



## II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



### ENSINO DE ASTRONOMIA BASEADO EM MODELOS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

Fernando Siqueira da Silva<sup>1</sup>  
Carlos Maximiliano Dutra<sup>2</sup>

#### 1. INTRODUÇÃO

Ensinar astronomia na escola tem sido uma tarefa bastante desafiadora para os professores de ciências porque os corpos celestes são objetos tridimensionais, muitas vezes ensinados a partir de objetos bidimensionais (livro didático, páginas da internet), o que dificulta a compreensão dos alunos. Nesse sentido, uma pesquisa de doutorado intitulada “Ensino de Astronomia Baseado em Modelos para o Ensino Fundamental” está sendo desenvolvida com professores de ciências do ensino fundamental no município de São Borja-RS e visa contribuir com métodos e modelos didáticos (concretos e virtuais) para o ensino do movimento diário do Sol (MDS) e fenômenos celestes correlacionados, como, por exemplo: nascimento e ocaso do sol; ciclo dia/noite e estações do ano. Ressalta-se que essas são temáticas previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) para serem trabalhadas ao longo do ensino fundamental.

O Ensino Baseado em Modelos ou “*model-base teaching*” é um tipo de abordagem recente no ensino de ciências (GILBERT; JUSTI, 2016) em que os estudantes elaboram, constroem e usam modelos didáticos (concretos e virtuais) em atividades de ensino-aprendizagem. Modelos externos que normalmente são construídos por pesquisadores e professores para serem utilizados pelos alunos na compreensão dos objetos ou dos fenômenos físicos.

Nesse sentido, nosso problema de pesquisa será identificar se a formação pedagógica fundamentada em um Ensino Baseado em Modelos (concretos e virtuais) poderá de fato ressignificar o saber ensinado pelos professores? E, como objetivo geral, pretendemos analisar a viabilidade do ensino-aprendizagem da temática astronômica do movimento diário do Sol por meio de artefatos do conhecimento, quer dizer, de modelos. A pesquisa encontra-se na fase final de análise dos dados.

#### 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza básica, qualitativa, explicativa, utiliza a análise textual discursiva para análise dos dados, dos questionários e das entrevistas individuais aplicados com os docentes, antes e após a realização dos encontros. Segue ainda dois procedimentos: a) pesquisa bibliográfica e b) pesquisa-ação. A escolha de professores do Ensino de Ciências do Ensino Fundamental, para o desenvolvimento dessa pesquisa, justifica-se pelo fato de que esses profissionais,

---

<sup>1</sup> Licenciado em Matemática, Mestre em educação e Doutorando em Educação em Ciências. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA/PPGECI/Uruguaina/RS). [fernandoda@unipampa.edu.br](mailto:fernandoda@unipampa.edu.br)

<sup>2</sup> Doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor Associado da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). [carlosdutra@unipampa.edu.br](mailto:carlosdutra@unipampa.edu.br)



II SSAPEC

## II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



por norma de lei (BNCC, 2018), precisam trabalhar com temas de astronomia nesta etapa da educação escolar.

Como forma de debatermos inicialmente essa temática astronômica com os professores e, também, de levantarmos algumas de suas concepções prévias, realizamos uma leitura colaborativa e analisamos trechos do texto: “Ato de fé ou conquista do conhecimento? Um episódio na vida de Joãozinho da Maré” (CANIATTO, 1983). Sua leitura nos fez pensar e debater sobre a forma da Terra, seus principais movimentos, as estações e o desenho da trajetória orbital. Para auxiliar nesse debate, apresentamos uma imagem de uma órbita alongada, onde a Terra ora está mais distante do Sol, ora está mais próxima dele, retirada de um livro didático de ciências (PAULA; OLIVEIRA, 2002). Imagem clássica de órbita excessivamente elíptica a qual vem gerando falsas crenças em alunos e professores.

No decorrer do debate, propusemos uma nova imagem, a fim de rompermos com esse desenho clássico de órbita achatada dos livros didáticos. Uma representação comparando as órbitas de Mercúrio, Vênus e Terra (CANALLE, 2003; SILVA, CATELLI, DUTRA, 2021), demonstrando que a órbita terrestre tem uma excentricidade ( $e$ ) muito pequena ( $e = 0,02$ ) quase comparável a uma circunferência ( $e = 0$ ). Portanto, rompendo com uma falsa crença bastante difundida de que as estações do ano decorrem da proximidade ou do distanciamento entre o Sol e a Terra. A explicação centrou-se na inclinação do eixo de rotação, representado sob uma imagem retirada de um livro didático e posteriormente, por meio de um modelo concreto de planeta Terra, de um “globinho”. Para um melhor entendimento sobre o conceito de excentricidade usamos um modelo didático desenvolvido no *GeoGebra*: <https://www.geogebra.org/m/kam7z6h8>, onde abordamos os distintos tipos de cônicas.

Concluimos esta parte da leitura discutindo sobre os pontos cardeais, nascer e ocaso solar, a partir de outra imagem clássica presente nos livros didáticos (PAULA, OLIVEIRA, 2002; VESENTINI, MARTINS, PÍCORÁ, 2011). Representação que traz uma criança com os braços estendidos: o braço direito apontado para o ponto cardinal Leste indicando o nascimento do Sol e o esquerdo para o Oeste indicando o pôr do Sol; estando a sua frente o Norte e às costas o Sul. Imagem que pode estar gerando falsas crenças entre alunos e até mesmo entre professores de que o Sol nasce sempre no ponto cardinal Leste e se põe sempre no ponto cardinal Oeste, em todos os dias do ano. Visão distorcida que buscamos superar com o uso de uma outra imagem, desenvolvida pelos autores, demonstrando que esse fenômeno somente ocorre em dois dias específicos do ano, nos equinócios de outono e primavera. Visão que também seria retomada e debatida através do uso de modelos concretos e virtuais, no decorrer das atividades.

Após leitura e discussão do texto, passamos para a primeira atividade prática, no pátio da escola, onde realizamos a determinação dos pontos cardeais com auxílio de um gnômon e do método das sombras iguais. À noite, retornamos ao mesmo local em que fora fixado o gnômon para observarmos o céu noturno e definirmos os pontos cardeais pelo método do cruzado do Sul. Os docentes também instalaram em seus celulares o software *stellarium*: <http://stellarium.org/> e aprenderam a simular e a observar a circumpolaridade da constelação do cruzado do Sul no Hemisfério Sul.



II SSAPEC

## II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



No dia seguinte fizemos a leitura do texto intitulado: “Da observação da sombra solar em um gnômon à criação da esfera celeste”, escrito pelos autores, a fim de auxiliar na compreensão da noção de esfera celeste e de plano do horizonte. Fora debatido através de imagens algumas noções como: as diferentes alturas solares ao meio dia solar nas diferentes estações do ano; o sistema de coordenadas horizontais e seus elementos; o comportamento do movimento anual do Sol à linha do equador (latitude  $0^{\circ}$ ) e na cidade de São Borja (latitude  $-29^{\circ}$ ). Após, para melhor compreensão das imagens de plano do horizonte e de esfera celeste, fizemos uso de alguns modelos virtuais desenvolvidos pela Universidade de Nebraska-Lincoln: <https://astro.unl.edu/> e do *stellarium*.

No próximo encontro, após o estudo de algumas noções astronômicas importantes, os docentes aprenderam a construir um modelo concreto para o movimento diário do Sol (SILVA, CATELLI, 2020). Modelo construído com materiais recicláveis e de baixo custo para confecção. Aprenderam também como operacionalizar o modelo e fazer previsões para a duração do período diurno para distintas localidades do mundo.

Após o trabalho com o modelo concreto, os docentes foram convidados a explorar um modelo virtual do movimento diário do Sol (SILVA *et al*, 2022) e a testarem seus conhecimentos sobre a temática astronômica respondendo um quiz do conhecimento. O modelo virtual construído no *GeoGebra*: <https://www.geogebra.org/m/xbaycp3z>, foi criado com base no modelo concreto e possui a mesma função de previsibilidade para a duração do período diurno.

A seguir os docentes também aprenderam como calcular a duração do período diurno para diferentes localidades do planeta com auxílio da calculadora solar da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA): <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>. Ao final, os docentes foram convidados a testarem os modelos didáticos (concreto e virtual) e compararem com os dados fornecidos pela calculadora da NOAA. Constataram com essa atividade que os modelos didáticos usados, apresentam dados bastante aproximados da realidade, com um erro percentual menor que 3% para o tempo da duração do período diurno.

Depois, após explorarmos o MDS a partir da terceira dimensão, passamos a explorar a sua projeção em um plano, em duas dimensões, através do trabalho com cartas solares (SILVA, CATELLI, DUTRA, 2021). Os docentes aprenderam, a partir do estudo em outros dois modelos (concreto e virtual) disponibilizados, o que é uma projeção estereográfica e como surge a carta solar. Aprenderam sobre os principais conceitos envolvidos (altura, azimute, linhas horizontais e verticais); aprenderam também como baixar e utilizar o software SOL-AR: <https://labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar> que confecciona cartas solares. Aprenderam ainda como realizar as marcações na carta solar, encontrando dados sobre azimute, altura e insolação de fachadas para as estações do ano e diferentes localidades do mundo.

Como atividade final, os docentes aprenderam como realizar a simulação das estações e do ciclo dia/noite utilizando um modelo de planeta terra (globinho) e um retroprojektor. Esta atividade foi desenvolvida em uma sala totalmente escurecida, onde realizamos simulações para os movimentos de rotação e translação; observamos os contrastes de luz e sombra no globo, nas diferentes estações, considerando a inclinação do eixo de rotação apontando sempre na mesma direção do espaço. Além disso, fixaram um canudo de refrigerante (gnômon) no globo para



II SSAPEC

## II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



simular o movimento de rotação da terra e acompanhar a mudança na trajetória da sombra solar ao longo do dia. Esta atividade auxiliou na compreensão do movimento diário que o Sol faz no céu, como um reflexo do movimento de rotação da Terra.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Percebemos que, os modelos didáticos (concretos e virtuais) utilizados nesta pesquisa, ampliaram a compreensão dos professores em relação a temática astronômica. Uma pequena parcela dos professores já havia ensinado sobre o MDS na escola, porém, predominantemente através de livros didáticos. A maioria acreditava que o sol nasce sempre no ponto cardinal Leste e se põe no ponto cardinal Oeste, todos os dias do ano. Notamos ainda que os docentes não possuíam conhecimento sobre o que é um modelo e a sua função na ciência. Inicialmente, na durante a etapa de construção do modelo concreto, alguns deles demonstravam possuir uma concepção de que o artefato utilizado era um brinquedo e não um objeto capaz de fazer previsões sobre os fenômenos. Entretanto, em análise textual discursiva das entrevistas, notamos que a estrutura didática dos modelos (concretos e virtuais) de fato foi fundamental para que os docentes compreendessem as relações analógicas estabelecidas entre os conceitos e os objetos astronômicos representados. A testabilidade dos modelos didáticos em comparação com a calculadora da NOAA, por exemplo, demonstrou o alto poder de previsibilidade dos modelos didáticos, os quais fornecem dados muito aproximados da realidade. Portanto, tanto a duração do período diurno quanto a duração do período noturno pode ser retirada diretamente desses artefatos do conhecimento e, devido à confiabilidade de sua medida, torna-se praticamente desnecessário o uso da calculadora da NOAA ou de qualquer outro site de previsão para isso.

### 4. CONCLUSÃO

Concluimos que os métodos e os modelos didáticos usados nesta pesquisa contribuíram para o saber ensinado pelos professores. O desenvolvimento de atividades criativas de elaboração, confecção e uso de modelos, sejam eles concretos ou virtuais, aproximam o conhecimento científico do conhecimento escolar dos professores. Assim, o ensino baseado em modelos pode ser uma alternativa viável ao ensino baseado apenas no livro didático. O ensino de astronomia na escola deve priorizar pela compreensão dos corpos celestes como objetos tridimensionais. Além disso, deve oportunizar momentos de observação do céu, diurna e noturna, oportunizando atividades de exploração, elaboração e construção de modelos para a compreensão dos fenômenos.

Acreditamos, por fim, com esta pesquisa, estar contribuindo com métodos e materiais didáticos inovadores para o ensino do movimento diário do Sol na escola de ensino fundamental. Um ensino baseado em artefatos do conhecimento capazes de auxiliar os professores e seus alunos na visualização e na compreensão dos fenômenos celestes. Modelos externos que tem a capacidade de auxiliar na reconstrução dos modelos internos (mentais) dos seus modeladores.



II SSAPEC

## II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



### 5. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit\\_e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf). Acesso em: 20 ago. 2023.

CANALLE, João Batista Garcia. O problema do ensino da órbita da Terra. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/?v4n2a06.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CANIATO, R. Ato de fé ou conquista do conhecimento. Um episódio na vida de Joãozinho da Maré. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, ano 6, n. 2, abril/junho, p. 31-37, 1983.

GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Switzerland: Springer international publishing, 2016. *E-book* (264 p.). ISBN 978-3-319-29039-3.

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. Análises e propostas para o ensino de Astronomia. **Centro de Divulgação de Astronomia**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <http://200.144.244.96/cda/producao/sbpc93/index.html#r000>. Acesso em: 15 ago. 2023.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco; DUTRA, Carlos Maximiliano. Geometria solar na escola: uma prática com cartas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0520>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos no Ensino de Ciência: Reações de estudantes ao utilizar um objeto-modelo mecânico concreto analógico didático (OMMCAD). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0248>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, Fernando Siqueira da; OURIQUE, Pedro Antônio; CATELLI, Francisco; MACHADO, Michel Mansur; DUTRA, Carlos Maximiliano. REA no Ensino de Astronomia. In: MACHADO, M. M.; DUTRA, C. M.; RUPPENTHAL, R. (Org.). **Grupos de Pesquisa em Ação: Contribuições para o Desenvolvimento da Educação Científica**. Curitiba: Editora CRV, 2022.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco; DUTRA, Carlos Maximiliano. Geometria solar na escola: uma prática com cartas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0520>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VESENTINI, José William; MARTINS, Dora; PÉCOR, Marlene. **Geografia 3º Ano: ÁPIS**. São Paulo: Ática, 2011. PNLD: 2013/2014/2015.