

Sequência Didática para o ensino de Astronomia⁺*

*Victor Peres Silva*¹

E. E. Prof. Levindo Lambert

Alfenas – MG

E. E. Coronel Idalino Ribeiro

Salinas – MG

*Michele Hidemi Ueno Guimarães*¹

Departamento de Física – Universidade Federal de Ouro Preto

Ouro Preto – MG

*Marinez Meneghello Passos*¹

Universidade Estadual de Londrina

Londrina – PR

Resumo

Na expectativa da inserção de Astronomia no Ensino de Ciências, desenvolvemos a investigação cujos resultados apresentamos neste artigo. Por meio de um questionário, diversos professores de uma escola da rede pública do estado de Minas Gerais foram interpelados sobre suas limitações conceituais relacionadas à Astronomia, o que contribuiu com a evidenciação de diversas dificuldades teóricas básicas, tais como: dias da semana, estações do ano, fases da lua e Astronomia observacional. Perante esse quadro, realizou-se a elaboração de uma Sequência Didática (SD), com o apoio metodológico dos três momentos pedagógicos: problematização inicial; organização do conhecimento; aplicação do conhecimento. A descrição do processo de elaboração e a Sequência Didática é o que apresentamos neste artigo. Participaram de nossa pesquisa estudantes do Ensino Médio da mesma escola, mais especificamente do 2º ano. A escolha pelo 2º ano foi, primeiramente, pelo fato de que a maioria dos professores selecionados ministrava aulas nessas turmas e, também, pela presença de conteúdos de Astronomia e

⁺ Didactic sequence for the teaching of Astronomy

^{*} Recebido: 27 de março de 2020.
Aceito: 15 de dezembro de 2020.

¹ E-mails: victorperesfcm@gmail.com; micheleueno@ufop.edu.br; marinezpassos@uel.br

de Cosmologia nas disciplinas de Geografia e de Física. Destacamos, ainda, que diante do que realizamos, podemos afirmar que a Astronomia e a Cosmologia podem ser instrumentos de mobilização a favor do Ensino de Ciências e sobre a Ciência. Todavia, percebeu-se, mediante as respostas coletadas junto aos professores sujeitos de nossa pesquisa, a dificuldade deles com relação ao conhecimento dos conteúdos pertinentes a essas áreas da Ciência. Por isso, buscou-se por atividades que sanassem essas limitações apontadas e que culminou na SD, que objetivou dar significado ao aprendizado científico da Astronomia e da Cosmologia, tanto para os professores em exercício quanto para seus alunos.

Palavras-chave: *Astronomia; Sequência didática; Ensino de Ciências; Visões do céu.*

Abstract

In anticipation of the insertion of Astronomy in Science Education, we developed a research whose results we present in this article. Through a questionnaire, several teachers from a public school in the state of Minas Gerais were asked about their conceptual limitations related to astronomy, which contributed to perceive several difficulties in some basic concepts, such as: days of the week, seasons, moon phases, observational astronomy. Based on this observation, a Didactic Sequence entitled “visions of the sky” was elaborated. We applied the methodological support of the three pedagogical moments: initial problematization; knowledge organization; application of knowledge. We present in this article the description of the elaboration process and the Didactic Sequence. The choice for the 2nd year high school students was primarily due to the fact that most of the selected teachers were responsible for these classes and, also, due to the presence of Astronomy and Cosmology contents in the disciplines of Geography and Physics. We also emphasize that in view of what we have accomplished, we can say that Astronomy and Cosmology can be used as instruments of mobilization in favor of Science Teaching and about Science. However, it was realized, through the answers collected from the teachers subject to our research, their difficulty in relation to the knowledge of the contents relevant to these areas of Science. For this reason, activities were sought to remedy these limitations and culminating in this SD, which aimed to

give meaning to the scientific learning of Astronomy and Cosmology, both for practicing teachers and for their students.

Keywords: *Astronomy; Didactic Sequence; Science Education; Visions of the Sky.*

I. Introdução

A inópia do homem em distinguir e esclarecer o Universo que o cerca, certamente foi o que estimulou o desenvolvimento da Ciência, que hoje nos fornece complexos modelos de criação do Cosmo. Com o passar dos tempos, vários povos fizeram observações do céu, sendo estas utilizadas para marcar o tempo por todas as civilizações, que desenvolveram um calendário. Provavelmente, os primeiros astros a serem observados foram o Sol e a Lua, pois os mesmos têm tamanhos aparentes e luminosidade predominantes (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA 2004). Muitos povos cultuaram esses corpos celestes como deuses, assim como os planetas até então conhecidos: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

Stephen Hawking mostra-nos, em seu livro *O grande projeto* (HAWKING, 2010), que na mitologia *viking*, os “deuses” lobos, Skoll e Hati, perseguiam o Sol e a Lua. Quando os lobos alcançavam um deles, ocorria um eclipse. Então, aqui na Terra, as pessoas se apressavam em socorrer o Sol e a Lua, fazendo o máximo de barulho possível, com intuito de afugentar os lobos, o que evidencia que os “deuses” eram explicações para muitos fatos.

Entretanto, as explicações dadas pelos gregos inauguraram uma nova forma de pensar sobre o Cosmo. Ao olharem para o céu, eles viram mais do que um palco para suas divindades e, dessa forma, começaram a se perguntar como seria o comportamento do Universo (HAWKING, 2010).

Atualmente, conhecemos muito mais do céu do que nossos antepassados, porém os fenômenos que eles observaram no firmamento são os mesmos que podemos observar hoje. Todavia, ainda existem resquícios das visões de antigas culturas na nossa observação contemporânea do céu, por exemplo, muitos chamam o planeta Vênus de “estrela d’alva” ou “estrela da manhã”.

Contudo, é marcante a admiração que as pessoas sentem pelos fenômenos celestes, desde a antiguidade (NOGUEIRA; CANALLE, 2009). Quem nunca admirou um pôr do Sol, ou ficou impressionado com uma tempestade, ou ainda, nunca ficou deslumbrado com a trajetória noturna de um meteoro, vulgarmente chamado de “estrela cadente”? Apesar de todos esses avanços conquistados ao longo de séculos, constata-se que, ainda hoje, os fenômenos celestes e atmosféricos cotidianos não são cientificamente compreendidos, por grande parte das pessoas.

Além disso, o ser humano é uma espécie curiosa e, talvez, por isso, ainda recorra à mitificação desses fenômenos naturais. Alguns se perguntam: De onde veio tudo? Por que os dinossauros não existem mais? Como se comporta o Universo? Podemos voltar no tempo? O

Universo é infinito? Existe vida fora do planeta Terra? Entre tantas outras que poderíamos relacionar neste momento. É razoável, portanto, admitirmos que a Astronomia desperta a curiosidade das pessoas!

Menezes *et al.* (2009) destacam que um dos maiores interesses dos jovens, quando se trata de Ciência, é saber algo mais sobre o Universo, os planetas, ou seja, temas relacionados à Astronomia e à Cosmologia.

Como indica Hawking (2005, p.7):

Vivemos num estranho e maravilhoso universo. Apreciar sua idade, tamanho, violência e beleza exige uma imaginação extraordinária. O lugar que nós, seres humanos, ocupamos neste vasto cosmo pode parecer bem insignificante e, portanto, tentamos dar um sentido a tudo isso e ver onde é que nos encaixamos.

Diante disso, e tendo-se em conta a rejeição, aos conteúdos científicos, demonstrada por muitos professores da *Educação* Básica (LONGHINI; GOMIDE, 2011), acreditamos ser o estudo da Astronomia e da Cosmologia um instrumento didático, para uma intervenção no processo de ensino e de aprendizagem desses campos de conhecimento, relacionados ao contexto científico, como atesta Barrio (2010) e complementa Langhi (2004, p. 15):

Apesar de todo esse potencial, os temas ligados ao estudo do cosmo e das origens do universo pouco estão presentes em nossas salas de aula. Provavelmente, isso se deve a deficiências de conteúdo na formação de muitos professores de Ciências e de Física. Um indício dessa hipótese são os (não poucos) erros conceituais encontrados em livros didáticos.

Outro fato importante para se ensinar Astronomia na Educação Básica é que seus temas estão presentes nos currículos básicos, desde documentos estaduais até documentos federais. Nos documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC), para a Educação Básica, os quais defendem que esta deve construir uma visão voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade encontrou-se a seguinte definição, como sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no tópico “Universo, Terra e Vida”:

São traços gerais das Ciências buscar compreender a natureza, gerar representações do mundo — como se entende o universo, o espaço, o tempo, a matéria, o ser humano, a vida —, descobrir e explicar novos fenômenos naturais, organizar e sintetizar o conhecimento em teorias, trabalhadas e debatidas pela comunidade científica, que também se ocupa da difusão social do conhecimento produzido (BRASIL, 2002, p. 23).

Ao acessarmos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) observamos que ela, também, traz a importância de se ensinar Astronomia na Educação Básica. E o documento vai além dos anteriores, pois o mesmo propõe um aprofundamento, no Ensino Médio, nas

temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, justificando que esses temas proporcionam aos alunos um aporte para conseguirem investigar, analisar, discutir, compreender e interpretar fenômenos naturais.

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2017, p. 548).

A BNCC propõe ainda que o professor faça juntamente com o aluno uma análise de temas relacionados à Cosmologia, tais como: origem e evolução de estrelas e do próprio Universo.

Em Vida, Terra e Cosmos, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (BRASIL, 2017, p. 549).

No caso do estado de Minas Gerais, onde desenvolvemos nossa pesquisa, o currículo básico reforça o princípio de que os estudantes devem ter oportunidades de compreender corretamente termos relacionados a Ciências, tais como: gravidade, relatividade de movimento, geocentrismo, heliocentrismo, força e inércia, modelos de criação, Cosmo, *Big Bang* dentre outros e, complementa, indicando a possibilidade de utilizá-los.

Entretanto, como destaca Langhi (2004), apesar do potencial vinculado ao interesse nato das pessoas por essas temáticas e da obrigatoriedade regulamentada pelos currículos, o tema Cosmo pouco está presente em nossas salas de aula, e tal desalinho tem relação com a deficiente formação de muitos professores de Ciências e de Física.

O ensino da Astronomia nas escolas de Ensino Fundamental e Médio tem sido objeto de diversas pesquisas na área de Educação em Ciências. As pesquisas mostram que no ensino dessa Ciência encontram-se diversos problemas que necessitam ser estudados visando à melhoria da qualidade dos docentes que o ministram, principalmente nas escolas de nível fundamental e médio (LANGHI, 2009, p. 10).

Além do que já relacionamos anteriormente, gostaríamos de apresentar alguns pontos que são abordados para problemas no ensino de Astronomia na Educação Básica e que

complementam nossa justificação por optar por esta temática e por propor uma intervenção junto a professores da Educação Básica.

Segundo Costa Junior e Oliveira (2017), pautando-se em outros autores, a formação inicial deficitária desses profissionais impacta de forma negativa no processo de ensino e de aprendizagem (AROCA, 2011; COSTA, 2016; BRETONES, 1999; LEITE, 2007; NETO, 2017; ROBERTO JÚNIOR, 2014; PEIXOTO, 2013; VOELZKE, 2011).

Há ainda a problemática relativa a professores que ensinam disciplinas diferentes de suas áreas de formação (CERQUEIRA JÚNIOR, 2015; COSTA, 2016; SANZOVO, 2014), fato que muitas vezes leva à difusão de concepções alternativas e falhas conceituais por parte dos professores durante seus planejamentos e execuções das aulas (LANGHI, 2004, 2009; LEITE, 2006, 2007; MACÊDO, 2012; OSTERMANN, 1999).

Para ampliar esses desajustes, temos também a perpetuação de erros conceituais em livros didáticos já pesquisados e divulgados amplamente (AGUIAR, 2018; AMARAL, 2011; LANGHI, 2004; LEITE, 2009) e, por fim, destacamos a falta de tempo e indisponibilidade de material de pesquisa para obtenção de conhecimentos relacionados à Astronomia por parte dos professores, enquanto gestores de suas disciplinas escolares (LAMEU, 2012, 2018; LANGHI, 2007, 2014).

Inspirados por todos esses fatores descritos nesta introdução, propusemo-nos a elaborar uma Sequência Didática (SD) a ser aplicada para professores da Educação Básica, que foram interpelados inicialmente, a fim de balizar suas principais dúvidas sobre Astronomia. O processo de estudo, realizado por nós, a delimitação dos procedimentos metodológicos, a seleção dos professores e o levantamento das principais indagações sobre o tema e, para finalizar, a descrição da SD, foi o que idealizamos para trazer neste artigo.

II. Discussões teóricas: alguns apontamentos

Nesta seção, apresentamos alguns destaques descritivos dos estudos que realizamos para o desenvolvimento desta pesquisa, cujos resultados trazemos no artigo. O percurso em um mestrado profissional passa pela elaboração de um produto, por sua aplicação e pela coleta de dados provenientes desses procedimentos, que posteriormente são analisados em busca de sua validação. A completude de todo esse processo – discussões relativas ao produto, aplicação e retornos avaliativos do mesmo, resultados investigativos relacionados a esses movimentos anteriores – requereria uma quantidade de páginas inapropriada para um artigo científico. Por isso, para este momento, optamos por trazer o que já indicamos no parágrafo final da introdução: a SD, com as justificações relativas à sua elaboração. Seguindo o mesmo raciocínio, as discussões teóricas ficaram centradas naquilo que selecionamos para essa elaboração e aplicação. Todavia, a completude do que foi realizado pode ser observada em Silva (2018).

Hoje a prática docente, em particular no Ensino de Ciências, torna-se cada vez mais complexa, pois, muitas vezes, os professores têm que concorrer com novas tecnologias que

não são dominadas por eles. Devido à falta de recursos em escolas públicas, eles têm em sua maioria o livro didático como principal recurso pedagógico em sala de aula (CARNEIRO; SANTOS; MÓL, 2005), além disso, é comum perceber que o conteúdo estudado está distante da realidade dos alunos.

Por isso, para contribuir com a prática do professor e efetivar a construção do conhecimento por parte do aluno, inspiramo-nos nos três momentos pedagógicos: problematização inicial; organização do conhecimento; aplicação do conhecimento, indicados por Delizoicov e Angotti (1990), para nortear a elaboração da nossa SD.

O primeiro momento é a problematização inicial, momento em que o professor precisa proporcionar situações-problema, partindo do cotidiano do aluno e que esteja relacionada aos temas de ensino propostos (SILVA, 2014). O objetivo da problematização inicial é a compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao assunto. Neste momento é desejável que o professor questione e lance dúvidas. O aluno, por sua vez, precisa sentir-se envolvido pelo tema abordado e ter interesse em buscar um conhecimento científico, como destaca a citação a seguir:

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente, porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29).

Portanto a problematização inicial não é simplesmente questionar os alunos a cerca de algum assunto em específico e sim fazer um questionamento que parta da realidade vivenciada pelo estudante. Para isso o professor precisa estar preocupado também em conhecer seu aluno e a realidade que o mesmo está inserido.

Na organização do conhecimento, que corresponde ao segundo momento pedagógico, os conhecimentos necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial são estudados sob a orientação do professor (DELIZOICOV, 1982). Do ponto de vista metodológico, como sugere Silva (2014), esse momento objetiva a tomada de consciência do problema e dos conhecimentos necessários para solucioná-lo, deverá ser usado para introduzir definições, conceitos e leis, que podem ser apresentados em um texto introdutório.

Como nos indica Delizoicov (2000), as mais variadas atividades são empregadas neste momento de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações que estão sendo problematizadas.

Portanto faz parte da organização do conhecimento: a leitura de textos científicos; o reconhecimento de fórmulas; a realização de cálculos necessários para fornecer as respostas das situações-problema apresentadas; a resolução de exercícios propostos. Considera-se que na resolução de exercícios propostos em sala de aula, o estudante ainda necessite ser orientado pelo professor ou ter acesso a um enunciado mais objetivo. Importante ressaltar, como indica

Marengão (2012), que não basta simplesmente que o professor resolva algumas questões na lousa, como exemplo, para que o aluno fique capacitado a resolver outros exercícios sozinho. Para que a resolução de exercícios tenha êxito é necessário que o professor compreenda melhor o que são problemas para o aluno e como ele os encara.

No último momento – aplicação do conhecimento – busca-se resgatar o conhecimento que vem sendo estudado pelos alunos, tanto para analisar e decifrar as perguntas iniciais quanto para aplicá-las em novas situações. Procede-se de modo que os discentes apreendam como fruto de uma construção dialógica, o caminho que pode nos conduzir de uma pergunta simples a uma teoria complexa. Procura-se, com isso, estender os mesmos conhecimentos para outras questões e situações semelhantes. Sendo esse um procedimento fundamental, pois o conhecimento deixa de ser exemplo do tema estudado e passa a ser uma ferramenta para reflexão de problemas do dia a dia, como indicam Delizoicov e Angotti (1990, p. 31):

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Além desses autores de origem, pautamo-nos em destaques dados por outros a respeito dos três momentos. Ferreira (2015) e Silva (2014) desenvolveram atividades destinadas a alunos da Educação Básica e indicam que a utilização desses momentos para o ensino de Astronomia surtiu resultados promissores, quando da aplicação de suas propostas com professores em exercício e acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, respectivamente. Marengão (2012) concluiu que o interesse pelo estudo da Física tornou-se mais intenso, quando a metodologia do professor considerou esses três momentos, destacando que o principal deles seria a problematização inicial.

Tendo esse norte metodológico, passamos agora aos subsídios relativos à Astronomia, aportando em destaques presentes nos documentos oficiais. Além disso, os PCN sugerem também que os temas de Astronomia e Cosmologia precisam estar presentes na vida educacional dos alunos, pois estes temas estão relacionados diretamente com a compreensão da natureza da Ciência e dos seus paradigmas, os quais, segundo Kuhn (1991), são “realizações científicas” universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma Ciência. Em complementação a esses fatos, selecionamos diversos excertos da BNCC que amparam e inspiram nossos encaminhamentos:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2017, p. 554).

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção (BRASIL, 2017, p. 556).

Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2017, p. 557).

Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2017, p. 557).

Em termos mais específicos, no estado de Minas Gerais temos o Currículo Básico Comum (CBC), que se mostra compatível com o PCN e se pauta em várias de suas presunções, notadamente na perspectiva da construção de modelos:

Esse tema envolve modelos simples para o cosmo, permitindo ao estudante explicar os modelos heliocêntrico e geocêntrico; a esfericidade da Terra; a gravidade como uma força que age a distância, a rotação² da Terra e seus movimentos. O movimento da Terra coloca outras questões relacionadas ao movimento dos objetos em sua superfície. Essa é a razão pela qual o tema se desdobra no tópico “Força e Inércia”. Podemos entender a física proposta por Galileu, Newton e outros, como a construção de uma nova física (em oposição à física de Aristóteles) para a Terra em movimento (MINAS GERAIS, 2007, p. 48, assinalamentos do documento).

Por fim, para essa composição teórica, acessamos alguns resultados de pesquisa relativos ao ensino de Astronomia, dentre eles destacamos alguns a que nos dedicamos, com maior afinco, durante o processo de estudo e que consideramos para a elaboração da SD e de sua aplicação.

Gama e Henrique (2010) apresentam uma revisão bibliográfica, tratando em caráter filosófico a importância do estudo de Astronomia na Educação Básica, utilizando as dimensões: axiológica, epistemológica e ontológica. Seus resultados de pesquisa trazem uma reflexão a respeito de qual conteúdo de Astronomia deveria ser abordado e da importância dos

² A forma como esta colocação foi inserida na CBC, pode conduzir ao lapso de que a rotação da Terra não seja um movimento. Por isso alertamos os leitores que a rotação da Terra, além de outros, é um movimento do planeta.

seguintes temas: as construções de Stonehenge; as constelações dos zodíacos; a Lua; a visão da Via Láctea.

Leite (2002) procura caracterizar, em sua dissertação, conhecimentos e práticas de um grupo de dezesseis professores de Ciências, que lecionavam Astronomia no Ensino Fundamental (sexto e nono anos). Durante o processo investigativo, a autora focou na formação acadêmica relacionada ao conhecimento de alguns assuntos, entre eles: a forma da Terra; a forma do Universo; o dia e a noite; os eclipses; as estações do ano. Cabe destacar que as informações divulgadas por Leite (2002) orientaram-nos na elaboração do questionário aplicado aos professores pesquisados e que em momento oportuno será descrito neste artigo.

Santos *et al.* (2013) inspiraram-nos quanto ao desenvolvimento de atitudes e de habilidades, perante as situações concretas para o cidadão do mundo moderno, e que podem ter como meio de elaboração a Astronomia, com destaque ao tema estruturador Terra, Universo e vida humana presente no PCN+ (Física) (BRASIL, 2002).

Canalle (1994, 2005) e Iachel (2009) indicam que o uso de telescópios em Educação é uma forma agradável e eficiente para os alunos experimentarem Ciência e tecnologia, enquanto exploram a sua vizinhança no Universo. Os jovens, e aqui estão incluídos os professores, gostam de alcançar novos horizontes. Por meio dessa prática, eles próprios tornam-se os exploradores; escolhem quais objetos estudar (estrelas, planetas, asteroides, cometas, galáxias etc.); planejam e fazem as observações; decidem como trabalhar com os dados e ainda aprendem como fazê-lo. E indo ao encontro do que Canalle e Iachel defendem, Gleiser (2000) destaca a importância da observação astronômica para o Ensino de Ciências:

Não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. E, contrariamente ao que se possa pensar, não são necessárias grandes verbas para montar uma série de demonstrações efetivas e estimulantes [...] (GLEISER, 2000, p. 2).

Como destaca Mourão (2005), o telescópio sempre foi uma ferramenta que desperta a curiosidade do público em geral e o interesse pelas Ciências, além disso, é certamente a principal ferramenta do astrônomo.

Considerando esse “encanto” pelos telescópios, e para facilitar o acesso de professores e alunos a um instrumento de observação, Canalle (2005) elaborou uma luneta simples, usando lente de óculos. Os materiais escolhidos para a construção da luneta foram de baixo custo e de fácil acesso no comércio. Sendo os materiais críticos para a construção de uma luneta, as lentes, difíceis de encontrar e a preços elevados, Canalle optou pelo uso de lente de óculos no lugar da lente objetiva e um monóculo de fotografia, ou seja, uma lupa para ver negativos de película, no lugar da ocular.

Na perspectiva dos *softwares* astronômicos, Bernardes (2010) defende o emprego de recursos computacionais no Ensino de Astronomia e sugere dois *softwares* gratuitos: o *Stellarium* e o *Celestia*. O *Stellarium* faz a simulação do céu noturno, como se tivéssemos um planetário em nosso computador. Outro interessante recurso desse aplicativo é que não requer

conexão à *internet* para ser usado; é suficiente conhecer, precisamente, as coordenadas geográficas do local. O *Celestia* faz simulações de estrelas e os planetas distantes, como se fosse um mapa do Universo.

Após tecermos essas colocações a respeito do nosso caminho teórico, trazemos diversos esclarecimentos de cunho metodológico, estruturado pelos preceitos da pesquisa qualitativa até a descrição pormenorizada do contexto em que estávamos inseridos, para este desenvolvimento e proposição.

III. Encaminhamentos metodológicos: alguns esclarecimentos

Com relação à metodologia utilizada nesta pesquisa, optou-se pela abordagem qualitativa, por ser considerada uma investigação adequada ao campo da Educação, em particular para o Ensino de Ciências, uma vez que os investigadores inserem-se no ambiente da pesquisa, interagindo e examinando as possibilidades investigativas.

O público pesquisado, como já mencionado anteriormente, foram professores e seus respectivos alunos; contudo, para o momento trazemos somente os dados coletados inicialmente, por meio de um questionário respondido pelos professores e pela SD proveniente dos resultados interpretativos dessas respostas e de nossos estudos teóricos. Em tempo oportuno, os dados coletados junto aos alunos do Ensino Médio serão divulgados.

Podemos indicar que o objetivo primário desta nossa proposta foi o de modificar a prática pedagógica dos professores participantes do processo de intervenção, ou seja, fornecer elementos para que esses docentes utilizassem conhecimentos de Astronomia em suas aulas. Em função disso propusemos uma SD, que foi utilizada por nós e que poderá ser aplicada futuramente pelos leitores deste artigo, o que nos aproxima de uma pesquisa empírica experimental qualitativa, assim caracterizada por Rosa (2013, p. 39).

A pesquisa empírica experimental qualitativa é caracterizada como uma intervenção na realidade, cuja avaliação faz uso de instrumentos de coleta que fazem a recolha dos registros do tipo que se presta mais a uma análise de natureza qualitativa. Tipicamente, este tipo de pesquisa utilizará a Entrevista, o Questionário, a Filmagem, o Opiniário e mesmo testes com questões abertas para coletar os registros. A técnica de análise que é mais utilizada é Análise de Conteúdo.

Na Fig. 1³, trazemos o questionário respondido pelos professores, elemento fundamental para a delimitação dos itens que compõem a SD. Todavia, antes de acessá-lo, julgamos que cabem alguns esclarecimentos a respeito deste instrumento de coleta de dados, que possui sete questões adaptadas do *Astronomy Diagnostic Test* (ADT), que abordam temas como: dia e noite, fases da Lua, estações do ano, centro do Universo, Astronomia

³ Temos aqui o gabarito das questões apresentadas – Q1: d; Q2: c; Q3: e; Q4: b; Q5: c; Q6: a; Q7: c.

observacional e movimento de rotação e translação da Terra. Para a escolha dessas perguntas, tivemos como suporte as bases curriculares do Brasil (PCN) e de Minas Gerais (CBC). Ressaltamos que o questionário é um dos instrumentos mais usados em pesquisas na área de Ensino, conforme indica Rosa (2013, p. 91, assinalamentos do texto original).

Este instrumento é dos mais utilizados em pesquisas de ensino de ciências e consiste em uma lista de perguntas a serem respondidas pelos componentes da amostra. Podemos classificar os questionários em dois grupos, fechados ou abertos. Pertencem ao primeiro grupo, chamado de questionário restrito ou de forma fechada, aqueles questionários que pedem respostas curtas, do tipo sim ou não, ou do tipo de marcar itens de uma lista de respostas sugeridas etc. (sic). O segundo grupo, chamado de aberto, é formado por aqueles questionários que pedem aos respondentes que usem suas próprias palavras (oralmente ou por escrito) para responderem aos itens do questionário. Tanto na forma oral como na forma escrita, o que caracteriza o questionário é que, depois da fala do entrevistado, o pesquisador não complementa a pergunta com outras de esclarecimento. Se isso acontecer, teremos uma entrevista e não um questionário. Outra diferenciação importante é entre o questionário e o teste. O questionário busca informações, obter opiniões e percepções dos sujeitos enquanto os testes buscam aferir conhecimento do sujeito sobre um tema.

Responderam ao questionário, assim como participaram da intervenção, oito professores, dos quais três lecionavam Ciências da Natureza e Biologia, três Matemática, dois Geografia. O tempo de docência variava de 5 a 21 anos, sendo que a maioria tinha mais de 16 anos de professorado.

Apresentamos, no Quadro 1, a quantidade de professores que assinalaram cada um dos itens apresentados nas questões e sombreamos a célula relativa à resposta adequada.

Quadro 1 – Respostas dos professores.

| Questões | a | b | c | d | e |
|----------|---|---|---|---|---|
| Q1 | 7 | | 1 | | |
| Q2 | | 2 | 3 | 3 | |
| Q3 | | | | | 8 |
| Q4 | | 4 | | | 4 |
| Q5 | | | 6 | 2 | |
| Q6 | 4 | | 3 | | 1 |
| Q7 | | | 3 | 2 | 3 |

Fonte: os autores.

QUESTIONÁRIO SOBRE CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ASTRONOMIA

Nome: _____
Formação: _____ Data: ____ / ____ / ____
Tempo de magistério: _____ Instituição: _____

Questão 01- Os dias da semana estão relacionados com que fenômeno celeste:

- a) A rotação da Terra
- b) A translação da Terra
- c) A rotação do Sol
- d) As fases da Lua
- e) O posicionamento das estrelas

Questão 02- A principal explicação para a ocorrência do verão no nosso planeta:

- a) Proximidade da Terra ao Sol no mês de janeiro
- b) A órbita da Terra é elíptica
- c) Inclinação do eixo de rotação da Terra
- d) A Terra está no periélio em janeiro
- e) O formato esférico da Terra

Questão 03- Imagine que, por algum motivo, a Terra parasse seu movimento de translação. O que se pode dizer a respeito dos dias e das noites, no decorrer do período de um ano?

- a) Haveria uma noite de 1 ano de duração.
- b) Haveria um dia de 1 ano de duração.
- c) Haveria 1 noite de 6 meses e 1 dia de 6 meses, aproximadamente.
- d) Haveria 2 noites de 3 meses e dois dias de 3 meses, aproximadamente.
- e) Nada ocorreria com os dias e as noites.

Questão 04- A duração do dia (horas com luz solar), geralmente, é diferente da duração da noite (horas sem a luz solar). Em linhas gerais, isso é devido à:

- a) Gravidade da Terra
- b) Inclinação do eixo de rotação da Terra
- c) Ao movimento de rotação da terra

d) Existência da Lua

e) A distância do Sol

Questão 05- De acordo com as modernas ideias e observações, o que você dizer sobre a localização do centro do universo?

- a) A Terra é o centro
- b) A Via Láctea é o centro
- c) O universo não tem centro
- d) O sol é o centro
- e) Em uma galáxia distante está o centro

Questão 06- Qual planeta jamais pode ser visto à meia-noite, em Salinas/MG, mesmo com instrumentos óticos?

- a) Mercúrio
- b) Qualquer planeta pode ser visto este horário.
- c) Saturno
- d) Marte
- e) Júpiter

Questão 07- Imagine que você esteja em Salinas/MG em uma noite de Lua Cheia, por volta das 20h. Você manda uma mensagem via whatsapp para um colega que está em Roma/Itália e pede para que olhe para céu. Desconsiderando as condições climáticas, essa pessoa verá a Lua com que aspecto?

- a) Verá Lua Nova
- b) Verá Lua Crescente
- c) Também verá Lua Cheia
- d) Não verá a Lua
- e) Verá Lua Minguante

Fig. 1 – Questionário⁴ aplicado aos professores. Fonte: os autores.

⁴ Esclarecemos que a Q1, apesar de estar enunciada da seguinte forma: “os dias da semana estão relacionados com que fenômeno celeste”, nossa intenção foi a de questionar sobre a ‘duração da semana’ e não a relação dos dias ou seus nomes.

Diante das respostas, buscamos interpretar os conhecimentos prévios dos professores em relação aos temas da Astronomia.

Neste momento, justificamos e ponderamos sobre o resultado coletado. O critério para a seleção das perguntas de nosso questionário foi usar questões que se relacionassem diretamente com o CBC de Ciências, mais especificamente no eixo, “O Mundo muito Grande”.

Com relação à questão “os dias da semana estão relacionados com que fenômeno celeste”, a resposta referia-se a cada fase da Lua, que corresponde, aproximadamente, a uma semana. O que indica que a resposta correta é **d**. Entretanto, nenhum dos professores pesquisados soube responder corretamente à questão.

A questão 2 interpelava sobre “as estações do ano”, focando na inclinação do eixo de rotação do nosso planeta. Neste caso, a resposta correta é a letra **c**, indicada somente por três dos oito professores.

A terceira questão discorria sobre o período do dia e da noite. Foi perguntado: “Imagine que, por algum motivo, a Terra parasse seu movimento de translação. O que se pode dizer a respeito dos dias e das noites, no decorrer do período de um ano?”. Neste caso, diferentemente dos anteriores, temos 100% de acerto dos professores, isto é, todos optaram pelo item **e**, que é o correto.

A questão 4, que tratava do “do dia e da noite relacionados ao movimento de rotação terrestre”, e cuja resposta adequada é a letra **b**, somente quatro dos professores a assinalaram.

Com relação à quinta questão: “De acordo com as modernas ideias e observações, o que você diz sobre a localização do centro do Universo?”. Seis dos professores responderam corretamente – **c** – indicando que “O Universo não tem centro”.

Quando questionados sobre: “Qual planeta jamais pode ser visto à meia-noite, em Salinas/MG, mesmo com instrumentos ópticos?”. Metade dos professores pesquisados respondeu corretamente, indicando a letra **a**.

A última pergunta do questionário, que interpelava sobre: “a situação de uma pessoa estar em Salinas/MG em uma noite de Lua Cheia, por volta das 20h. Se ela mandasse uma mensagem, via *WhatsApp*, para um colega que estivesse em Roma/Itália e pedisse para que essa pessoa olhasse para o céu, desconsiderando as condições climáticas, esta pessoa veria a Lua com que aspecto?”. Sendo **c** a resposta correta, somente três dos oito professores a indicaram.

As respostas comentadas anteriormente e a percepção dos erros cometidos pelos professores, fizeram-nos optar pelos conteúdos a serem abordados na SD, que descrevemos na continuidade.

IV. Sequência Didática – Visões do céu: uma proposta de ensino

Nesta seção, como indicado em momentos anteriores, apresentamos a SD elaborada e comentada para ser desenvolvida no Ensino Médio⁵. Ela foi idealizada considerando três temas – Forma dos planetas; Fases da Lua, eclipses e estações do ano; Galileu Galilei e o heliocentrismo.

Em sua estrutura, destacamos os três momentos pedagógicos, segundo o que nos indica Delizoicov (1982) e Angotti (1982). Para cada tema descreveremos os seguintes itens: objetivo; problematização inicial (com perguntas problematizadoras); organização do conhecimento (com um passo a passo argumentativo); aplicação do conhecimento (com a indicação de atividades a serem desenvolvidas).

IV.1 Forma dos planetas

Iniciamos com este tema, pois julgamos fundamental a observação do firmamento. As pessoas têm conhecimento sobre o formato esférico da Terra há tempos, porém surgiram, recentemente, grupos que defendem o “terraplanismo”, ou seja, que o formato da Terra é plano. Sabendo dessas discussões e de seu conhecimento pelos participantes da proposta de intervenção, utilizamos argumentos relativos a essas certezas e incertezas.

Objetivo:

Compreender que vivemos na superfície da Terra, esférica e situada no espaço, considerando que não podemos ter certeza da forma esférica da Terra, só por meio de observação do nosso cotidiano, por exemplo, observar um barco, olhar para as estrelas, assistir a um eclipse, subir em uma árvore.

Problematização inicial:

Sugerimos para esse momento uma aula de 50 minutos.

Indicamos observar com cuidado as respostas dadas para as perguntas iniciais, que exigirão uma explicação teórica.

Trazemos aqui seis questões, contudo outras podem ser elaboradas, desde que estejam relacionadas ao cotidiano dos alunos (no nosso caso, de antemão, os professores que participaram da intervenção).

Seguem as questões exemplo: • Para você, qual é o formato do nosso planeta? • O que é viver em um planeta? • O que significa planeta para você? • Tem como dar a volta ao mundo? • O que é um eclipse lunar? • A terra se movimenta (gira)?

Em seguida, propomos a visualização do vídeo: “O mundo redondo de Charlene”, episódio 38, da série Televisiva Família Dinossauro, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fGFR-LhQ6DU>>.

⁵ Cabe informar que fizemos nossas tentativas, até a finalização do que trouxemos neste artigo com alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Organização do conhecimento:

Sugerimos para esse momento duas aulas de 50 minutos.

Com a intenção de desenvolver o conteúdo específico, indicado no objetivo, traçamos um passo a passo – Qual o formato da Terra? O que são estrelas errantes? – a fim de concluir que a Terra é esférica, perpassando por argumentações falseadas a respeito do “terraplanismo”.

Iniciando com a questão: Qual o formato da Terra? Argumentamos que quando olhamos à nossa volta, parece que estamos vivendo em um mundo plano e que não é simples acreditarmos que andamos sobre uma grande esfera.

O filósofo grego Tales de Mileto (que viveu no século VI a.C.) acreditava que a Terra era, na verdade, um grande disco chato, em um Universo infinito de água. Na Fig. 2, temos uma representação sugestiva da crença de Tales de Mileto.



Fig. 2 – Navio caindo no abismo plano.

Fonte: <<https://br.depositphotos.com/54330759/stock-photo-the-ship-and-the-abbys.html>>. Acesso: 18 fev. 2020.

Um bom argumento para a esfericidade da Terra foi, sem dúvida, o movimento dos navios no oceano. Alguém deve ter percebido que, quando uma embarcação se afastava da costa, ela não sumia no horizonte de uma vez e sim aos poucos. A embarcação ia ficando aparentemente cada vez menor, e suas partes mais baixas desapareciam primeiro.

Isso ocorre porque a superfície do mar não é plana, mas esférica. Na Fig. 3, temos uma representação do que foi comentado no parágrafo anterior.



Fig. 3 – Navios desaparecendo aos poucos.

Fonte: <<https://terraplanista.com/experimentos/o-por-do-homem-na-curvatura/>>.

Acesso: 18 fev. 2020.

Para auxiliar essa discussão sugerimos o acesso ao vídeo disponível no seguinte endereço eletrônico: <<https://youtu.be/mnfrgF5FEkY>>, que foi elaborado para tratar, inclusive da esfericidade da Terra, que contribui para as argumentações relativas ao fenômeno do afastamento dos navios⁶.

Retomando a segunda questão proposta para o momento – *Organização do conhecimento*: O que são estrelas errantes? – argumentamos que: na antiguidade, as pessoas, ao observarem o céu, perceberam muitos corpos celestes, entre eles, a Lua, o Sol, as estrelas e cinco estrelas errantes. Estas eram os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. O nome estrela errante foi dado em função dos seus movimentos aparentes no céu, quando observado do nosso planeta. Tais movimentos descrevem uma “laçada” e depois seguem a sua trajetória, ao contrário das estrelas, como podemos observar na Fig. 4.

Aplicação do conhecimento:

Sugerimos para esse momento uma/duas aula(s) de 50 minutos.

Nesta Aplicação do conhecimento é indicado que se rediscuta as questões da problematização inicial com os participantes da intervenção, considerando que podem ser leigos com relação ao assunto. Uma proposta interessante é pensar que você precisa convencer alguém com argumentos e fatos, não basta dizer que a Terra é esférica por causa de provas da Ciência (quais são estas?) ou das observações feitas por telescópios (isso não é observação cotidiana!).

Elaboramos uma atividade, que visa dividir a turma em processo formativo em dois grupos. Um deles defenderá o modelo de que a Terra é plana e o outro de que a Terra é esférica. Cada um com suas respectivas justificativas.

⁶ Outra possibilidade, seria a comunicação entre pessoas que se encontram distante (muito distante) e, por meio de videochamada, pudessem observar a sombra de um gnômon ao meio-dia e perceberem que os comprimentos da sombra são diferentes.

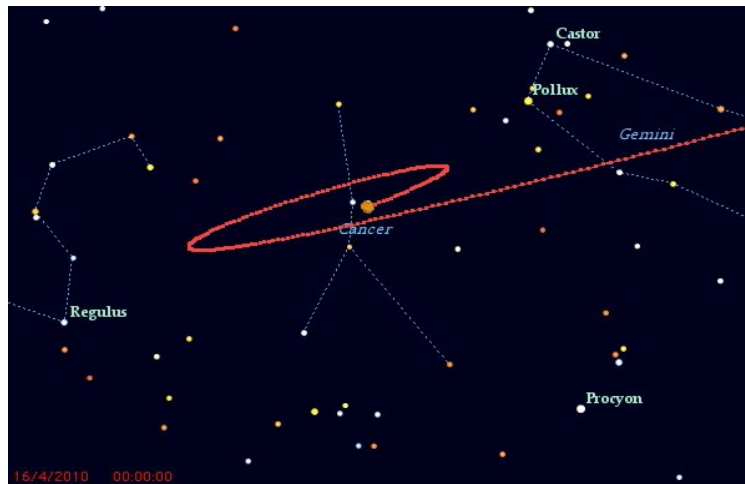


Fig. 4 – Laçada dos planetas.

Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>. Acesso: 18 fev. 2020.

Na sequência, inserimos diversos argumentos defensáveis de que a Terra é plana e outros de que a Terra é esférica. Todavia, pode-se induzir a consulta a diferentes fontes de informação, a fim de ampliar as possibilidades argumentativas.

Entre os que justificam que a Terra é plana sugere-se:

- Navios que iam até muito longe e não voltavam. A Terra é plana e eles caíam no fim do mundo.
- Em nosso cotidiano vemos a Terra plana.
- A Terra é redonda, mas chata, pois nos eclipses da Lua a sombra projetada pela Terra é sempre redonda.
- A Terra é plana, pois assim respeita as sagradas escrituras, onde o céu fica acima e o inferno abaixo.

Entre os argumentos que justificam que a Terra é esférica, pode-se destacar:

- Em navios que se afastam do porto, sempre a parte de baixo desaparece primeiro que a parte de cima.
- A existência de variação da latitude astronômica.
- Navegadores que fizeram a volta ao mundo.
- Nos eclipses da Lua, a sombra projetada pela Terra é sempre redonda.
- Erastóstenes (II a.C.) mediu o raio da Terra (cerca de 40.000 km).

IV.2 Fases da Lua, eclipses e as estações do ano

Esse tema nos remete a um processo de ‘contação de história’, o que em geral estimula o interesse das pessoas. Para isso, podemos argumentar que: os primeiros astrônomos começaram a perceber que o Sol se movia lentamente contra o fundo do céu, definido pelas estrelas e constelações. Faziam isso, observando as constelações que eram

vistas, na direção do poente, logo após o pôr do Sol. Notaram que, gradualmente, as constelações situadas a leste do Sol deixavam de ser vistas, devido ao ofuscamento pela ou da claridade solar e que as constelações a oeste do Sol passaram a ser visualizadas.

Objetivo:

Identificar os motivos dos eventos astronômicos: estações do ano, fases da Lua e eclipses. Compreender o que é o eixo de rotação de um planeta e entender por que não é verão ou inverno em toda a Terra ao mesmo tempo.

Problematização inicial:

Sugerimos que a problematização indicada para esse momento seja de 50 minutos ou, no mínimo, 30 minutos, dependendo do envolvimento dos participantes.

Para problematizar esta segunda etapa, propôs-se o trecho do vídeo: “Deus criou o Universo?”.

Parte 1, disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=WB83V0WQtUI&list=PLA4BECE8055AD1D16>⁷.

Em seguida, indicamos lançar para debate as questões destacadas a seguir, contudo outras podem ser elaboradas. • Em que estação do ano se está? • Por que quando é verão no Brasil é inverno nos Estados Unidos da América (EUA)? • Por que fica escuro durante o dia em algumas situações? • O que é a Lua de sangue?

Além da utilização do software Stellarium, que é um programa de simulação do céu. Para mais detalhes e para conhecer como utilizá-lo, indicamos acessar o site da UFES: <https://astro.ufes.br/sites/default/files/TC%201%20-%20Stellarium.pdf>.

Organização do conhecimento:

Sugerimos para esse momento duas aulas de 50 minutos.

Com a intenção de desenvolver o conteúdo específico, indicado no objetivo, traçamos um passo a passo – As fases da Lua; os eclipses solar e lunar; as estações do ano – a fim de desenvolver a compreensão dos participantes da intervenção, a respeito do eixo de rotação da Terra.

Com relação às fases da Lua, podemos argumentar que o percurso da Lua ao redor da Terra, ao longo do seu movimento de translação, passa por um ciclo de fases, durante o qual sua forma parece variar gradativamente. O ciclo completo tem duração de aproximadamente 29,5 dias e é denominado por luação. Esse fenômeno é bem compreendido desde a antiguidade. As fases da Lua resultam do fato de que ela não é um corpo que tem luz própria, e sim um corpo iluminado pela luz do Sol. Culturalmente, apenas as quatro fases mais características do ciclo são lembradas – Lua Nova, Lua Quarto-Crescente, Lua Cheia e Lua

⁷ Esclarecemos que este endereço integra a parte 4 de uma produção denominada: CURIOSIDADE – Stephen Hawking – DEUS CRIOU O UNIVERSO? E agradecemos aos avaliadores do artigo, pela contribuição desta indicação e complementação, além de outras que inserimos na continuidade do artigo.

Quarto-Minguante (ver Fig. 5). As fases recebem nomes, mas a porção que vemos iluminada da Lua, que é a sua fase, varia de dia para dia. Por essa razão, os astrônomos definem a fase da Lua em termos de número de dias decorridos, desde a Lua Nova (de 0 a 29,5) e em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%). Recapitulando, fase da Lua representa o quanto da face iluminada pelo Sol está na direção da Terra.

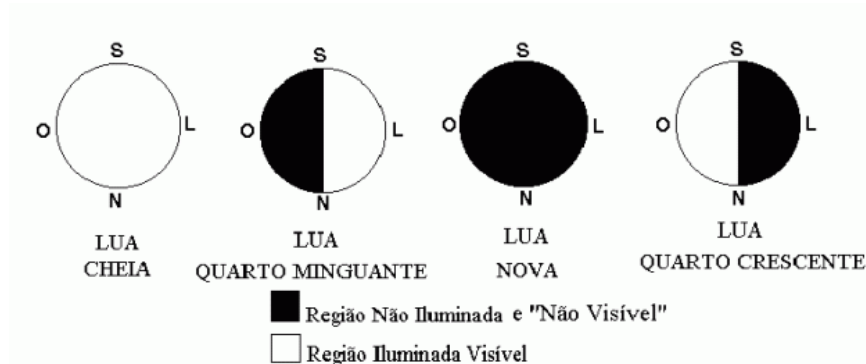


Fig. 5 – Fases da Lua. Fonte:

<<https://elianademattos.com.br/2019/02/25/fases-da-lua-e-os-ciclos-agricolas-hora-de-colher-hora-de-plantar/>>. Acesso: 18 fev. 2020.

Para a abordagem inicial dos assuntos eclipses solar e lunar, seguindo a mesma proposta da temática anterior, recorreremos à mitologia, quando relata que Viking Skoll era um deus lobo, que queria comer o Sol. No contexto, os vikings faziam muito barulho para correr com o lobo, a fim de que ele não comesse o Sol. Hoje sabemos que o escurecimento do Sol, durante o dia, trata-se de um eclipse solar, momento em que a Lua fica à frente do Sol, fazendo assim uma sombra na Terra.

Para a explicação de como acontecem os eclipses, sugerimos usar o simulador: eclipse, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como registrado na Fig. 6. Com essa simulação, você conseguirá mostrar de forma simples e eficiente como ocorrem os eclipses.

A discussão sobre as estações do ano pode ser indicada por meio de uma observação simples, que permite “ver” o movimento aparente do Sol durante o ano, com o uso do gnômon. Um gnômon consiste de uma haste vertical fincada ao solo. Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2004), durante o dia, a haste, ao ser iluminada pelo Sol, forma uma sombra, cujo tamanho depende da hora do dia e da época do ano. A direção da sombra ao meio-dia real local nos dá a direção Norte-Sul. Ao longo de um dia, a sombra é máxima no nascer e no ocaso do Sol, e é mínima ao meio-dia. Ao longo de um ano (à mesma hora do dia), a sombra é máxima no Solstício de Inverno, e mínima no Solstício de Verão. A bissetriz, das alturas do Sol ao meio-dia, tomadas nos dois solstícios, marca o tamanho da sombra nos equinócios. Observando a variação do tamanho da sombra do gnômon ao longo do ano, os antigos deter-

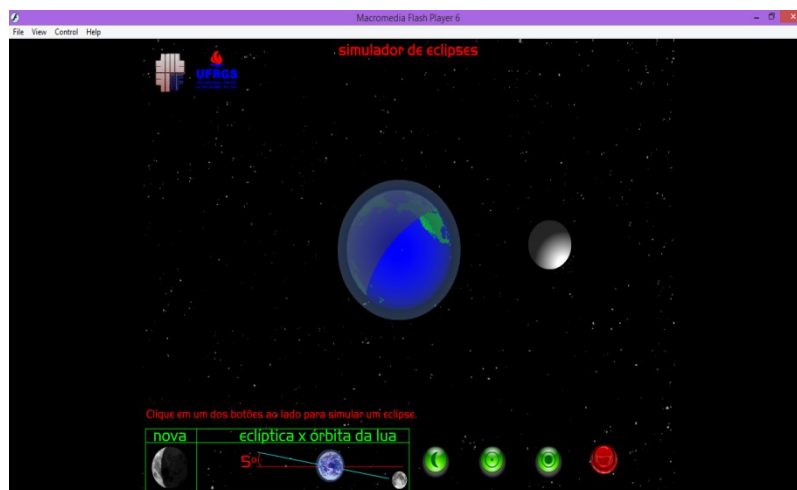


Fig. 6 – Simulador de eclipses.

Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~maikida/eclipse.htm>>. Acesso: 18 fev. 2020.

minaram o comprimento do ano das estações, ou ano tropical. Para complementar essa abordagem sugerimos o acesso ao artigo presente no seguinte endereço eletrônico⁸: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1137>>. De acordo com Milone (2003), os primeiros astrônomos começaram a perceber que o Sol se movia lentamente contra o fundo do céu, definido pelas estrelas e constelações. Faziam isso observando as constelações que são vistas, na direção do poente, logo após o pôr do Sol. Notaram que, gradualmente, as constelações situadas a leste do Sol deixavam de ser vistas, devido ao ofuscamento da claridade solar e que as constelações a oeste do Sol passavam a ser visualizadas.

O inverno no ano de 2018 começou exatamente às 07h07 do dia 21 de junho. Os raios solares atingiram o hemisfério Sul da Terra, menos diretamente do que nos outros dias do ano. Esse acontecimento é chamado de Solstício de Junho, mas é culturalmente conhecido por marcar o início do inverno no hemisfério sul e verão no hemisfério norte.

Na Fig. 7, trazemos um esquema que pode ilustrar o que foi comentado nos dois parágrafos anteriores e que tem relação, também, com as explicações posteriores à figura.

Esse fenômeno é causado por dois motivos: o movimento de translação da Terra ao redor do Sol e a inclinação do eixo de rotação terrestre. Ao contrário do que muitas pessoas pensam, as estações do ano nada têm nada a ver com a aproximação maior ou menor entre a Terra e o Sol.

⁸ Neste artigo temos registros sobre uma investigação a respeito das “contribuições educacionais de uma abordagem baseada na História da Ciência e na experimentação envolvendo conceitos científicos da área de Astronomia, destacando a reprodução do experimento realizado originalmente por Eratóstenes no século III A.C., destinado à medição do raio da Terra” (SANTOS; VOELZKE; ARAÚJO, 2012, p. 1137).

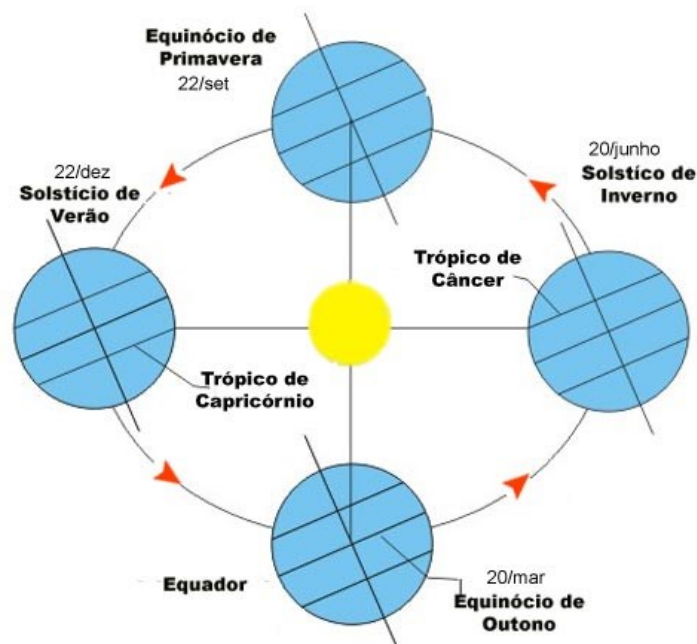


Fig. 7 – Estações do ano. Fonte:

<<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo6A/MOVTERRA.HTM>>. Acesso: 18 fev. 2020.

Para dar uma volta ao redor do Sol, a Terra leva 365 dias e mais seis horas. Durante essa viagem, a inclinação do eixo não muda e sempre parece apontar para a mesma posição no espaço. Essa inclinação, que é de 23,5 graus, faz com que ocorra uma variação da incidência de raios solares durante o ano.

Para maior compreensão desse fenômeno celeste, sugerimos a visualização da simulação: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>>.

Aplicação do conhecimento:

Para este momento sugerimos uma aula de 50 minutos, utilizados para a explicação das atividades que serão realizadas fora da sala de aula.

Para finalizar a etapa, propomos o problema: por que a Lua tem uma face oculta?⁹. Para a resolução, deve-se fazer com que os alunos analisem os movimentos de rotação e translação da Lua em torno da Terra.

Uma boa maneira de analisar estes movimentos é colocar um estudante no centro da sala, com uma bola de isopor, e solicitar para que outro aluno realize um movimento de rotação e translação ao redor do primeiro, com uma lanterna. Informando que, para isso, o estudante que estiver se movimentando deve sempre estar apontando a lanterna para a mesma

⁹ Face negra ou lado oculto da Lua é o hemisfério lunar que não pode ser vista da Terra, em decorrência da Lua estar em rotação sincronizada com a Terra.

face do isopor. Para complementar essa abordagem sugerimos o acesso ao artigo presente no seguinte endereço eletrônico¹⁰:

<<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/189>>.

IV.3 Galileu Galilei e o heliocentrismo

Este tema foi proposto com o intuito de gerar uma discussão sobre o centro do Universo, mais especificamente, sobre a Cosmologia.

No entanto, para chegar a falar de teoria do *Big Bang* foi necessário criar um elo histórico sobre o centro do Cosmo, sendo assim, focamos primeiramente nos argumentos de Galileu para defender o modelo heliocêntrico e em seguida dissertamos sobre a Cosmologia, em particular, modelos de criação do Cosmo.

Objetivo:

Identificar as causas que levaram Galileu à conclusão de que a Terra gira em torno do Sol. Discutir sobre o centro do Universo. E ainda fazer uma oficina de telescópios refratores de baixo custo.

Problematização inicial:

Sugerimos uma discussão por cerca de 50 minutos.

Na primeira aula dessa etapa, propomos começar com as perguntas relacionadas a seguir:

- Os planetas giram em torno da Terra?
- O nosso planeta Terra está em movimento ou em repouso?
- A Lua gira em torno da Terra?
- As estrelas giram em torno da Terra?
- Qual é o centro do Universo, a Terra ou o Sol? Ou seria em outro lugar?
- O Universo é finito ou infinito?
- O Universo teve origem?

Organização do conhecimento:

Sugerimos uma discussão por cerca de 100 minutos (duas aulas).

Com a intenção de desenvolver o conteúdo específico, indicado no objetivo, traçamos um passo a passo.

Primeiramente, é necessário discutir sobre as questões que levaram ao modelo geocêntrico e ao heliocêntrico. Identificar as causas que levou Galileu a conclusão de que a

¹⁰ No artigo indicado Giovannini, Pellenz e Catelli (2014, p.91, assinalamentos dos autores) trazem “a elaboração de uma resposta à pergunta “O lado escuro da Lua nunca apanha sol?” na qual são consideradas questões relacionadas às concepções iniciais dos alunos, de onde elas surgem e os elementos centrais que constituem uma “boa resposta”.

Terra gira em torno do Sol. Destacar que existem Luas que giram ao redor de Júpiter e que o planeta Vênus tem fases como a Lua.

O modelo do heliocentrismo foi primeiramente pensado pelo grego Aristarco de Samos, em que propõe o Sol no centro do Cosmo. Se pensarmos etimologicamente, é fácil destacar o significado de heliocentrismo – *Hélio*: do grego Sol e *Centrismo*: o que está no centro. Galileu Galilei foi um grande defensor desse modelo. Ele tinha alguns argumentos, como as fases do planeta Vênus e as luas do planeta Júpiter. Na Fig. 8, temos uma representação dos dois modelos.

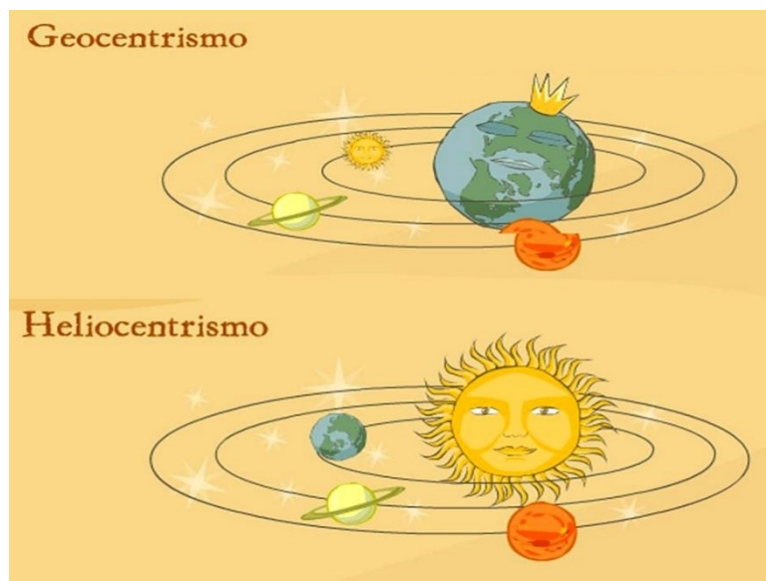


Fig. 8 – Modelo Geocêntrico e Heliocêntrico. Fonte:

<<https://meioambiente.culturamix.com/noticias/geocentrismo-e-heliocentrismo>>. Acesso: 18 fev. 2020.

Já as origens históricas das visões cosmológicas estão conectadas aos conceitos míticos, que perpassavam pelas religiões dos povos antigos, conforme indica Fernandes (2012). Por outro lado, atualmente, o avanço tecnológico evidencia a grande importância da Cosmologia, cabendo à mídia um importante papel na sua disseminação. Relembremos que a teoria *Big Bang* tornou-se tema de abertura de um famoso programa humorístico televisivo norte-americano.

Segundo Wuensche (2010), a teoria do *Big Bang* propõe que o Universo foi criado a partir de um estado inicial extremamente denso e quente, com fótons com energias inimagináveis e pares de partículas, os quais eram criados e aniquilados a cada instante, gerando assim o chamado “plasma primordial”. Deste estado, o Universo começou a expandir e a esfriar, evoluindo para a formação das estrelas, galáxias, buracos negros, planetas etc.

Na Fig. 9, temos o modelo teórico da expansão do Universo desde o *Big Bang*.

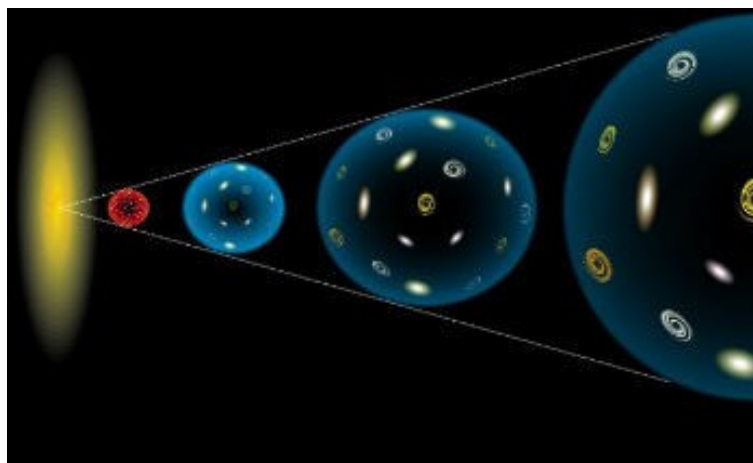


Fig. 9 – Expansão do Universo. Fonte: <<https://www.todamateria.com.br/teoria-do-big-bang/>>. Acesso: 18 fev. 2020.

Aplicação do Conhecimento:

Para finalizar a etapa, retomamos o problema, as Luas de Galileu. Para sua resolução, propomos aos alunos, a construção de um telescópio refrator de baixo custo, com base no modelo do telescópio¹¹, em Canalle (1994), Canalle (2005) e de Iachel (2009). Sugerimos ainda assistir ao vídeo do Canal Manual do Mundo, que mostra a montagem do telescópio passo a passo. Segue o link: <<https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0>>.

Nessa última etapa, foram necessárias duas aulas, sendo a primeira para a problematização e a organização do conhecimento e a outra para a aplicação do conhecimento. E ainda se fez necessário outro momento, para a observação do céu noturno. Escolha um dia que não tenha nuvens no céu. Para conhecer melhor o céu noturno, você pode baixar o aplicativo *Sky Map*, que é o simulador do céu noturno em tempo real.

V. Considerações finais – alguns apontamentos

Neste artigo, destacamos que a Astronomia e a Cosmologia podem ser instrumentos de mobilização a favor do Ensino de Ciências e sobre a Ciência. Entretanto, percebe-se certa dificuldade dos professores com relação ao conhecimento dos conteúdos pertinentes a essas áreas da Ciência, principalmente aqueles que interpelamos e, também, os envolvidos nas pesquisas que utilizamos como aparato de estudo e teórico. Além disso, temos destaques que indicam que o maior problema do ensino de Astronomia em nosso país é a deficiência na formação básica dos docentes com relação à Astronomia (LANGHI, 2004).

¹¹ Cabe informar neste momento, que a construção sugerida, é uma atividade que exige diversos conhecimentos que podem ser adquiridos nos artigos referenciados. No desenvolvimento descrito neste artigo a atividade foi realizada com os alunos, juntamente com a orientação do professor (um dos autores deste artigo). Além disso, o assunto foi explorado, posteriormente, por meio de um ‘café astronômico’, realizado alguns dias após a construção, juntamente com os alunos.

Diante desses fatos, buscou-se desenvolver atividades que sanassem as limitações apontadas pelos professores por nós pesquisados, as quais culminaram na elaboração de uma SD. Acreditamos que, por meio desse desenvolvimento aqui descrito e comentado, foi possível dar significado ao aprendizado científico da Astronomia e da Cosmologia, mediante os conteúdos selecionados, tanto para os professores em formação quanto para seus alunos, que puderam vivenciar o processo de divulgação da SD sugestionada por nós e implementada em sala de aula por seus professores.

Esperamos ainda que a SD seja usada como material de apoio por outros professores de Ciências, que não participaram do nosso movimento investigativo, mas que gostem de trabalhar com suas turmas de alunos, segundo uma perspectiva problematizadora.

Referências

AMARAL, P.; OLIVEIRA, C. E. Q. V. Astronomia nos livros didáticos de Ciências – uma análise do PNLD 2008. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 12, p. 31-55, 2011.

ANGOTTI, J. P. **Solução alternativa para a formação de professores de Ciências**: um projeto educacional desenvolvido na Guiné Bissau. 1982. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo.

AROCA, S. C.; SILVA, C. C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1402-1402, 2011.

BARRIO, J. B. M. A investigação educativa em Astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. *In*: LONGHINI, M. D. (Org.). **Educação em Astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Editora Átomo, 2010. p. 159-178.

BERNARDES, A. O. Observação do céu aliada à utilização do *software Stellarium* no ensino de Astronomia em turmas de educação de jovens e adultos (EJA). **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 10, p. 7-22, 2010.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Linguagens e Códigos e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas.

CANALLE, J. B. G. A luneta com lentes de óculos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 212-220, 1994.

CANALLE, J. B. G. Simplificando a luneta com lentes de óculos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 21-130, 2005.

CARNEIRO, M. H. da S.; SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 119-130, 2005.

COSTA, S; EUZÉBIO, G. J; DAMASIO, F. A astronomia na formação inicial de professores de ciências. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 22, p. 59-80, 2016.

COSTA JUNIOR, E.; OLIVEIRA, J. C. Conhecimentos de Astronomia de professores do terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 22, 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal**. 1982. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

FERREIRA, F. P; LEITE, C. A forma e os movimentos da terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 19, p. 123-146, 2015.

FERNANDES, G. B. C. Uma abordagem humanista para o ensino de Astronomia no nível médio. *In*: JAFELICE, L. C.; FREITAS, M. L. S. L.; FERNANDES, G. B. C.; MEDEIROS,

L. A. L. (Org.). **Astronomia, educação e cultura** – abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Rio Grande do Norte: EDUFRN, 2012. p. 89-145.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 9, p. 7-15, 2010.

GIOVANNINI, O.; PELLEZZI, D.; CATELLI, F. O lado escuro da Lua nunca apanha Sol? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 17, p. 91-106, 2014.

GLEISER, M. Por que ensinar Física? **Física na Escola**, [s.l.], v. 1, n. 1, 2000.

HAWKING, S.; MLODINOW, L. **Uma nova história do tempo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HAWKING, S.; MLODINOW, L. **O grande projeto**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2010.

IACHEL, G. A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de Astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 4, p. 4502-4508, 2009.

JUNIOR, A. J. R.; REIS, T. H.; DOS REIS GERMINARO, D. Disciplinas e professores de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física das universidades brasileiras. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 18, p. 89-101, 2014.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1991.

LAMEU, L. de P.; GARCIA, G. M. P.; STANO, R. C. M. T. Investigação temática aos três momentos pedagógicos: contribuições para um currículo crítico. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (SINECT), 3, 2012, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2012.

LAMEU, L. de P.; LANGHI, R. O sistema solar no CD: um objeto de aprendizagem de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 25, p. 71-93, 2018.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2004. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

LANGHI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 41-59, 2014.

LEITE, C. **Os Professores de Ciência e suas Formas de Pensar a Astronomia**. São Paulo: USP, 2002. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEITE, C. **Formação dos Professores de Ciência em Astronomia**: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade. 2006. Tese (Doutorado) - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. O professor de Ciências e sua forma de pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, v. 4, p. 47-68, 2007.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Programa nacional do livro didático e a Astronomia na educação fundamental. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Número Extra, p. 2152-2157, 2009.

LONGHINI, M. D.; GOMIDE, H. A. Ensino de Astronomia: concepções de professores em formação e em serviço. *In*: Simpósio Nacional em Educação em Astronomia (SNEA), 1., 2011, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Astronômica Brasileira, 2011.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1, p. 526-613, 2012.

MARENGÃO, L. S. **Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MENEZES, L. C.; ROUXINOL, E.; BROCKINGTON, G.; GURGEL, I.; PIASSI, L. P. C.; BONETTI, M. C.; OLIVEIRA, M. P. P.; SIQUEIRA, M. R. P.; SALEM, S.; HOSOUME, Y. **Caderno do professor: física, ensino médio – 1ª série**. São Paulo: SEE, 2009. v. 3.

MILONE, A. D; WUENSCHÉ, C.; RODRIGUES, C.; JABLONSKI, F.; CAPELATO, H.; VILAS-BOAS, J. W; NETO, T. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – 7177-PUD/38, Ministério da Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2003.

MINAS GERAIS, **CBC – Currículo Básico Comum**. Proposta Curricular: Ciências Naturais, Ensino Fundamental II, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 2007.

MOURÃO, R. R. F. **O Livro de Ouro do Universo**. Rio de Janeiro: Ediouro. 2005.

NETO, R. S. A formação de professores de Física para o ensino de Astronomia. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 22, 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, 2017.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio**. [s.l.], Coleção Explorando o Ensino, 2009. v.11.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. v. 780.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A Física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

PEIXOTO, P. E.; RAMOS, E. M. F.; BENETTI, B. Ensino de Astronomia e a formação de licenciandos em Pedagogia e Física. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 20, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013.

ROBERTO JUNIOR, A. J; REIS, T. H. GERMINARO, D. R. Disciplinas e Professores de Astronomia nos Cursos de Licenciatura em Física das Universidades Brasileiras. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 18, p. 89-101, 2014.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino**. Campo Grande: UFMS, 2013.

SANTOS, A. J. de J.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. de. O Projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 3, p. 1137-1174, 2012.

SANTOS, R. F.; SILVA, M. W.; HONORATO, A.; PINTO, A. E. A.; FLORCZAK, M. A.; GUEDES, H. G. Concepções e expectativas de estudantes de ensino médio sobre a inserção de tópicos de Astronomia na disciplina de Física. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 20, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2013.

SANZOVO, D. T; LABURÚ, C. E. Análise iconológica de imagens em livros paradidáticos de Astronomia. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (SNEA), 3, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Astronômica Brasileira, 2014.

SILVA, V. P. **Ensino de Astronomia na perspectiva dos três momentos pedagógicos: uma experiência com licenciandos em Ciências Biológicas**. Salinas: IFNMG, 2014.

SILVA, V. P. **Visões do céu: uma sequência didática para o ensino de Astronomia**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – área de concentração: Ensino de Física) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SILVA, V. P.; CASTRO, L. A. Os 3mp no ensino de Astronomia: uma experiência com licenciandos em Ciências Biológicas. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (SNEA), 3, 2014, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Sociedade Astronômica Brasileira, 2014.

VOELZKE, M. B.; GONZAGA, E. P. Análise dos conceitos astronômicos apresentados por professores de algumas escolas estaduais brasileiras. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (SNEA), 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Astronômica Brasileira, 2011.

WUENSCHÉ, C. A; VILLELA, T; TELLO, C; FERREIRA, I. S. Arqueologia cósmica com a radiação cósmica de fundo em microondas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, p. 647-671, 2010.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).