

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

Alice Melissa Deusdete do Vale
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - *Campus* Calama
Porto Velho, Rondônia, Brasil
alicemelissa47@gmail.com

Amanda Soares Moura
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - *Campus* Calama
Porto Velho, Rondônia, Brasil
sm.amanda26@gmail.com

Laffert Ferreira Gomes da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - *Campus* Calama
Porto Velho, Rondônia, Brasil
laffert.silva@ifro.edu.br

Fernando Dall Igna
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - *Campus* Calama
Porto Velho, Rondônia, Brasil
fernando.dalligna@gmail.com

ABSTRACT

This project investigates the use of high-relief 3D printing as an inclusive didactic resource for Astronomy teaching, specifically aimed at visually impaired individuals. Developed under a multi-disciplinary STEM approach, the work addresses the limitations of visual-centric teaching methods by creating a tactile and sensory celestial map representing the skies of Porto Velho, Rondônia. The model was developed using Autodesk Fusion 360 for precise parametric modeling of stellar magnitudes and constellation lines. Fabrication utilizes FDM 3D printing with manual post-processing via soldering iron to integrate a conductive sewing technique for capacitive sensing. The system is controlled by an ESP32 microcontroller, which synchronizes audio descriptions with visual feedback. A key scientific feature is the integration of the Hertzsprung-Russell (H-R) Diagram, where LED colors represent stellar temperatures (blue for hot, red for cool). This multimodal approach enhances inclusive learning, allowing users to perceive complex astrophysical concepts through touch, sound, and light.

KEYWORDS

Astronomy; Inclusion, Visual impairment, 3D printing, STEM

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 [1]. 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 [2].

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 [3]. 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 [4].

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 alto-relevo 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 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A astronomia, integrando ambientes formais e não formais [5], utiliza mapas celestes como ferramentas indispensáveis para a identificação de padrões e orientação espacial [6]. Contudo, o caráter visual da área impõe barreiras a estudantes com

deficiência visual, demandando adaptações via recursos táteis e softwares acessíveis para garantir a inclusão [7]. Dessa forma, o desenvolvimento de um recurso didático focado na acessibilidade e inclusão, como proposto neste trabalho, alinha-se diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS11) da ONU, que busca o acesso universal e inclusivo aos espaços públicos e informacionais [8].

Neste contexto, o uso de modelos em alto-relevo proporciona uma experiência tangível e justa, tornando fenômenos abstratos em aprendizados envolventes para todos, inclusive às pessoas com deficiência visual [9].

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 para auxiliar no aprendizado de Engenharia de Requisitos [10]. 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 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

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 a 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.

3.1 Desenvolvimento do Protótipo Tátil e Sensorial

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 [11].

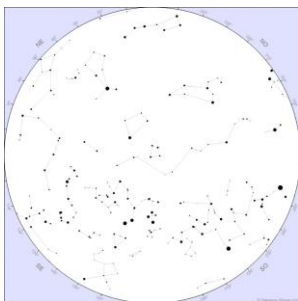


Figura 1: Carta celeste de Porto Velho utilizada como base para a modelagem

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. As linhas das constelações foram suavemente conectadas para guiar o rastreamento manual, funcionando como um caminho sensorial para o usuário.

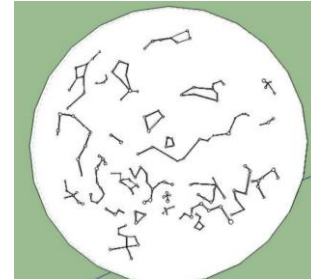


Figura 2: Modelagem tridimensional do mapa desenvolvida em software CAD

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 intergração 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 [12] vai facilitar a manutenção e a organização dos cabos na face posterior do mapa.

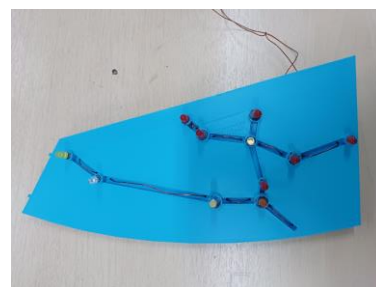


Figura 3: Protótipo parcial impresso para validação da técnica de costura condutiva e encaixe dos LEDs

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) [13]. LEDs azuis para representar estrelas de classes espectrais mais quentes, enquanto LEDs vermelhos e laranjas para indicar estrelas mais frias. 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. 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.

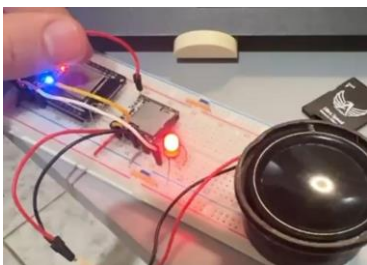


Figura 4: Sistema integrado validando os feedbacks visual e sonoro

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.

REFERÊNCIAS

- [1] K. D. A. Soares, H. C. Castro, and 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.
- [2] C. C. Silva and R. Langhi. O uso de materiais concretos no ensino de astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* 18 (2014), 7–33.
- [3] B. B. Paula, T. Oliveira, and C. B. Martins. Análise do Uso da Cultura Maker em Contextos Educacionais: Revisão Sistemática da Literatura. *RENOTE* 17, 3 (2019), 447–457.
- [4] 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, and 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.
- [5] R. Langhi and R. Nardi. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira De Ensino De Física* 31, 4 (2010), 4402–4412.
- [6] A. Justiniano and R. Botelho. Construção de uma carta celeste: Um recurso didático para o ensino de Astronomia nas aulas de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 38, 4 (2016), e4311.
- [7] T. Domínic, E. Oliveira, V. Sarraf, and F. Guerra. 2008. Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 30, 4 (2008), 4501.
- [8] IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. ODS 11 – Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/ods11_card.html. (Acesso em 18 de novembro de 2025).
- [9] H. P. Pacheco, M. L. T. Zibetti, L. G. F. Silva, and A. R. Ferreira. O ensino de conceitos científicos em astronomia: trânsito, ocultação, eclipse. *Experiências em ensino de ciências (ufrgs)* 17 (2022), 91.
- [10] J. V. D. Venâncio and F. B. V. Benitti. 2020. Jogo para apoio ao ensino/aprendizagem de especificação de requisitos. In *Anais do XI Computer on the Beach (COTB '20)*. Balneário Camboriú, 090–091.
- [11] Espaço Astronômico. 2013. Confira a carta celeste da sua cidade. Disponível em: <https://espacoastronomico.wordpress.com/2013/03/31/confira-a-carta-celeste-de-sua-cidade/>. (Acesso em 17 de fevereiro de 2025).
- [12] L. Buechley and M. Eisenberg. 2008. The LilyPad Arduino: Using Computational Textiles to Investigate Engagement, Aesthetics, and Diversity in Computer Science Education. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '08)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 423–432. doi.org
- [13] K. S. Oliveira Filho and 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).