

MODELO DE FASES DA LUA PARA DEFICIENTES VISUAIS

MOON PHASES MODEL FOR VISUAL IMPAIRED STUDENTS

Guilherme Frederico Marranghello¹, Cristiano Corrêa Ferreira²,
Amélia Rota Borges de Bastos³

¹ UNIPAMPA, Campus Bagé, guilherme.marranghello@unipampa.edu.br

² UNIPAMPA, Campus Bagé, cristiano.ferreira@unipampa.edu.br

³ UNIPAMPA, Campus Bagé, amelia.bastos@unipampa.edu.br

Resumo: *Este trabalho tem por objetivo a criação e avaliação de um modelo explicativo sobre as fases da Lua para alunos com deficiência visual. O modelo foi construído em uma impressora 3D e apresentado para dois alunos cegos que avaliaram a qualidade do material, seja tecnicamente como com relação ao conteúdo. O dispositivo ainda foi validado com alunos videntes e agora está à disposição dos visitantes do Planetário da Unipampa.*

Palavras-chave: Lua, Deficientes Visuais, Modelo, Impressora 3D.

Abstract: *The main goal of this work is to create and evaluate an explicative model about the lunar phases to visual impaired students. The model was constructed with a 3D printer and presented to two blind students whom evaluated the quality of the material, technically and about its pedagogical content. The model was also evaluated by seeing students and is now disposed for the Unipampa's Planetarium visitors.*

Keywords: Moon, Visual Impaired, Model, 3D Printer

INTRODUÇÃO

Vivemos em um período de crescente preocupação com a inclusão de alunos, com as mais distintas necessidades especiais, em escolas regulares. Com o passar dos anos, aos poucos, estes alunos estão começando a chegar em maior número aos mais elevados níveis de ensino. Da mesma forma, estas crianças estão ocupando espaços de educação não-formal, como os museus e planetários.

A chegada de alunos cegos a planetários traz um grande desafio a ser transposto, pois a Astronomia é desenvolvida através da luz que viaja pelo espaço até atingir um telescópio e seus sensores. O apelo que a Astronomia traz para a educação está fortemente construído sobre as magníficas imagens de nebulosas, galáxias, luas... Ainda, o planetário é um local que faz um uso extensivo destes recursos visuais. Sendo assim, surge a nossa preocupação enquanto planetaristas sobre como receber um visitante cego e explicar-lhe as maravilhas do Universo. Esta preocupação não é nova e diversos trabalhos têm sido feito neste sentido (SANTOS et. al., 2011; GONÇALVES, BARBOSA-LIMA, 2013).

No trabalho de Monteiro et. al. (2016) encontramos uma grande preocupação com o Ensino de Astronomia para deficientes visuais, culminando na elaboração de materiais acessíveis que incluem a modelagem e impressão 3D/táctil. O uso de material em relevo é amplamente utilizado para o ensino de ciências (COLPES, 2014) e muitas outras áreas (VITORINI, SILVA e ROCHA, 2015).

Por fim, a discussão sobre o uso de recursos impressos em 3D como uma tecnologia assistiva é apresentada por Silva e Maia (2014). Entretanto, vale lembrar

que alguns museus, como o Museu da Arte e do Som de São Paulo, Museu do Prado em Madrid ou o Museu de Viena, já começam a produzir exposições em relevo para promover a acessibilidade de visitantes com deficiência visual.

O Planetário da Unipampa foi inaugurado em setembro de 2017, mas desde o início das atividades de nosso grupo de Divulgação e Popularização da Astronomia a inclusão tem sido uma preocupação constante (LAURENTINO, BASTOS, 2016). Somamos o trabalho de Rocha et. al. (2017), com um diagnóstico sobre a acessibilidade em planetários, à preocupação apresentada por Walmir Cardozo no XXII Encontro da Associação Brasileira de Planetários sobre a aprendizagem de conteúdos básicos em planetários como, por exemplo, as fases da Lua e à organização de nosso planetário para, em 2019, possuímos uma exposição celebrando os 50 anos da chegada do homem à Lua, obtemos como resultado a preparação do material apresentado no V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia.

A acessibilidade pedagógica no âmbito do ensino de Astronomia é condição para a aprendizagem deste campo epistêmico por parte dos alunos com deficiência. As características dos conteúdos envolvidos com esta área como, por exemplo, seu grau de abstração; as características visuais que contornam os conteúdos e, muitas vezes, a escassez de relações possíveis entre o conteúdo e o cotidiano, impõem barreiras diversas à aprendizagem dos alunos com deficiência, demandando, por parte da escola e do professor, a organização de recursos didáticos responsivos às características destes estudantes e mediadores do processo de ensino aprendizagem.

No âmbito do ensino de física, tomamos estes recursos tanto como instrumentos de mediação do ensino, comumente nomeados como recursos didáticos, quanto como tecnologia assistiva ou ajuda técnica. Os recursos didáticos, são definidos por Cerqueira e Ferreira (2000), como:

Todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem (CERQUEIRA, FERREIRA, 2000, p.12).

Como tecnologia assistiva ou ajuda técnica, se constituem nos meios necessários para a participação autônoma, com igualdade de oportunidade, do processo educativo, garantindo possibilidades de desenvolvimento similares as dos alunos sem deficiência. No Brasil, o Comitê de Ajudas Técnicas constituído pela PORTARIA N° 142, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2006. Propõe o seguinte conceito para a tecnologia assistiva:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (brasil, 2009, p.12).

Em nossos trabalhos, ainda nos referimos a Vygotsky (1997), que fala que estes recursos e processos de aprendizagem a eles vinculados, devem ser mobilizadores de vias alternativas de desenvolvimento, capazes de ultrapassar as barreiras orgânicas impostas pela condição de deficiência, criando o que o autor

denominou de compensação social e desenvolvimento artificial, que segundo Nuernberg (2008):

A compensação social a que se refere Vigotski consiste, sobretudo, numa reação do sujeito diante da deficiência, no sentido de superar as limitações com base em instrumentos artificiais, como a mediação simbólica. Por isso, sua concepção instiga a educação a criar oportunidades para que a compensação social efetivamente se realize de modo planejado e objetivo, promovendo o processo de apropriação cultural por parte do educando com deficiência (NUERNBERG, 2008, p.5).

Neste trabalho, apresentamos uma alternativa de confecção de um modelo para representar as fases da Lua para alunos cegos, podendo ser utilizada em planetários e escolas. Investigamos aqui, ao apresentar o material a dois alunos cegos, a eficácia do mesmo na representação das fases da Lua. Importante ressaltar que o modelo foi construído com o auxílio de uma impressora 3D, o que permite facilmente sua reprodução em qualquer local que possua ferramenta similar. Ainda, a impressora utilizada tem custo acessível a prefeituras e Universidades interessadas na produção deste e muitos outros materiais.

AS FASES DA LUA

São inúmeras as explicações que encontramos sobre as fases da Lua, desde a sombra da Terra cobrindo porções lunares até o desaparecimento real de um pedaço da Lua (IACHEL, LANGHI, SCALVI, 2008). Também são inúmeros os dispositivos que buscam explicar como o movimento da Lua ao redor da Terra nos permite ter uma diferente visão do astro e, conseqüentemente, ver diferentes porções iluminadas da Lua (SARAIVA, 2007).

Tendo em vista estas concepções espontâneas e no fato de que, em Astronomia, muitos eventos são altamente visuais - a ocorrência de fases na Lua não é diferente - vale e pena uma breve descrição sobre a este fenômeno que podemos observar facilmente no céu.

O Sol ilumina sempre um hemisfério da Lua, deixando o outro na escuridão. Ao percorrer sua trajetória ao redor da Terra, a porção iluminada da Lua vai se alterando, ou seja, a ocorrência das fases da Lua é simplesmente uma questão da posição do observador (Terra), do astro iluminado (Lua) e da fonte de luz (Sol), conforme explicado por Iachel, Langhi e Scalvi (2008).

CARACTERÍSTICAS DO DISPOSITIVO

A construção do modelo iniciou com a busca por um modelo de Lua. Esta busca proporcionou descobrir um enorme número de modelos 3D existentes, o que reforça a ideia de que uma prefeitura, um planetário e uma universidade podem dispender um pequeno esforço financeiro, comparando ao seu orçamento, para a produção de materiais capazes de trazer informação e conteúdo, dos mais diversos, a alunos cegos. Dentre os modelos, escolhemos um modelo para a Lua no sítio web *thingiverse*. Esta seria a etapa mais trabalhosa do trabalho. A partir do modelo lunar, utilizamos o software gráfico *solidworks*, versão acadêmica 2010, para a modelagem 3D de cada peça necessária e para a montagem do conjunto. Ajustes foram feitos antes de realizar a impressão das peças que ocorreu em uma impressora de prototipagem 3D desenvolvida pela empresa Sethi 3d confeccionada em acrílico com nivelamento automático, módulo de LCD integrado e com área de impressão de 220x210x200mm. Além disso, possui extrusor em bico de aço inoxidável, filamento

de 1.75mm, bico com saída de 0.4mm e resolução ajustável de 0.05mm a 0.3mm de altura da camada. A Figura 1 mostra a perspectiva isométrica do conjunto com a identificação das principais peças.

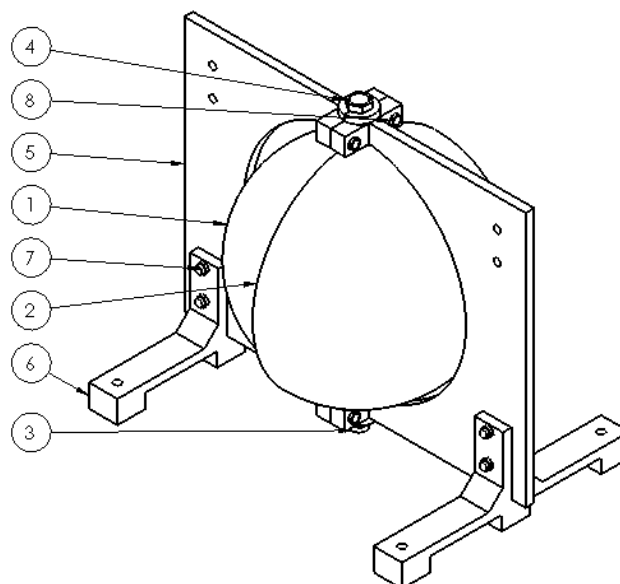
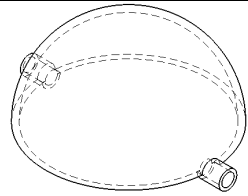
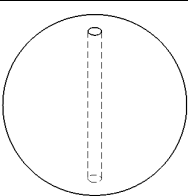
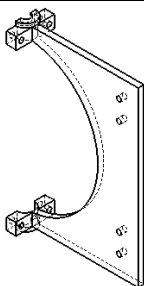
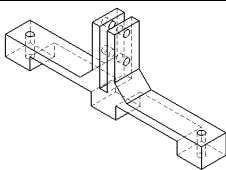


Figura 01: *Perspectiva isométrica do conjunto.*

A peça 1 é constituída pela semiesfera, que fará o papel de “sombra”, impedindo que o aluno cego tenha acesso à superfície lunar. A peça 2 é a própria Lua e ocupa toda a região central do modelo. Já a peça 3 trata-se de um eixo que serve para fixar a Lua, a semiesfera e as duas peças 5 que são placas que servem para delimitar o eixo central. As peças 4, 7 e 8 são representadas por arruelas, porcas e parafusos e as demais peças formam as duas bases do modelo que tem o propósito de fixar na posição vertical toda a estrutura. O quadro 01 mostra cada peça que foi plotada na impressora 3D com as suas respectivas áreas e principais dimensões. Deve-se destacar que as demais peças (3, 4, 7 e 8) não foram plotadas na impressora 3D e sim compradas em lojas de parafusos pois são conexões como: porca, arruela e parafuso.

Quadro 01: Desenho das peças

	1	2	5	6
Imagem				
Área de superfície mm ²	17860.75	15552.65	8134.43	4036.43
Volume mm ³	21058.00	163302.84	9637.50	5332.56
Quantidade (unidade)	1	1	2	2

Após a modelagem 3D de todos os arquivos em software (CAD) eles foram salvos no formato “STL” e enviados para o software (CAM) denominado Repetier Host. A seguir, o quadro 02 mostra a configuração e demais informações pertinentes a plotagem das peças.

Quadro 02: Características da impressão

	Semiesfera	Lua	Suporte - 1	Suporte - 2
Qualidade	0.15mm	0.15mm	0.15mm	0.15mm
Tipo de suporte	Nenhum	Tocando a base	Tocando a base	Nenhum
Velocidade de impressão	40m/s	40m/s	40m/s	40m/s
Velocidade do perímetro exterior	30m/s	30m/s	30m/s	30m/s
Velocidade de enchimento	50m/s	50m/s	50m/s	50m/s
Tempo estimado	8h:3m:56s	13h:29m:1s	9h:36m:53s	3h:7m:44s
Contagem de camadas	400	650	579	96
Linhas totais	498096	1963564	209470	50466
Filamento Necessário	187536 mm	32034 mm	23059 mm	7493 mm

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam as imagens do conjunto após plotagem final. Na Figura 2 a Lua acabou de passar por sua fase Cheia e iniciou seu percurso pela fase Minguante. O aluno tem acesso a apenas um pedaço do relevo lunar. A intenção das placas no suporte é indicar que mesmo um vidente não tem acesso ao lado oposto da Lua, entretanto, é possível mostrar através do conjunto que não interessa a fase da Lua, sempre teremos metade de sua superfície iluminada e a outra metade às escuras. Na Figura 3 a Lua chega ao Quarto Minguante, enquanto, na Figura 4 a Lua se aproxima da fase Nova. Deve-se destacar que se for preciso imprimir e/ou comprar os elementos o custo final seria de aproximadamente R\$ 100,00. Todas as peças do projeto foram disponibilizadas para livre reprodução e alteração, podendo ser encontradas disponíveis na web através do link: https://www.dropbox.com/s/yvpcret6yx759pl/Detalhamento_lua.zip?dl=0

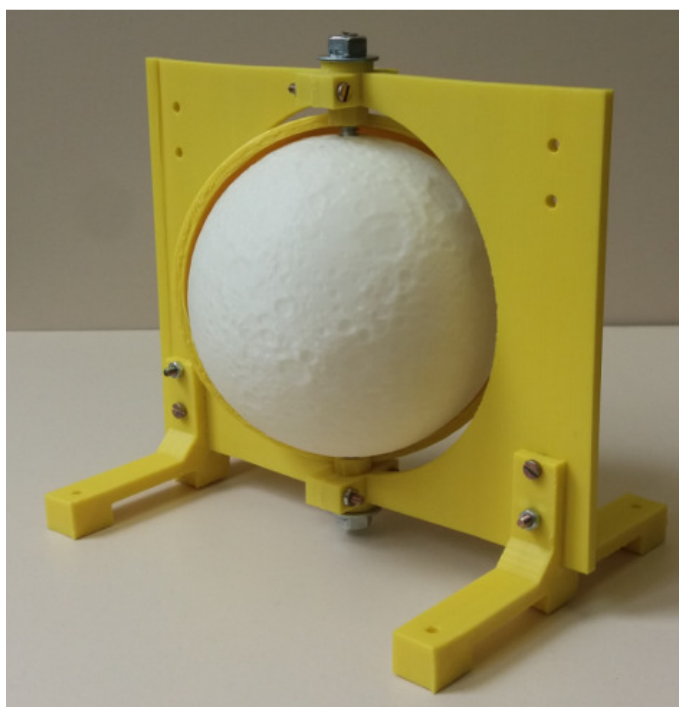


Figura 02: Modelo para representação das fases da Lua, ingressando na fase Minguante.



Figura 03: Modelo para representação das fases da Lua chegando ao Quarto Minguante.

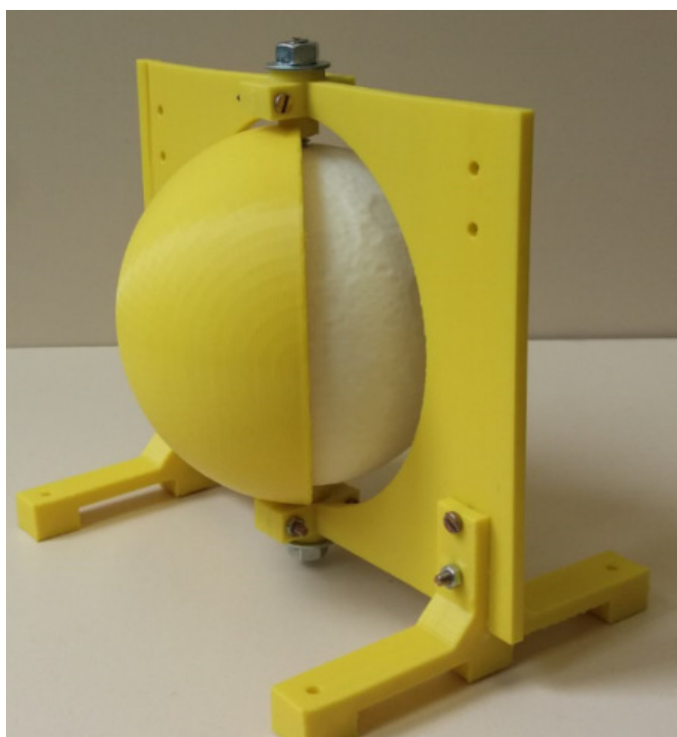


Figura 04: Modelo para representação das fases da Lua, aproximando-se da Lua Nova.

AVALIAÇÃO

Após a impressão e montagem das partes, o objeto didático foi apresentado a dois estudantes da universidade para a validação do protótipo enquanto recurso capaz de promover a aprendizagem sobre as fases da Lua. Os dois alunos já vem nos auxiliando na construção e avaliação de materiais didáticos voltados ao Ensino de Astronomia. O primeiro aluno (Aluno A), nasceu vidente e ficou cego aos 25 anos de idade. Assim, este aluno já viu a Lua em suas diferentes fases. Já a segunda aluna (Aluna B) nasceu cega e nunca teve esta oportunidade.

Inicialmente, apresentamos a Lua à aluna B e pedimos para ela manusear livremente o objeto. Ela percebeu facilmente o relevo lunar e a parte móvel do sistema que simula a porção não iluminada da Lua. O mesmo resultado foi obtido com o Aluno A. Após este manuseio inicial, passamos à explicação sobre como é a aparência da Lua ao longo do período de um mês. A ideia foi muito bem recebida por ambos os alunos, sendo que o Aluno A informou que o modelo estava de acordo com o que ele lembrava sobre as fases da Lua e a Aluna B nos respondeu de forma muito enfática que agora sim ela compreendia a mudança de fase. A Aluna B ressaltou que, devido à nomenclatura de Lua Crescente e Lua Minguante, ela sempre achou que o tamanho da Lua mudava nestas fases, crescendo e diminuindo como um balão que infla e esvazia.

Algumas considerações a serem levadas para o modelo final correspondem ao tamanho do modelo. Uma das funções da placa, além do suporte, é impedir que o deficiente visual alcance o lado oposto da Lua, assim como os alunos videntes estão impedidos. Eles somente podem alcançar este lado através de uma viagem espacial. Como o objeto aqui apresentado é apenas um protótipo, a placa ficou pequena, e foi possível acessar o outro lado da Lua.

Por fim, o modelo também foi apresentado a alunos videntes e, dentre estes, o principal resultado obtido foi a compreensão de que a porção iluminada da Lua vai se modificando continuamente e não consistindo apenas nas quatro fases conhecidas como Cheia, Quarto Minguante, Nova e Quarto Crescente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar que o trabalho desenvolvido foi altamente satisfatório e que o protótipo de material voltado para a explicação sobre as fases da Lua é tão eficaz para alunos videntes quanto para alunos com deficiência visual. A próxima etapa do trabalho consiste no seu uso em sala de aula e no Planetário da Unipampa, seja com alunos cegos como com alunos videntes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de. Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. – Brasília: CORDE, 2009. 138p.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. Os recursos didáticos na educação especial. Revista Benjamin Constant. Rio de Janeiro: 15. ed., abril de 2000.

COLPES, K. M. **Impressora de gráficos em alto-relevo para cegos: um facilitador no ensino da física e da matemática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de

Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2014. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/97231>

GONÇALVES, C. O.; BARBOSA-LIMA, M. C., Inclusão de Deficientes Visuais do Programa de Visita Escolar Programada do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 15, p. 7-26, 2013.

IACHEL G., LANGHI R., SCALVI R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 5, p. 25-37, 2008.

LAURENTINO, M. S., BASTOS, A. R. B. Planetário Acessível. **Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 3, 2016. Disponível em: <http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/20008>

MONTERO, E. P., GÓMEZ-CARO, E. G., MOLINA, Y. S., ORTIZ-GIL, A., LACALLE, S. L., TAMAYO, A. Astroaccesible: Bringing the study of the Universe to the visually impaired. Highlights on Spanish Astrophysics IX, **Proceedings** of the XII Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society held on July 18 – 22, 2016, in Bilbao, Spain. S. Arribas, A. Alonso-Herrero, F. Figueras, C. Hernández-Monteagudo, A. Sánchez-Lavega, S. Pérez-Hoyos (eds.)

NUERNBER, Adriano Henrique. Contribuições de Vigotski para a Educação de Pessoas com Deficiência Visual. **Psicol. Estud.** vol.13(2): 307-316, nd. 2008 jun.

ROCHA, J. N., ABREU W. V., INACIO L. G., MOLENZANI, A. Diagnóstico da acessibilidade em planetários e observatórios astronômicos do Brasil. Anais do XXII Encontro da Associação Brasileira de Planetários, 2017. **Revista Planetária**, n. 16, 2017.

SANTOS, B. R. G.; FERNANDES, E. H. S.; ANDRADE, C. S.; SILVA, R. R. Pesquisas sobre ensino de Física para alunos com deficiência visual: um estudo exploratório. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** (2011). Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1441-1.pdf> (Acessado em: 07/02/2018)

VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas**. Tomo V. Madrid: Visor, 1997.

SARAIVA, M. F. O.; AMADOR, C. B., KEMPER, E., GOULART, P., MULLER, A. As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 9-26, 2007.

SILVA, J. V. L., MAIA I. A. Desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D. **I Simpósio Internacional de Tecnologia Assistiva – Campinas-SP**, p. 33, 2014.

VENTORINI, S. E.; SILVA, P. A.; ROCHA, G. F. S. Cartografia tátil e a elaboração de material didático para alunos cegos. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas**, v. 1, n. 2, 2015.