

Impressão 3D para o Ensino de Astronomia: Desenvolvimento do Mapa Celeste dos Céus de Rondônia com Aplicações em Ensino Inclusivo

DEUSDETE, Alice ¹
SOARES, Amanda ²
HENRIQUE, David ³
RIBEIRO, Kaiky ⁴
GOMES, Laffert ⁵
IGNA, Fernando ⁶

RESUMO: Este projeto investiga o uso da impressão 3D como um recurso didático inclusivo para o ensino de Astronomia, voltado especificamente para pessoas com deficiência visual. Desenvolvido sob uma abordagem multidisciplinar STEM, o trabalho aborda as limitações dos métodos de ensino centrados na visão ao criar um mapa celestial tátil e sensorial que representa o céu de Porto Velho, Rondônia. O modelo foi desenvolvido utilizando o Autodesk Fusion 360 para a modelagem paramétrica precisa das magnitudes estelares e das linhas das constelações. A fabricação utiliza a impressão 3D por FDM (Modelagem por Fusão e Deposição) com pós-processamento manual via ferro de solda para integrar uma técnica de costura condutiva para sensoriamento capacitivo. O sistema é controlado por um microcontrolador ESP32, que sincroniza a audiodescrição com o feedback visual. Um diferencial científico central é a integração do Diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R), no qual cores de LED representam as temperaturas estelares (azul para estrelas quentes, vermelho para frias). Esta abordagem multimodal potencializa a aprendizagem inclusiva, permitindo que os usuários percebam conceitos astrofísicos complexos por meio do tato, som e luz.

PALAVRAS-CHAVE: astronomia; inclusão; deficiência visual; impressão 3D; STEM

¹ Graduando em Licenciatura em Física, Bolsista PIBID, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Calama, alicemelissa47@gmail.com

² Graduando em Licenciatura em Física, Bolsista PIBID, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Calama, sm.amanda26@gmail.com

³ Graduando em Licenciatura em Física, Bolsista PIBID, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Calama, dh108354@gmail.com

⁴ Graduando em Licenciatura em Física, Bolsista PIBID, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Calama, kaiky0155@gmail.com

⁵ Doutorado em Nanociência e Nanobiotecnologia, profissional preceptor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Calama, laffert.silva@ifro.edu.br

⁶ Doutorado em Desenvolvimento Regional, Profissional coorientador, IFRO, Campus Porto Velho Calama, fernando.dalligna@ifro.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Embora existam diversas pesquisas voltadas para o ensino de Astronomia para pessoas com deficiência visual, o desafio de encontrar materiais didáticos eficazes e facilmente replicáveis, que auxiliem o docente na tradução dos conceitos para alunos com necessidades educativas especiais (NEE), ainda persiste (Soares *et al.*, 2015). Uma possibilidade, está no uso de materiais táteis que possam auxiliar na representação e na manipulação de objetos e fenômenos astronômicos, como maquetes, modelos, simuladores, entre outros. Esses materiais podem facilitar a construção do conhecimento, estimular a criatividade, desenvolver o raciocínio espacial e promover a interação entre os estudantes e o professor (Silva; Langhi, 2014).

Nesse contexto, a impressão em 3D surge como uma tecnologia inovadora e acessível que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de um modelo digital. A impressão 3D em alto-relevo pode ser aplicada à educação em astronomia, pois possibilita a produção de materiais didáticos personalizados, adaptados às necessidades de alunos com deficiência visual (Paula *et al.*; 2019). As peças em alto-relevo representam uma ferramenta valiosa na inclusão de pessoas com deficiência visual. O alto-relevo cria texturas e formas que podem ser sentidas pelas mãos, permitindo a compreensão através dessa estimulação tátil, tornando-se fundamental para a construção de conceitos e a compreensão da Astronomia (Sousa *et al.*; 2024).

A relevância do tema reside no fato de que a astronomia demanda imagens e gráficos visuais, tornando-se inacessível para indivíduos com deficiência visual. As impressões 3D em altorelevo surgem, então, como uma solução fundamental, transformando imagens astronômicas em modelos táteis detalhados.

Pensando nessa temática, e entendendo que o uso de modelagens em impressão 3D pode ser uma ferramenta valiosa para o ensino de Física, destaca-se a necessidade do desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis como uma ferramenta valiosa no ensino de Astronomia para pessoas com deficiência visual e de baixa visão.

2 METODOLOGIA

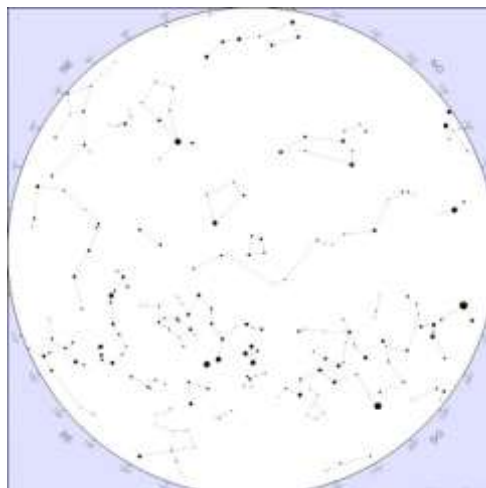
A metodologia utilizada para o desenvolvimento do Mapa Celeste Tátil seguiu um modelo de Engenharia e Design, focado em solucionar um problema educacional através da tecnologia. As etapas de desenvolvimento foram alinhadas à abordagem STEM, garantindo que o projeto não fosse apenas apresentado como um recurso didático, mas como uma solução interdisciplinar, destacando a aplicação da Matemática na proporcionalidade do relevo estelar e a Engenharia no modelo tátil e na prototipagem eletrônica.

O presente projeto emprega uma abordagem STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), para viabilizar essa solução: a Ciência oferece o conteúdo astronômico; a Tecnologia atua na fabricação (FDM) e no sistema de feedback multimodal (ESP32 e sensores), seguindo a tendência de soluções tecnológicas inovadoras para o ensino, que podem ser observadas na criação de jogos digitais (Venâncio, Benitti, 2020). A Engenharia e o Design garantem a ergonomia e funcionalidade do mapa, enquanto a Matemática é aplicada na precisão da representação espacial e na proporcionalidade entre a magnitude das estrelas e a altura do relevo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo iniciou-se com a seleção da carta celeste de Porto Velho – RO, configurada para o dia 08 de junho às 19:00h, obtida através do portal Espaço Astronômico conforme a figura 1.

Figura 1- Carta celeste de Porto Velho utilizada como base para a modelagem



Fonte: Espaço Astronômico (2024)

Embora os estudos iniciais tenham ocorrido no software SketchUp, a modelagem final de 1 metro foi executada no Autodesk Fusion 360, permitindo maior precisão na parametrização dos relevos. As constelações foram convertidas em relevos táteis e as estrelas foram projetadas em diferentes níveis de relevo e tamanhos, respeitando a magnitude real dos astros para permitir a diferenciação tátil por usuários com deficiência visual conforme figura 2. As linhas das constelações foram suavemente conectadas para guiar o rastreamento manual, funcionando como um caminho sensorial para o usuário.

Figura 2 - Modelagem tridimensional do mapa desenvolvida em software



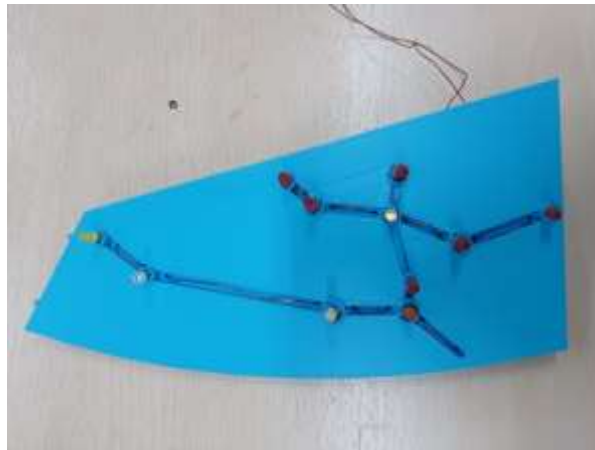
Fonte: Autoria própria (2026)

A impressão do protótipo está sendo realizada via tecnologia FDM numa impressora Bambu Lab, utilizando o software Bambu Studio para o fatiamento. Com as primeiras versões do Mapa Celeste, percebeu-se a necessidade de ajustes quanto à altura do mapa e à profundidade das linhas conectoras. Também foram refinadas a densidade de preenchimento e altura da camada, garantindo que o relevo fosse nítido, tátil e resistente ao manuseio frequente, sem comprometer a precisão dos detalhes.

Inicialmente, o design foi planejado para a integração de sensores capacitivos e LEDs; contudo, optou-se por realizar a furação nas extremidades das linhas conectoras, para a passagem da fiação, e os furos centrais nas estrelas, para o alojamento dos LEDs, manualmente em pós-processamento, utilizando o bico de solda. Essa decisão foi tomada para assegurar a integridade estrutural da impressão e um acabamento superior.

A furação manual com o bico de solda permite que a fiação de cobre seja entrelaçada diretamente na estrutura impressa. Essa técnica de costura condutiva manual vai facilitar a manutenção e a organização dos cabos na face posterior do mapa conforme figura 3.

Figura 3 - Protótipo parcial impresso para validação da técnica de costura condutiva



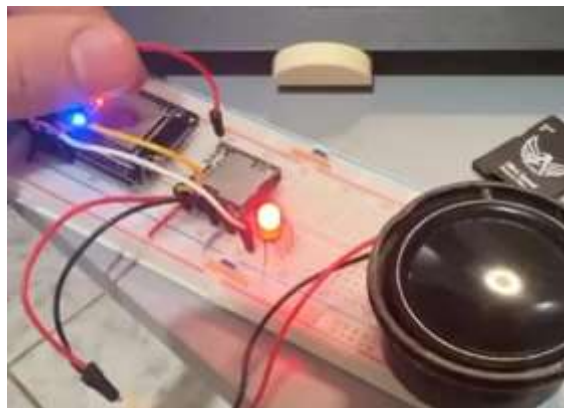
Fonte: Autoria própria (2026)

O sistema eletrônico está sendo gerido pelo microcontrolador ESP32, escolhido pela sua capacidade de processamento e a presença de pinos de toque capacitivos. No mapa, a integração de sensores táteis capacitivos, que serão acoplados às linhas conectoras das constelações, atuará em conjunto com o módulo de áudio DFPlayer Mini e um alto-falante, responsáveis pela reprodução de áudios informativos. Sob as estrelas, serão posicionados LEDs cujas cores seguirão o Diagrama H-R (Hertzsprung-Russell). LEDs azuis para representar estrelas de classes espectrais mais quentes, enquanto LEDs vermelhos e laranjas para indicar estrelas mais frias (Oliveira; Saraiva, 2014). Suas dimensões também corresponderão ao tamanho de cada astro, complementando a experiência sensorial do protótipo.

O sistema está sendo projetado para que, ao tatear as linhas, o ESP32 acione o módulo DFPlayer Mini para iniciar a audiodescrição da constelação específica, enquanto os LEDs acendem sequencialmente, conforme o nome de cada estrela, criando uma experiência de aprendizado imersiva e acessível sem interferência elétrica entre os circuitos de toque e iluminação.

O desenvolvimento do código, realizado em ambiente Arduino IDE, foi precedido pelo planejamento da arquitetura do sistema através de um diagrama de classes, que assegura que o sistema possa associar corretamente a interação tátil com a informação de áudio correspondente à constelação tocada, garantindo um tempo de resposta imediato ao toque do usuário. Durante os testes, foram realizadas três montagens: a primeira para validar a comunicação básica; a segunda para assegurar a detecção capacitiva via GPIO 15 (T3) e controle do LED integrado do ESP32 (GPIO 2); e a terceira para a integração final do áudio conforme figura 4. Embora os testes iniciais tenham resultado no dano ao módulo DFPlayer Mini, devido a conexões incorretas ou sobrecarga, o problema foi superado com a última montagem e revisão do circuito, garantindo a estabilidade do feedback sonoro e visual imediato.

Figura 4 - Sistema integrado validando os feedbacks multimodal



Fonte: Autoria própria (2026)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Mapa Celeste Tátil de Rondônia demonstrou a viabilidade de unir impressão 3D e eletrônica de baixo custo para criar recursos acessíveis. Através da metodologia STEM, o projeto ofereceu uma solução interdisciplinar ao ensino de Astronomia visual. A etapa de Modelagem Tridimensional foi concluída com êxito, gerando representações táteis precisas baseadas na carta celeste regional, enquanto os testes eletrônicos com o ESP32 validaram os feedbacks multimodal (sonoro e visual). Com a validação técnica finalizada, o projeto avança para a fase final: a implementação definitiva dos componentes no mapa físico e a impressão final em 3D.

O próximo passo crucial será a validação do recurso didático com o público-alvo: pessoas com deficiência visual e baixa visão. Estes testes serão de profunda importância para validar a ergonomia do Mapa Celeste e a eficácia da comunicação tátil e auditiva na construção de conceitos astronômicos e no desenvolvimento do raciocínio espacial. Espera-se que a conclusão do protótipo resulte em uma ferramenta didática replicável e de alto impacto para a educação inclusiva na área de ciências.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), uma iniciativa fundamental para a formação prática de futuros educadores e para a inovação tecnológica no ambiente escolar. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de iniciação à docência, recurso essencial que viabilizou a dedicação à pesquisa e ao desenvolvimento deste material didático.



REFERÊNCIAS

A. K. L. Sousa., C. A. R. Melo., J. V. Quadros., R. S. Pinheiro., S. P. Coelho., W. H. L. Santos., N. C. L. Amaral., P. K. C. Ribeiro. Tabela Periódica inclusiva: uma proposta ao ensino de ciências naturais para alunos cegos e com baixa visão. Revista Foco 17, 3 (2024), 01–16.

B. B. Paula., T. Oliveira., C. B. Martins. Análise do Uso da Cultura Maker em 8 Contextos Educacionais: Revisão Sistemática da Literatura. RENOTE 17, 3 (2019), 447–457.

C. C. Silva., R. Langhi. O uso de materiais concretos no ensino de astronomia. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia 18 (2014), 7–33.

J. V. D. Venâncio., F. B. V. Benitti. 2020. Jogo para apoio ao ensinoaprendizagem de especificação de requisitos. In Anais do XI Computer on the Beach (COTB '20). Balneário Camboriú, 090–091.

K. D. A. Soares., H. C. Castro., C. M. C. Delou. Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 14, 3 (2015), 377–391.

K. S. Oliveira., M. F. O. Saraiva. Astronomia e Astrofísica. Departamento de Astronomia – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. (Acesso em 6 de fevereiro de 2026).