo em “inglês” em sites como [Thingiverse](#), [My Mini Factory](#), [Cults 3D](#), [TinkerCAD Things](#), [Yeggi](#), [GrabCAD](#), [Sketchfab](#), [NASA](#), [Printables](#) e [3dprint.nih.gov](#). Caso não seja encontrado o arquivo .stl é planejada a modelagem utilizando o programa Fusion 360.

Após a obtenção do arquivo.stl este é fatiado no programa fatiador, gerando um arquivo gcode, que contém usualmente, as seguintes características: a densidade de preenchimento é de 10 a 20% do tipo tree, suporte lighting, com 4 camadas superiores e quatro inferiores com camada de aderência do Tipo raft, Quando se utiliza o filamento PLA as temperaturas da mesa e extrusora são calibradas para 50 e 200 °C, respectivamente. Enquanto para o filamento ABS adota-se 110 e 240 °C para mesa e extrusora, respectivamente.

Adotando-se estas configurações e restrição de tempo para impressão (somente 4 a 8h). obtêm-se peças com dimensões máximas médias de 7 x 6 cm (comprimento x largura) destinadas à doação às instituições visitantes do Museu Maker 3D.

Ao passo que as peças maiores com dimensões máximas de 14 a 18cm de altura são obtidas utilizando as Impressoras Ender 3 v2, Ender 3 Pro, FAB 5 e Tronxy P802M 3D com um tempo que varia entre 48 a 72h. As peças maiores têm destinação à biblioteca do IFMA Campus Imperatriz, à exposição permanente ou a doação a docentes pesquisadores parceiros.

Bem como características de densidade e de resistência. Ato contínuo o arquivo gcode resultante deste processo é transferido para a impressora 3D para que a impressão executada propriamente dita. O tempo médio de impressão das peças em escala grande (para exposição) foi de 72h. Enquanto das menores variou entre 4 e 8h, às quais foram destinadas às escolas municipais que visitaram o Museu Maker.

Exposição Permanente

As peças estão sendo expostas fisicamente na Fábrica de Inovação do IFMA Campus Imperatriz e digitalmente no site do projeto e em suas redes sociais. Foi construída uma aba para cada peça em exposição que contém recursos multimídia de texto, áudio e vídeo. Para facilitar o acesso às

informações foi impresso um display contendo o nome da peça e um Qr Code que ao ser escaneado leva ao conteúdo multimídia

Prototipagem

Com o domínio do Fusion 360 para modelagem e o uso da linguagem de programação Python embarcada na plataforma de prototipagem eletrônica de placa única Arduino foi desenvolvida uma **composteira eletrônica**.

Enquanto, uma **célula vegetal interativa 3D** foi construída baseando-se no modelo de célula vegetal (MosaicManufacturing, 2023) remodelado em Blender 3.4 (Blender Foundation, 2023). A programação foi realizada em placa Arduino (clique aqui) mas usando a linguagem de programação C++ (clique aqui) que definia uma lógica de funcionamento de LEDs e de áudios descritivos das organelas que compõem a célula vegetal 3D.

Digitalização de acervos

A digitalização de acervos 3D foi realizada utilizando-se o Scanner Creality CR Scan Lizard 3D. Assim, peças pertencentes ao Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT) foram digitalizadas e impressas na Impressora Ender 3 Pro, o que permitiu a salvaguarda digital da peça museológica e após a impressão da peça em 3D, acesso tátil dos visitantes ao acervo.

RESULTADOS

Seleção de Peças 3D STEAM e as Trilhas de aprendizagem

Os resultados foram apresentados em eventos técnico-científicos e ao público em geral, por exemplo, exposições nos Shoppings Imperial e Tocantins, da cidade de Imperatriz. Em outros momentos o Museu Maker recebeu visitas de escolas, públicas e privadas, de Imperatriz e cidades vizinhas, com turmas formadas por alunos da educação básica, buscando apresentá-los as peças e permitindo o contato com a tecnologia de impressão 3D.

Sob a ótica da curadoria do acervo, orienta-se, aos membros do projeto, que a escolha de peças seja encadeada em uma trilha de aprendizado. Por exemplo, no próximo parágrafo em itálico é apresentado um texto conceitual **em negrito** as peças que foram impressas baseando-se em modelos já disponibilizados em banco de dados e as sublinhadas aquelas peças em que houve a necessidade de modelagem baseando-se em modelos bidimensionais disponíveis em artigos científicos e, ou livros didáticos, a saber:

*A **peça “EVE”**, do filme Wall E; que busca vegetação extraterrestre, procura vegetação em última análise órgãos foliares, representados pelos mesófilos foliares (C3 e C4). Por outro lado tais tecidos representam a base da cadeia alimentar por serem formados por **células***

vegetais verdes que contém a **cloroplastos**, formados por um sistema de endomembranas que contém pigmentos e proteínas, inclusive a **ATP Sintase**, uma das proteínas integrais e funcionais dos **Fotossistemas I e II**. Ainda no estroma dos tilacóides dos cloroplastos ocorre a enzima mais abundante da terra a **ribulose 1,5 bifosfato carboxilase oxigenase** (rubisco) que para que o ciclo bioquímico funcione necessita tanto da coenzima ATP quanto da nicotinamida dinucleotídeo fosfato reduzida (NADPH) que recebe os elétrons provenientes de moléculas de água doadores de elétrons no Fotossistema II.

O projeto também foi exposto em diversos eventos, como, por exemplo, no Seminário de Iniciação Científica de Imperatriz; na XIX Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do Maranhão; e no XVIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e I Congresso Ibero-Latinoamericano de Biologia Vegetal que ocorreu no Centro de Eventos da PUCRS em Porto Alegre-RS. Neste evento foi apresentada uma trilha de aprendizagem que demonstrava diferentes níveis de organização vegetal, a saber: tecido, célula, organelas, membrana e proteico. Obteve-se uma resposta positiva do público participante do evento, que em sua maioria era composto por docentes e discentes de cursos de graduação e pós-graduação afins à área da biologia vegetal.

Outra trilha surgiu da parceria entre o Colégio COC Imperatriz e o projeto Museu Maker 3D, que foi baseada no trabalho de Peres et al. (2021) que correlacionam a dentição de animais extintos com seu tamanho corporal estimado.

As peças 3D foram apresentadas em eventos técnico-científicos e de extensão e nas dependências da fábrica de Inovação do IFMA Campus Imperatriz ora sede física do Museu Maker 3D nesta ação foram doadas Box's 3D para instituições de ensino, e.g. IFTM, Escola Municipal José de Alencar, Escola Municipal Tocantins, Escola Municipal Mariana Luz. ([Museu Maker 3D, 2022a](#)).

O desenvolvimento do projeto rendeu parcerias importantes com o Museu CPAHT, da UEMASul. A universidade parceira disponibilizou ao Museu Maker arquivos de cerâmicas indígenas em suas versões digitalizadas e, em troca, foram devolvidas as peças em versões impressas em 3D.

Com o propósito de imprimi-las na escala real, os modelos de cerâmicas (CPAHT, 2023a,b,c,d,e,f,g,h) que eram maiores que as dimensões da impressora foram editados Fusion 360 em frações menores para impressão.

Prototipagem e Digitalização de Acervos

Em uma das vertentes do projeto, foi construído um protótipo funcional de uma composteira automática utilizando peças modeladas e impressas em 3D, com uso de componentes eletrônicos relativamente simples e de baixo custo. Um arduino foi utilizado para fazer a automatização, controlando o fluxo de água, a quantidade de revolvimento do composto e armazenando os valores de temperatura com o decorrer do tempo, com o propósito de indicar quando o composto estará

pronto. Como resultado, consegue-se diminuir o desperdício de resíduos orgânicos, além de otimizar o processo de cura do composto com mínima intervenção humana.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos apresentam a eficácia do uso de peças 3D no ambiente educacional como ferramenta de auxílio didático. O projeto incentiva não só a apresentação da ciência às crianças, como também provoca a participação direta dos jovens nas atividades de sala. Percebe-se que isso melhora a concentração e o foco dos estudantes na aula.

Para LEGEY et al. (2012), o educador possui a função de introduzir, de forma progressiva aos alunos, novas linguagens permitindo a construção do diálogo de forma natural auxiliando na formação dos significados. Uma alternativa bastante viável para esse processo de inovação é a utilização de ferramentas tecnológicas, o uso de recursos digitais no âmbito escolar, contempla não somente as exigências da sociedade mas agrega também um estímulo inovador ao processo de ensino (BASNIAK, 2017).

Fica claro que o uso de peças 3D com fins didáticos é perfeitamente abrangente para as mais diversas áreas de ensino, desde arte, biologia e até engenharia, podendo ampliar os fins de uso dessa tecnologia dentro da educação.

A digitalização de acervos será um dos serviços a serem ofertados pelo Museu Maker 3D com maior demanda, especialmente pela baixa adoção de museus a digitalização 3D de seus acervos, visto que as principais dificuldades da política de acervos digitais no Brasil estão relacionadas à escassez de recursos, à ausência de equipes qualificadas, à curva de aprendizagem na adoção de novas tecnologias e à dificuldade de garantir o uso de padrões (Instituto Brasileiro de Museus, 2020).

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a FAPEMA pela concessão das bolsas, e também a nossa instituição IFMA pelo espaço cedido para a montagem do Museu Maker 3D e também a pessoa do nosso Diretor Lauro Santos Pinheiro pelo apoio financeiro que nos tem oferecido.

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Fusion 360**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>. Acesso em 03 de Fevereiro de 2023.

BASNIAK, Maria Ivete; LIZIERO, André Rafael. **A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos**. Revista Observatório, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017.

BLENDER FOUNDATION **BLENDER 3.4** (2023). Disponível em: www.blender.org. Acesso em: 15 fevereiro 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm . Acesso em 03 de Fevereiro de 2023.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação (Org.). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf . Acesso em 03 de Fevereiro de 2023.

BROCKVELD., M. V. V.; TEIXEIRA., C. S.; DA SILVA, M. R. **A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais** . Rio +30, Conferência ANPROTEC 2017. Disponível em: <http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/11/maker.pdf> . Acesso em 03 de Fevereiro de 2023.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 022**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-022-16ab22abfdea4e498d2c509b7ed5b96c>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023a.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 028**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-028-a715b159a4214ab49eb90738b7f0b2eb>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023b.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 027**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-027-b8986b5f96b5409f9cf225f3b8a890ec>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023c.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Vasilhame Cerâmico - Sítio Cajazeiras 024**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/vasilhame-ceramico-sitio-cajazeiras-024-f7eed22449149c29e20009218a260b7>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023d.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 030**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-030-14d1642bf9ac49bf80d9f33263334896>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023e.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 022**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-022-05981429a5e44d9da52ae93be854fc14>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023f.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 026**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-026-bc4ac6c9078d41bd993fa5bce290e792>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023g.

Centro de Pesquisa em Arqueologia e História Timbira (CPAHT). **Cerâmica Arqueológica - Sítio Cajazeiras 029**. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/ceramica-arqueologica-sitio-cajazeiras-029-245f0261478349c089c292210c67f4ad>. Acesso em 06 de Fevereiro de 2023h.

CRIAR. IO Gerador de QR Codes on line. Disponível em: <https://criar.io/br/ferramentas/gerador-de-qrcode>. Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

DUARTE, Henrique. **Descubra como surgiu a impressora 3D**. Brasil, 26 jun. 2014. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/04/descubra-como-surgiu-impressora-3d.html> 06 de Fevereiro de 2023.

IMPRESSORAS 3D na sala de aula: uma revolução na educação. SANTA CATARINA, 2019. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/impressoras-3d-na-sala-de-aula-como-elas-estao-revolucionando-o-ensino/#btn-continuar-lendo> Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS; Universidade Federal de Goiás -**Acervos digitais nos museus: manual para realização de projetos.** Brasília, DF: Ibram, 2020.

MYMINIFACTORY. London, 2019. Disponível em: <https://www.myminifactory.com/> Acesso em: Acesso em 04 de Fevereiro de 2023.

MUSEUMAKER 3D. Available in: <https://sites.google.com/acad.ifma.edu.br/museummaker3d/apresenta%C3%A7%C3%A3o> Access in: February 06, 2023a.

MUSEUMAKER 3D. **ATP synthase** Available in: <https://www.thingiverse.com/thing:5377928> Access in: February 06, 2023b.

MUSEUMAKER 3D. **Composteira** Available in: <https://www.thingiverse.com/thing:5545575> Access in: February 06, 2023c.