



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS BLUMENAU
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CLEZIO MONCHESKI

**A UTILIZAÇÃO DE TICs COMO INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO
DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Blumenau
2020

CLEZIO MONCHESKI

**A UTILIZAÇÃO DE TICs COMO INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO
DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
da Universidade Federal de Santa Catarina - *Campus*
Blumenau no Curso de Mestrado Nacional Profissional
em Física para a obtenção do título de Mestre em Ensino
de Física

Orientador: Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves

Blumenau

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moncheski, Clezio
A utilização de TICs como instrumentos pedagógicos no ensino de Astronomia na Educação de Jovens e Adultos/ Clezio Moncheski; orientador, Esley Scatena Gonçalves, 2020.

173 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Blumenau, 2020.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino em Astronomia. 3. Simulações educacionais. 4. Educação de Jovens e Adultos. I. Gonçalves, Esley Scatena. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III.Título.

Clezio Moncheski

**A utilização de TICs como instrumentos pedagógicos no ensino de Astronomia na
Educação de Jovens e Adultos**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Esley Scatena Gonçalves, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Dallagnol Alloy, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Michel Corci Batista, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ensino de Física pelo Programa
Nacional de Mestrado Profissional de Ensino de Física.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Esley Scatena Gonçalves, Dr.
Orientador

Blumenau, 2020

Este trabalho é dedicado aos meus queridos familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço os amigos e colegas da turma 2018.1 do polo 52 do MNPEF, em especial Cristina, Janice, Vinicius e Zeca, pelo companheirismo e amizade nestes anos de mestrado, que tornaram esta jornada mais suave e alegre.

À minha família pelo guarida e paciência nas horas difíceis de desânimo e cansaço, que ocorreram durante esta parte do meu percurso formativo.

Ao meu orientador Esley Scatena Gonçalves, pela paciência, comprometimento, apoio e empenho na orientação acerca do tema estudado, sem os quais não seriam possíveis a execução e a conclusão desta dissertação.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do *Campus* Blumenau, por me proporcionarem meios, métodos e ferramentas para o aprendizado, tanto dos conteúdos específicos quanto dos relativos ao ensino de Física.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo incentivo financeiro no decorrer destes dois anos.

Aos estudantes, professora Catiana e grupo gestor do Centro de Educação de Jovens e Adultos de Rio do Sul, Santa Catarina, pela contribuição e atenção durante a aplicação do produto didático.

RESUMO

O encantamento e o interesse pelos mistérios do Universo fazem parte do ser humano desde o início da formação dos povos. A curiosidade acerca dos corpos e dos eventos celestes fez o homem levantar questionamentos e buscar respostas para as causas dos fenômenos astronômicos e para a origem do Universo. A Astronomia é uma ciência de cunho multidisciplinar e está presente intensamente na vida do ser humano. No entanto, a educação em Astronomia está ausente em boa parte das escolas do Brasil ou sua abordagem é feita de maneira insuficiente e ineficaz. À vista disto, nesta dissertação apresentamos aulas e materiais para a educação em Astronomia, na qual o estudo dos objetos do conhecimento decorreu com atividades centralizadas nas simulações *Experimento de Eratóstenes*, *Simulador de estações do ano* e *Simulador Lunar*. Para a elaboração deste trabalho, as aulas foram divididas em três temáticas e estas expostas por meio do referencial teórico *os três momentos pedagógicos* de Demétrio Delizoicov e José André Angotti. Este trabalho foi realizado com 18 estudantes de uma turma de Física da Educação de Jovens e Adultos, de uma instituição escolar pública do estado de Santa Catarina. A aplicação das atividades propostas incluiu um questionário diagnóstico de concepções alternativas, um roteiro investigativo para cada uma das simulações computacionais supracitadas e um pós-teste. Nesta perspectiva, este trabalho objetiva avaliar o potencial pedagógico de uma proposta de ensino de Astronomia para a EJA, pautada nos três momentos pedagógicos e nas TICs.

Palavras-chave: Educação de Jovens e Adultos. Ensino de Astronomia. Simulações Educacionais.

ABSTRACT

The enchantment and interest in the mysteries of the Universe have been part of human beings since the beginning of civilization. The curiosity about celestial bodies events raised questions and answers about the causes of astronomical phenomena and the origin of the Universe. Astronomy is a multidisciplinary science and is intensely present in human life. However, Astronomy education is absent in most schools in Brazil or its approach is insufficient and ineffective. In view of this, in this dissertation we present classes and materials for education in Astronomy, mainly based on activities centered on the computational simulations as the *Experiment of Eratosthenes*, *Simulator of seasons* and *Lunar Simulator*. For the preparation of this work, the classes were divided into three themes and these were exposed through the theoretical framework *the three pedagogical moments* of Demétrio Delizoicov and José André Angotti. This work was carried out with 18 students from a group of physics class in Youth and Adult Education, from a public school in the state of Santa Catarina. The application of the proposed activities included a diagnostic questionnaire of alternative conceptions, an investigative script for each of the aforementioned computer simulations and a post-test. In this perspective, this work aims to evaluate the pedagogical potential of a proposal for teaching Astronomy for EJA, based on the three pedagogical moments and the TICs.

Keywords: Youth and Adult Education. Astronomy teaching. Educational Simulations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forma que Eratóstenes estimou a circunferência terrestre	24
Figura 2 - Representação da sombra projetada na vareta em Alexandria	25
Figura 3 - Representação do meio-dia no meridiano local	27
Figura 4 - Sistema de coordenadas geográficas	28
Figura 5 - Latitudes notáveis	29
Figura 6 - Ilustração da esfera celeste	30
Figura 7 - Coordenadas do sistema horizontal	31
Figura 8 - Representação de uma região onde uma estrela pode observada	32
Figura 9 - Causa das estações do ano	33
Figura 10 - Posições do Sol na eclíptica no início de cada estação	35
Figura 11 - Relação da inclinação dos raios solares com a área da superfície	36
Figura 12 - Inclinação da órbita da Lua em relação ao equador terrestre	39
Figura 13 - Fases da Lua	40
Figura 14 - Lua na fase Nova	41
Figura 15 - Lua na fase Quarto-Crescente	42
Figura 16 - Lua na fase Cheia	42
Figura 17 - Lua na fase Quarto-Minguante	43
Figura 18 - Diagrama de um eclipse lunar	44
Figura 19 - Diferentes tipos de eclipses lunares	45
Figura 20 - Eclipse solar	45
Figura 21 - Página inicial do Experimento de Eratóstenes	49
Figura 22 - Página inicial do Simulador de estações do ano	51
Figura 23 - Página inicial do Simulador Lunar em 2D	52
Figura 24 - Página inicial do Simulador Lunar em 3D	53
Figura 25 - Estudantes respondendo o roteiro baseado no Simulador de estações do ano	73
Figura 26 - Explicação das funcionalidades e ícones do Simulador Lunar	81
Figura 27 - Estudantes respondendo o roteiro baseado no Simulador Lunar	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma das etapas do produto didático

55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	ASPECTOS TEÓRICOS	17
2.1	PESQUISAS ACERCA DO ENSINO EM ASTRONOMIA	17
2.2	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	20
3	ASPECTOS TEÓRICOS	23
3.1	ERATÓSTENES E A MEDIDA DA CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA	23
3.2	MOVIMENTO APARENTE DO SOL E ESTAÇÕES DO ANO	27
3.2.1	Dia e movimento diurno do Sol	27
3.2.2	Sistema de coordenadas geográficas	28
3.2.3	Esfera celeste e sistema de coordenadas horizontais	30
3.2.4	Movimento anual aparente do Sol	32
3.2.5	Estações do ano	33
3.2.6	Insolação	35
3.3	LUNAÇÃO, FASES DA LUA E ECLIPSES	37
3.3.1	Lunação, mês sinódico e mês sideral	38
3.3.2	Fases da Lua	39
3.3.3	Eclipses	43
4	METODOLOGIA	47
4.1	OBJETIVOS	47
4.2	SOFTWARES UTILIZADOS	47
4.2.1	Experimento de Eratóstenes	59
4.2.2	Simulador de estações do ano	50
4.2.3	Simulador Lunar	52
4.3	ESTRUTURA, CRONOGRAMA E TEMÁTICA DAS AULAS	54
4.3.1	Temática 1: Surgimento e importância da Astronomia	56
4.3.2	Temática 2: O movimento aparente do Sol e as estações do ano	57
4.3.3	Temática 3: Lunação, fases da Lua e eclipses	58
5	DESENVOLVIMENTO DAS AULAS E RESULTADOS	59
5.1	ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	59
5.2	RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 1	63
5.3	RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 2	69

5.4	RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 3	79
5.5	RESULTADOS E ANÁLISE DO PÓS-TESTE	88
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS	95
	APÊNDICE A - PRODUTO DIDÁTICO	100

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, o deslumbre e o encanto pelos mistérios do Universo fazem parte da natureza do homem. Admiramos a vastidão e a beleza do Cosmos, bem como sentimos o desafio de explorá-lo e o desejo de buscar uma conexão. Ao explorarmos o espaço estamos questionando também sobre nossa própria gênese (BOCZKO, 1984).

Os fenômenos astronômicos observáveis a olho nu (o ciclo das estações do ano; a luz e o calor provenientes do Sol no período diurno; as estrelas e o luar no período noturno), assim como a necessidade de orientação em suas rotas durante as viagens, do estabelecimento de uma cronologia para os eventos para marcar a passagem do tempo foram justificativas para o homem ponderar questionamentos e buscar explicações sobre o Universo (MILONE *et al.*, 2003).

Nos primórdios, o Universo conhecido limitava-se ao Sol, à Lua e alguns planetas. Com a expansão do conhecimento humano, a evolução das ideias e das tecnologias produzidas, o espaço foi e está sendo revelado de forma admirável e surpreendente. Atualmente, as sondas espaciais esmiúçam o sistema solar, os telescópios modernos ampliam cada vez mais o horizonte observável. A Astronomia vem desvendando as estrelas, como são formadas e como evoluíram, estas tão intimamente ligadas à existência do homem (MILONE *et al.*, 2003).

Langhi e Nardi (2012) apresentam justificativas para o ensino da Astronomia. Entre elas destacam-se: é uma ciência que participa da vida do ser humano de forma intensa e inevitável; supriu outras áreas do saber com informações e inspirações; tem o papel de promover o interesse no público, bem como a admiração e a aproximação pela ciência em geral; tem um caráter multidisciplinar; seu laboratório é natural, onde todos têm acesso ao céu.

Dias e Santa Rita defendem o caráter interdisciplinar desta ciência. De acordo com estes autores

Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas [...] os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina ainda poderia atuar como integradora de conhecimentos. [...] Uma amostra prática dessa interdisciplinaridade está ligada à evolução tecnológica que o estudo da astronomia tem propiciado em diversas áreas do conhecimento (DIAS; SANTA RITA, 2008, p. 56).

Desta forma, Caniato (1974) ressalta que a Astronomia é um meio para o processo de ensino-aprendizagem. Segundo o autor, é uma ciência que oferece ao educando

[...] o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento das habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência. [...] a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca. [...] a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o

funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro. [...] grande ensejo para que o homem perceba a sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência (CANIATO, 1974, p. 39-40).

No que diz respeito ao ensino de Astronomia nos documentos oficiais podemos mencionar as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) do ano de 2002. O ensino desta ciência está presente no sexto tema estruturador denominado *Universo, Terra e vida*, sendo este subdividido em três unidades temáticas: Terra e sistema solar, Universo e sua origem e compreensão humana do Universo (BRASIL, 2002).

A primeira unidade temática abrange os fenômenos astronômicos do cotidiano; a segunda propõe o conhecimento das teorias e modelos propostos sobre a origem, evolução e constituição do Universo, bem como as grandezas de medidas astronômicas. A terceira suscita que a Astronomia seja vista como uma ciência que foi construída ao longo do tempo com a contribuição de várias culturas (BRASIL, 2002). Além disso, este documento ressalta que é

[...] indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar (BRASIL, 2002, p. 70-71).

No que se refere ao público alvo para a elaboração, aplicação do produto didático e o desenvolvimento desta dissertação, este trabalho contemplou os estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O público que frequenta esta modalidade de ensino é formado por pessoas que, na maioria das vezes, não tiveram possibilidade de estudar na idade escolar compatível. Em geral, são pessoas da classe trabalhadora que, ao longo de suas vidas, interromperam seus estudos em diferentes momentos. Também se trata de um público bastante diverso, composto de estudantes que, muitas vezes, buscam relacionar o que aprendem com situações do seu cotidiano (GADOTTI; ROMÃO, 2011).

Segundo Gadotti e Romão (2011), na EJA deve ser considerado o saber próprio dos estudantes trazido das experiências de suas relações e interações sociais do local onde estão inseridos. O contexto cultural destes alunos deve ser o elo entre o seu saber e o que a escola pode oportunizar.

Acerca disso, Freire (2011), propõe que o estudante trabalhador participe ativamente na sala de aula. Há a necessidade de considerar a experiência de vida dos educandos, que servirá de alicerce para a construção dos novos conhecimentos destes educandos. O autor afirma que

a educação deve ser fundamentada no diálogo entre professor e aluno, devendo ser libertadora para o segundo.

Freire (2008) entende o homem como um ser social, histórico e incompleto, tendo suas atividades e a si próprio como objetos de consciência. Sendo assim, deve ser promovido em sala de aula o diálogo entre os conteúdos e os estudantes, tendo a educação um papel emancipador da construção de um sujeito ético e crítico.

Baseado no que foi exposto acima, denota-se a importância do ensino da Astronomia para que os estudantes da EJA tenham uma visão crítica e consciente sobre seu lugar no Universo. No entanto, como observa Langhi e Nardi (2012) o ensino em Astronomia parece não ter sido trabalhado de forma adequada nas escolas do Brasil, de tal maneira que os conteúdos estão cada vez mais escassos na educação básica. Além disso, há carências durante a formação dos professores em relação ao ensino desta temática.

No que tange a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TICs) enquanto instrumentos pedagógicos para o ensino de conceitos científicos relacionados à Astronomia, como o que será exposto neste trabalho com o uso de softwares *Google Maps* e o *Easy Java Simulations* (EJS) quando bem utilizadas, estas ferramentas podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (MACHADO; SANTOS, 2004).

As (TICs) são um grupo de recursos tecnológicos que estão proporcionando novas formas de comunicação entre as pessoas. Destarte, estas tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano dos estudantes e, cada vez mais, estão sendo utilizadas em sala de aula (Veronez *et al.*, 2015).

Segundo Machado e Santos (2004), as TICs podem fornecer abrangentes perspectivas para o melhoramento das práticas educacionais, oferecendo novos recursos para a atuação docente e novas ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem do educando. No ensino de Física, o uso das tecnologias de informação e comunicação pode ocorrer com a utilização de um amplo aparato de recursos presentes em computadores, smartphones, entre outros. Pode-se citar as hipermídias, aplicativos, programas computacionais, simulações e/ou animações.

Nesta perspectiva, a utilização de recursos computacionais e tecnológicos, quando são bem empregados, podem contribuir no processo de aquisição de conhecimentos e de conceitos científicos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), Brasil (2000), enfatizam a relevância do uso das tecnologias de informação e comunicação, sendo que elas possibilitam o desenvolvimento do conhecimento em outros contextos sociais dos estudantes.

Deste modo, a utilização de tecnologias no ensino de Astronomia, especialmente da computação, permite, com a transposição de um fenômeno astronômico do meio natural para o computador, a aproximação do conteúdo estudado com o cotidiano dos educandos. Para Giordan (2005, p. 287) esta transposição do fenômeno pode acontecer de três formas: “a reprodução em tela do fenômeno filmado, a animação obtida pela sequência de ilustrações e a simulação por meio da combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno”.

Assim sendo, os softwares de simulação podem ser ferramentas significativas para o estudo e caracterização de fenômenos astronômicos. De acordo com Medeiros e Medeiros

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes (2002, p. 79).

Giordan (2005), aponta outro benefício a respeito da utilização de simulações:

Nas circunstâncias em que a atenção do aluno esteja mobilizada por uma aplicação simuladora do fenômeno, o controle sobre as variáveis pode ser exercido com o intuito de observar regularidades, fazer previsões, ou ainda a própria representação do fenômeno simulado pode servir de suporte para o aluno elaborar narrativas ou explicações acerca do fenômeno no meio natural (p. 289).

Nessa perspectiva nosso trabalho objetiva avaliar o potencial pedagógico de uma proposta de ensino de Astronomia para a EJA, pautada nos três momentos pedagógicos e nas TICs.

A seguir, é apresentada a estruturação da dissertação. No capítulo 2 está contida a exposição de algumas pesquisas acerca do ensino em Astronomia e o referencial teórico utilizado para o desenvolvimento das aulas do produto didático. No capítulo 3 há a exibição dos conceitos físicos relacionados à Astronomia que foram necessários para o entendimento dos objetos do conhecimento explorados nas simulações com o EJS e que auxiliaram na elaboração e aplicação dos roteiros e no desenvolvimento das aulas.

O capítulo 4 é destinado a apresentação da metodologia, onde são expostos os objetivos do trabalho, os recursos e a organização metodológica para a aplicação da sequência de aulas, as simulações computacionais com suas funcionalidades e a organização das aulas em três temáticas. No capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos, o desenrolar das aulas e a análise qualitativa da aplicação dos roteiros a partir da utilização das simulações. Finalizando com as considerações finais, onde são feitas as investigações dos objetivos e dos resultados. No apêndice encontra-se o produto didático, consequência deste trabalho.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Para nortear o desenvolvimento da dissertação e a aplicação das aulas, julgou-se necessário investigar resultados anteriormente obtidos em pesquisas na esfera do ensino em Astronomia. No que se refere ao referencial teórico utilizado para orientar a produção do material didático, optou-se pelo *os três momentos pedagógicos* (3MP).

2.1 PESQUISAS ACERCA DO ENSINO EM ASTRONOMIA

É possível observar um constante esforço de inúmeros pesquisadores da área de educação em Astronomia para a obtenção de novas possibilidades para o ensino desta ciência. Os diversos questionamentos que surgem a respeito da ciência que explora o cosmos, são sanados, muitas vezes, na mitologia e nas concepções espontâneas que prejudicam o desenvolvimento dos conceitos científicos dos estudantes. Desta maneira, são sugeridas diversas insurgências na maneira de ensinar esta ciência, desde a formação continuada dos docentes até o uso de tecnologias no ensino da Astronomia (MORAES, 2016).

De acordo com Langhi e Nardi (2012), o sensível aumento no número de trabalhos publicados sobre a educação em Astronomia nos últimos anos evidencia que o ensino desta ciência está sendo discutida em várias pesquisas brasileiras e internacionais. O ensino em Astronomia parece não ter sido trabalhado de forma adequada nas escolas do Brasil, de tal maneira que os conteúdos estão cada vez mais escassos na educação básica. Na busca de soluções para as dificuldades enfrentadas no ensino de Astronomia, foram feitas diversas pesquisas para a intervenção no ensino desta ciência no país. Nos estudos de Langhi e Nardi (2012), Bretones (2006), Sant'Anna (2017), Bretones e Compiani (2010), Bucciarelli (2011), Langhi (2011), Longhini e Matsunaga (2008), Leite (2002), entre outros, sugere-se que a inadequação do ensino em Astronomia no ensino fundamental e médio nas escolas brasileiras, relaciona-se com a escassa formação de professores e com a insuficiência dos conteúdos desta ciência nos livros didáticos.

Langhi e Nardi (2012), dissertam sobre a semelhança das concepções espontâneas presentes na seleção bibliográfica sobre investigações didáticas em Astronomia e os erros conceituais presentes em livros didáticos. Segundo os autores, na busca de conhecimento sobre conteúdos de Astronomia, os docentes utilizam o livro didático como principal fonte de pesquisa.

Em consenso com as ideias de Langhi e Nardi (2012), Leite (2002) argumenta sobre a relação do conhecimento em Astronomia dos professores e a utilização do livro didático. Segundo a autora:

Percebe-se que os conhecimentos “livrescos” apresentados por professores e alunos, estão relacionados ao livro didático. Até mesmo alguma das expressões usadas por professores estão também presentes nos livros didáticos. [...] Afirmar que os professores não conhecem a Astronomia das explicações científicas ou que eles apenas sabem repetir frases prontas dos livros didáticos, sem compreender claramente seus significados, nos dá apenas pistas sobre o que eles não sabem (LEITE, 2002, p.7).

Analisando os conteúdos de Astronomia nos livros didáticos, Bucciarelli (2001) relata que são escassos e inábeis. O autor afirma que “em geral, subestima-se a inteligência das crianças, que só pela televisão já receberam muito mais informações do que as que estão colocadas nos livros, que as apresentam de maneira errada” (BUCCIARELLI, 2001, p. 7).

Os temas de Astronomia estão há muito tempo presentes, tanto nos programas oficiais quanto nos livros didáticos, no decurso das reformas dos currículos no Brasil (BRETONES; COMPIANI, 2010). No entanto, no que tange a formação dos professores

[...] na legislação da formação de professores não existe determinação específica referente aos conteúdos de Astronomia. Os cursos superiores no Brasil oferecem pouquíssimas oportunidades para que os professores tenham formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia. São, portanto, necessárias estratégias nacionais para a implantação de cursos de formação continuada de professores (BRETONES; COMPIANI, 2010, p.174).

Deste modo, de acordo com Junior, Germinaro e Reis (2014), tem-se de um lado os cursos de Licenciatura em Física, que não possuem regulamentações que orientem a disponibilização de uma formação básica mínima em Astronomia para os licenciandos. Por outro lado, está o docente de Física do Ensino Médio, que orientado pelos documentos oficiais deve acrescentar conteúdos de Astronomia na disciplina de Física. “O governo federal orienta os professores de Física do ensino médio para que trabalhem esse conteúdo em sala de aula, mas não exigem dos cursos de formação desses professores que a Astronomia faça parte da sua dinâmica curricular” (JUNIOR; REIS; DOS REIS GERMINARO, 2014, p. 91).

À vista disto, para se trabalhar a formação continuada de professores de Ciências na temática Astronomia, é preciso conhecer o que os professores já sabem, ou seja, “que elementos compõem esse universo intuitivo, como eles se articulam, como é a visão construída através do cotidiano, intermediada pelos livros didáticos e informações veiculadas pelos meios de comunicação e divulgação científica” (LEITE, 2002, p.7). Desta forma:

[...] modelos simplistas de universo presente entre alunos e, até mesmo entre professores, revelam a pouca importância que tem sido dada à formação em

Astronomia destes professores, que terão a tarefa de ensinar tais conteúdos. Quando se verifica que isso ocorre até mesmo em futuros professores de Física, área com estreita relação com a Astronomia, o quadro se mostra ainda mais desafiador (RODRÍGUEZ; SAHELICES, 2005 apud LONGHINI, 2009, p.39).

Para uma mudança efetiva na prática docente, nos programas e currículos escolares oficiais relacionados à inserção da Astronomia na educação, Langhi (2011) sugere mudanças nacionais a partir das influências positivas e relevantes de órgãos como as associações e clubes de Astronomia, sociedades científicas, observatórios astronômicos e grupos de pesquisa na área de ensino de Astronomia.

Por isso, atividades de investigações sobre Educação em Astronomia que superem a vigência das concepções alternativas básicas, articuladas com a formação inicial e continuada de professores sob um modelo reflexivo-ativista, mediante uma ação nacional, poderão abrir um lastro de oportunidades de linhas norteadoras que visem o aprimoramento do ensino deste tema no Brasil (LANGHI, 2011, p.393-394).

Independentemente de se verificar o avanço das pesquisas no ensino de Astronomia, esta temática ainda é muito pouco estudada na EJA. No que concerne ao Ensino Médio, não se encontrou nenhum trabalho relacionado ao tema (DIAS, 2010).

Bernardes (2010, p. 21) corrobora com (DIAS, 2010) ao mencionar que “em relação ao conhecimento de Astronomia dos alunos do EJA, pode-se notar que é escasso e que projetos como este podem contribuir não só para motivar o aprendizado, como para favorecer uma aprendizagem significativa”.

No que se refere a oferta de materiais didáticos para a educação em Astronomia na modalidade de ensino EJA nível Ensino Médio, há uma grande dificuldade de encontrá-los (DIAS, 2010). “Com isso os professores não têm outra escolha a não ser utilizar o material disponível para o ensino médio regular. Esses materiais não respeitam a temporalidade, muito menos as dificuldades dos estudantes dessa modalidade” (SANT’ANNA, 2017, p.18).

A Astronomia é importante para o ensino de Física, devendo ser olhada como uma opção à EJA, pois pode oportunizar aos educandos um maior entendimento do universo em que vivem, bem como servir de motivação para o aprendizado de outros conhecimentos (DIAS, 2010).

Desta forma, o autor ressalta que:

[...] o ensino de física na EJA/médio carece de uma atenção maior no que se refere à produção de materiais didáticos de astronomia, pois a inserção desses assuntos na escola se justifica, não só pela riqueza do conteúdo científico que apresenta, mas pela sua natureza envolvente e conectiva que suscita o diálogo e a transitividade através das diversas áreas do conhecimento (DIAS, 2010, p.50).

Diante do que foi supracitado, o trabalho que será apresentado nesta dissertação visa colaborar com o ensino de Astronomia na EJA. A utilização das simulações desenvolvidas com o software EJS para a elaboração das aulas e roteiros, assim como os exemplos, os demais materiais desenvolvidos e as atividades propostas têm como objetivos: explicar os fenômenos astronômicos estudados, servindo de auxílio nas investigações das concepções espontâneas referentes ao tema; produzir e disponibilizar materiais didáticos de Astronomia para a modalidade de ensino EJA.

2.2 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Segundo Moraes (2016), os 3MP são uma prática didático-pedagógica com temáticas pré-estabelecidas para ser usada no ambiente escolar inspirada nas teorias de Paulo Freire. Desenvolvida por Demétrio Delizoicov e José André Peres Angotti durante um projeto de ensino de ciências na Guiné-Bissau.

De acordo com Ferrari (2008) os 3MP

[...] foram originalmente propostos como desdobramento da educação problematizadora aplicada à construção de um currículo de educação científica. Atualmente é utilizada na introdução de tópicos de Ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire [...] (FERRARI, 2008, p. 10).

Desta forma, utilizar os 3MP na abordagem de conceitos astronômicos na EJA deve adotar

[...] uma postura fundamentada na realidade, nos interesses e nas expectativas dos educandos, envolvidos no processo pedagógico mostra-se um caminho profícuo para o ensino na EJA [...]. Ao trazer a realidade do educando para a sala de aula e discutí-la desperta o interesse e torna o processo educativo mais prazeroso (LYRA *et al.*, 2013, p.9).

A prática dos 3MP é dividida em três momentos. Para Lyra (2013), é no primeiro momento pedagógico, denominado de *problematização inicial*, que devem ser sugeridas

[...] questões ou situações reais, chamadas de questões problematizadoras, que fazem parte do universo temático do educando são discutidas, a fim de levantar uma discussão para a identificação dos aspectos e problemas que os alunos tinham interesse em conhecer melhor, uma vez que faz parte de sua realidade (LYRA, 2013, p. 44).

Segundo Delizoicov (2008), é neste momento que os estudantes são apresentados a situações reais que conhecem e vivenciam e que estão implicadas com os temas. É nesta etapa

que o professor vai conhecendo o que os estudantes pensam quando estes são desafiados a exporem o que ponderam acerca das situações. Este momento tem a finalidade de

Propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para a discussão. [...] O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Desta forma, a problematização pode ser feita no mínimo em dois sentidos:

[...] de um lado, pode ser que o aluno já tenha noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior, na escola ou fora dela. Suas noções poderão estar ou não de acordo com as teorias e as explicações das Ciências, caracterizando o que se tem chamado de "concepções alternativas" ou "conceitos intuitivos" dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções apareçam. De outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, coloca-se para ele um problema para ser resolvido [...] (DELIZOICOV *et al.*, 2002).

No segundo momento pedagógico, chamado de *organização do conhecimento*, ocorre sob a orientação do professor, o estudo sistemático dos conhecimentos que foram selecionados no momento pedagógico anterior para a compreensão dos temas (DELIZOICOV, 2008). É nesta etapa que

As mais variadas atividades são empregadas de modo que o professor possa desenvolver a conceituação física, identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações que estão sendo problematizadas (DELIZOICOV, 2008, p. 108).

Ou seja, tem-se nesta fase o alargamento do papel que cabe ao professor. Segundo Lyra (2013, p. 45-46), por meio do diálogo o professor deve “apresentar conceitos científicos, orientar o estudo de modo que as dificuldades relativas ao tema sejam superadas e, a partir destes estudos, promover uma ruptura do aluno com o senso comum”.

Além disso, “a partir desse estudo, o educando, com o auxílio do educador, já é capaz de estabelecer relações entre seus e os novos conhecimentos, percebendo outras formas de enxergar as questões levantadas no primeiro momento” (LYRA, 2013, p. 46).

No terceiro momento pedagógico, nomeado *aplicação do conhecimento*, busca-se a generalização da conceituação que foi abordada na organização do conhecimento. Como cita Delizoicov (2008), é o momento destinado

A abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV, 2008, p. 108).

Os 3MP podem ser uma excelente estratégia para o ensino de fenômenos astronômicos “por tratar-se de uma proposta didático-pedagógica centrada no aluno, que parte de situações cotidianas dos sujeitos da educação atende aos anseios de uma educação significativa na EJA” (LYRA, 2013, p. 47).

Além disto, os 3MP podem ser um método importante e produtivo nas ações realizadas com os educandos da EJA. Sua utilização é capaz de estimular a participação dos estudantes ao longo das aulas, promovendo que estes tomem a iniciativa para se expressarem possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem de temas científicos, neste caso, fenômenos astronômicos (LYRA, 2013).

3 ASPECTOS TEÓRICOS

Neste capítulo apresentamos o modo, simples e genial, pelo qual Eratóstenes realizou a medida da circunferência da Terra há mais de 2000 mil anos. Apresentamos também, o movimento diurno aparente do Sol e sua relação com o conceito de dia; o movimento anual aparente do Sol e sua ligação com as estações do ano; a esfera celeste e os sistemas de coordenadas geográfica e horizontal. E por fim, lunação, fases da Lua e eclipses.

O estudo das temáticas acima citado foi relevante no desenvolvimento deste trabalho, pois permitiu o entendimento dos conceitos físicos abordados nas simulações com o EJS, bem como no auxílio da elaboração e aplicação dos roteiros e no desenvolvimento das aulas.

3.1 ERATÓSTENES E A MEDIDA DA CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA

Eratóstenes viveu no século III A.C., nasceu na cidade grega Cirene, atualmente Líbia e morreu em Alexandria, no Egito, cidade onde viveu. Não restringiu seus estudos a uma única área de conhecimento, foi um polímata de seu tempo no qual a multiplicidade dos conhecimentos disseminados proporcionou importantes resultados relacionados a Astronomia, Matemática e Geografia. Ocupava o gabinete de número dois na biblioteca de Alexandria, lugar primordial no desenvolvimento do estudo da circunferência terrestre. A biblioteca possuía em suas prateleiras uma grande quantidade de papiros de diversos setores das ciências. Desse modo, Eratóstenes dominava um vasto poder de compreender fenômenos de seu interesse com base em análises dentre as várias obras (VINAGRE, 2002).

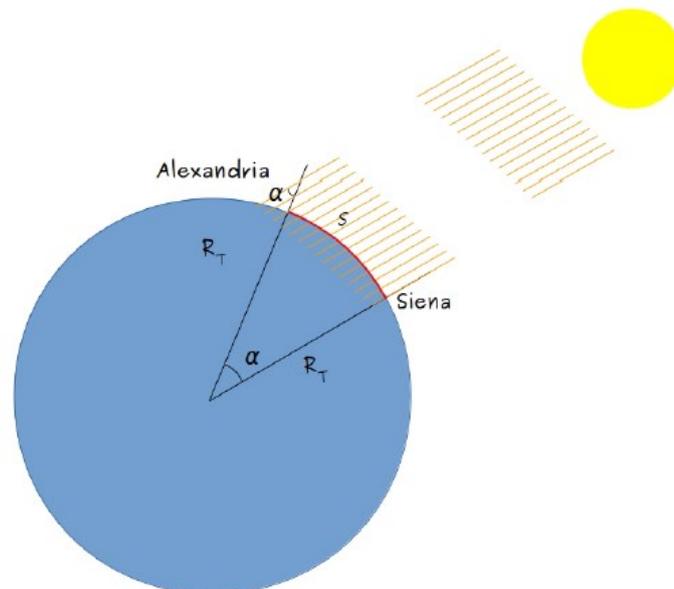
Segundo Vinagre (2002), Eratóstenes elaborou um método para mensurar as dimensões da Terra. Na sua época já era de conhecimento que a Terra era esférica, fato que pode ter feito ele imaginar o nosso planeta cortado ao meio e dividido em partes iguais. Eratóstenes precisava saber o comprimento do arco de uma dessas partes e multiplicá-lo pelo número total de partes para ter a medida da circunferência terrestre.

Eratóstenes tinha conhecimento que uma circunferência possuía 360 graus, sendo assim, se ele encontrasse o ângulo de uma dessas partes e dividisse 360 por esse ângulo, teria o número de partes iguais que compõem a circunferência da Terra. Uma dessas frações da Terra,

imaginada por ele, compreendia a borda exterior indo da cidade de Alexandria até Siena (atualmente chamada de Assuã), ambas no Egito (VINAGRE, 2002).

Eratóstenes percebeu que a incidência dos raios solares seria fundamental para solucionar o problema do ângulo entre as cidades acima citadas. A escolha da cidade de Siena decorreu em função de que no dia do solstício de verão, exatamente ao meio-dia, a luz solar incidia sobre um poço, onde o reflexo da luz do Sol podia ser visto no fundo. Os demais objetos, como as colunas dos templos não projetavam sombra alguma. Fato esse, que não era observado nos demais dias do ano. Com isso, concluiu-se que o Sol estava a pino, circunstância em que o astro está posicionado no ponto mais alto do céu, o zênite (NUSSENZVEIG, 2002).

Figura 1 - Forma que Eratóstenes estimou a circunferência terrestre.



Fonte: O autor.

Na figura 1, que está fora de escala, temos:

R_T : raio da Terra;

α : ângulo formado entre as cidades de Siena e Alexandria;

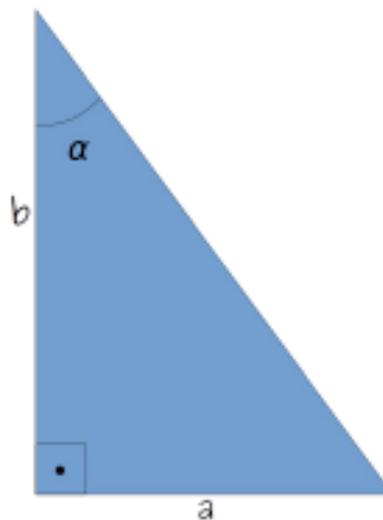
S : distância entre Siena e Alexandria.

A luz proveniente do Sol percorre uma longa distância até atingir a Terra. Sabendo que a luz solar é propagada por todas as direções e que a quantidade absorvida por nosso planeta é proporcional ao seu volume, pode-se afirmar que os raios ao chegarem na superfície terrestre são praticamente paralelos. Usando esse fato, Eratóstenes conduziu uma experimentação em Alexandria, cidade localizada ao norte e praticamente no mesmo meridiano de Siena. Ao conduzir o experimento observou que, ao colocar uma vareta vertical no solo no mesmo dia e

no mesmo horário, o relato de Siena não acontecia, ou seja, efeitos distintos em lugares diferentes sob as mesmas condições. A explicação segue pelo fato de que a Terra não é plana (SANTOS; VOELZKE; ARAÚJO, 2012).

Utilizando geometria para analisar a questão, verifica-se que estendendo ambas as varetas até o centro da Terra, temos que o ângulo formado pelos raios de Sol e a vareta cuja sombra é projetada é o mesmo ângulo formado pela união das duas varetas. Conhecendo o comprimento da sombra projetada em Alexandria pela vareta e o comprimento da vareta é possível calcular o ângulo alpha a partir do triângulo retângulo formado, conforme observado na figura 2 (DOLCE; POMPEO, 1985).

Figura 2 - Representação da sombra projetada na vareta em Alexandria.



Fonte: O autor.

Neste triângulo, a é o comprimento da sombra projetada pela vareta (cateto oposto), b é o tamanho da vareta (cateto adjacente) e α é o ângulo a ser determinado. Podemos notar que a tangente do ângulo é encontrada dividindo-se o cateto oposto pelo adjacente (DOLCE; POMPEO, 1985).

$$\tan \alpha = \frac{a}{b}. \quad (1)$$

Em seu experimento, Eratóstenes encontrou um valor aproximado $7,2^\circ$ para o ângulo entre as cidades de Alexandria e Siena, valor correspondente a quinquagésima parte da

circunferência terrestre, ou seja, seriam necessárias 50 frações iguais à medida da distância entre as duas cidades para formar a circunferência da Terra (VINAGRE, 2002).

Para mensurar a distância entre Alexandria e Siena, Eratóstenes, com a disponibilização do rei, teve a ajuda dos agrimensores treinados para caminhar com passos sempre do mesmo tamanho. Dessa forma, as distâncias lineares poderiam ser medidas com uma certa precisão (VINAGRE, 2002).

Eratóstenes descobriu que a distância entre as duas cidades era de cinco mil *stadiums*. Um stadium utilizado por ele equivalia a uma distância de 157 metros. Assim, a distância obtida foi de aproximadamente 785 km (NUSSENZVEIG, 2002).

Eratóstenes seguiu o seguinte raciocínio: se o ângulo α , medido do centro da Terra até cada uma das cidades, é de $7,2^\circ$ e a distância entre Alexandria e Siena é dada por $S = 785 \text{ km}$, então a circunferência completa da Terra, C , pode ser encontrada considerando os 360° da circunferência toda (NUSSENZVEIG, 2002).

$$\frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{C}{S} \quad (2)$$

Isolando C , define-se uma expressão para o comprimento da circunferência da Terra:

$$C = \frac{360^\circ}{\alpha} S. \quad (3)$$

Substituindo os valores obtidos por Eratóstenes em suas medições:

$$C = \frac{360^\circ}{7,2^\circ} \cdot 785 \text{ km}. \quad (4)$$

Encontrando assim, uma medida para a circunferência terrestre:

$$C = 39.250 \text{ km}. \quad (5)$$

Comparando com as medições atuais onde $C = 40075 \text{ km}$, a medida de circunferência da Terra que Eratóstenes conseguiu em sua experimentação tem um erro de aproximadamente 2% (NUSSENZVEIG, 2002).

3.2 MOVIMENTO APARENTE DO SOL E ESTAÇÕES DO ANO

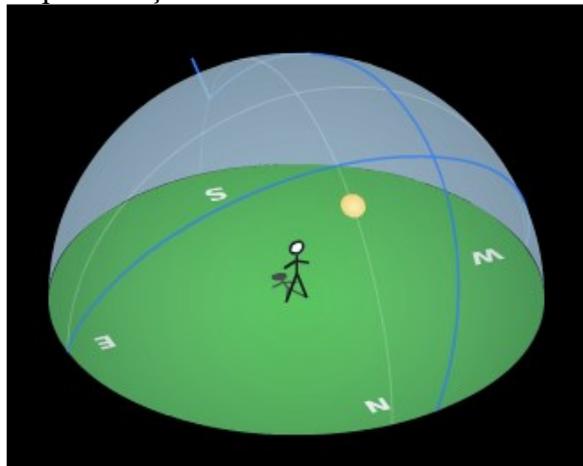
No nosso cotidiano é comum ouvirmos a expressão “o Sol nasce no Leste e se põe no Oeste”, mas não é sempre que isso ocorre. Na realidade isso só acontece em duas épocas do ano, que são chamados de Equinócios. Esta seção trata dos conceitos de movimento aparente do Sol e sua relação com as estações do ano, tempo de duração do dia e do ano.

3.2.1 Dia e movimento diurno solar

Observando o Sol durante o dia percebe-se o seu movimento no céu. Constata-se que de manhã o Sol está próximo do horizonte, e, conforme o dia vai passando, “ele se movimenta” de tal maneira que se afasta do horizonte até atingir o ponto mais alto no céu, para em seguida se aproximar do horizonte do lado oposto ao que estava de manhã. Esse movimento é chamado de *movimento diurno aparente do Sol*. O fenômeno do Sol aparecendo no horizonte pela manhã recebe o nome de *nascer do Sol* ou *aurora*. Já o fenômeno do Sol desaparecendo no horizonte no final da tarde recebe o nome de *pôr-do-sol* ou *ocaso*. Tem-se o costume de falar que que o Sol nasce no lado *leste*, *este* ou *oriente*, e que se põe no *oeste*, *poente* ou *ocidente*. Estes são os lados e não os pontos *leste* e *oeste* (BOCZKO, 1984).

Este movimento periódico do Sol permite a definição da duração de um dia Solar. Para isto, define-se o meio-dia como o momento no qual o Sol está no ponto mais alto da sua trajetória, chamado de meridiano local. Destarte, o dia solar é definido como o intervalo entre duas passagens sucessivas do Sol pelo meridiano local. Este intervalo é de 24 horas solares (MILONE *et al.*, 2003).

Figura 3 - Representação do meio-dia no meridiano local.



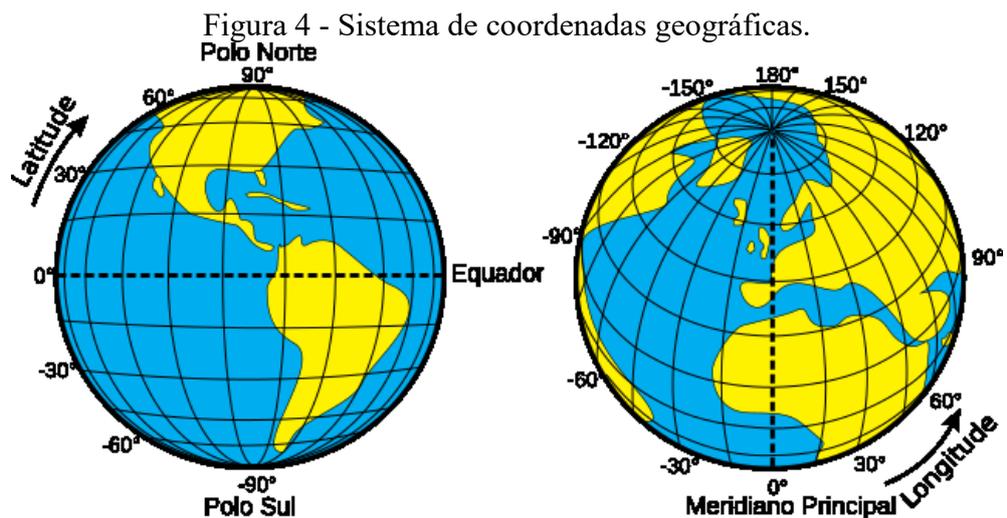
Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Sunmotion¹.

Ainda se tem um outro referencial astronômico para definir o dia. É nomeado de dia sideral e “corresponde ao intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas de uma determinada estrela pelo meridiano celeste local. Por convenção, o dia sideral é dividido em 24 horas siderais” (MILONE *et al.*, 2003, p.17).

3.2.2 Sistema de coordenadas geográficas

O fato da Terra ter um formato quase esférico faz com que espectadores em diferentes posições do planeta observem os astros em posições distintas no céu. Isto provoca efeitos diretos à cada região, governando as estações do ano, duração dos dias e noites, etc. Desta forma, quando se faz alguma observação astronômica, é importante definir o local onde ela está sendo realizada.

Antes da abordagem dos conceitos de esfera celeste e sistema horizontal de referências, é apresentada uma breve revisão sobre o sistema de coordenadas geográficas, utilizado para aferir posições sobre a superfície terrestre. Para a determinação de uma posição através das coordenadas geográficas é necessário conhecer a *latitude* e *longitude*, ambas representadas na figura 4.



Fonte: O autor.

¹ Disponível em: <<https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/sunmotions.html>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

Conforme Boczko (1984), a *longitude* (λ) é o ângulo mensurado sobre o Equador, com início no meridiano de Greenwich e fim no meridiano local. A longitude varia de 0° a 180° à leste (positivo) ou a oeste (negativo) do meridiano de Greenwich, definido como 0° de longitude. Tendo assim, a relação:

$$-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ. \quad (6)$$

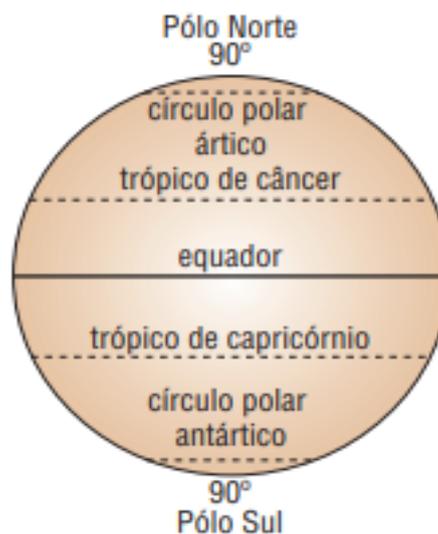
Em conformidade com Boczko (1984), a *latitude* (Φ) é o ângulo mensurado sobre um meridiano, com início no Equador e fim no paralelo local. A latitude varia de -90° (valor no polo sul) a $+90^\circ$ (valor no polo norte).

$$-90^\circ \leq \Phi \leq 90^\circ. \quad (7)$$

Segundo Carvalho e Araújo (2008), têm-se alguns paralelos mais notáveis, ver figura 5:

- Equador – latitude igual a 0° ;
- Trópico de câncer – latitude aproximadamente igual a $+23,5^\circ$;
- Trópico de capricórnio – latitude aproximadamente igual a $-23,5^\circ$;
- Círculo polar ártico – latitude aproximadamente igual a $+66,5^\circ$;
- Círculo polar antártico – latitude aproximadamente igual a $-66,5^\circ$;

Figura 5 – Latitudes notáveis.



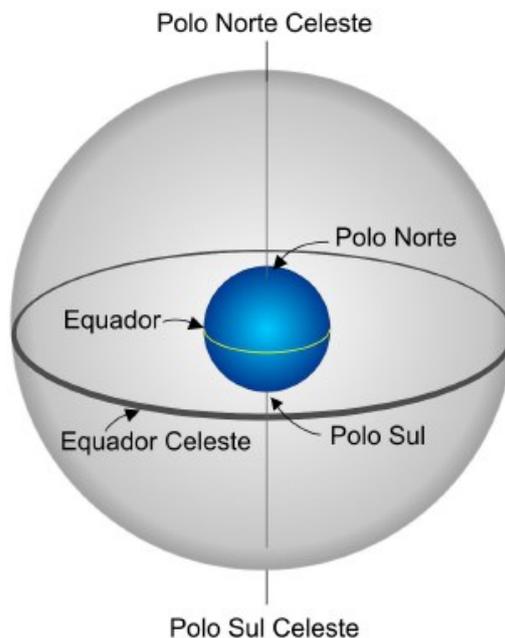
Fonte: Carvalho e Araújo (2008).

Desta maneira, com apenas dois números, da latitude e da longitude, podemos determinar um local na superfície do planeta.

3.2.3 Esfera celeste e sistema horizontal de referência

O movimento aparente das estrelas no céu é caracterizado como se todos os objetos celestes estivessem fixos à uma esfera translúcida, a qual engloba o nosso planeta, denominada de *esfera celeste*, a qual está ilustrada na figura 6. Desta forma, com o passar do tempo, se tem a impressão de que os astros mudam a sua posição no céu, nascendo no lado Leste e se pondo no lado Oeste, ou seja, a esfera celeste rotaciona. O fato de dizer que as estrelas estão presas à esfera se deve somente ao evento de que o movimento aparente das mesmas no céu acontece de tal forma que a distância angular entre elas permanece sempre a mesma (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 6 - Ilustração da esfera celeste.



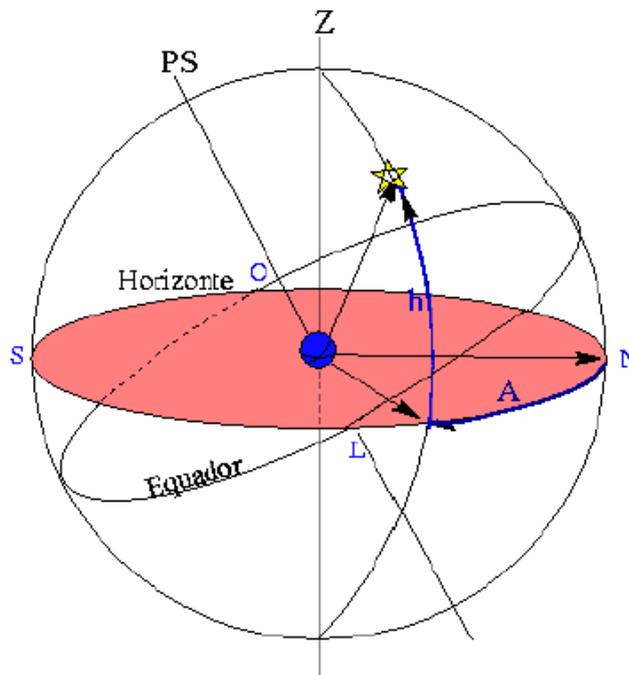
Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

De acordo com Boczko (1984), pode-se localizar um objeto na esfera celeste usando o *sistema horizontal de referências*, que faz uso do plano horizontal celeste. Para isto, é preciso especificar duas coordenadas para descrever sua posição: a *altura* e o *azimute*, observar figura 7.

Altura (h): é dada pelo ângulo formado entre o objeto celeste e o horizonte. A altura possui um valor positivo entre 0° e $+90^\circ$ quando o objeto está acima do horizonte, e valores negativos entre 0° e -90° para objetos abaixo do horizonte. O ponto igual à 90° é chamado de zênite, ponto acima do observador, onde a vertical do lugar intercepta a esfera celeste (BOCZKO, 1984).

Azimute (A): é dado pelo ângulo formado entre a direção do norte geográfico e o ponto no horizonte correspondente ao círculo vertical do astro em questão. Ele é contado no sentido de Norte para Leste, ficando entre 0° e 360° (BOCZKO, 1984).

Figura 7 - Coordenadas do sistema horizontal.



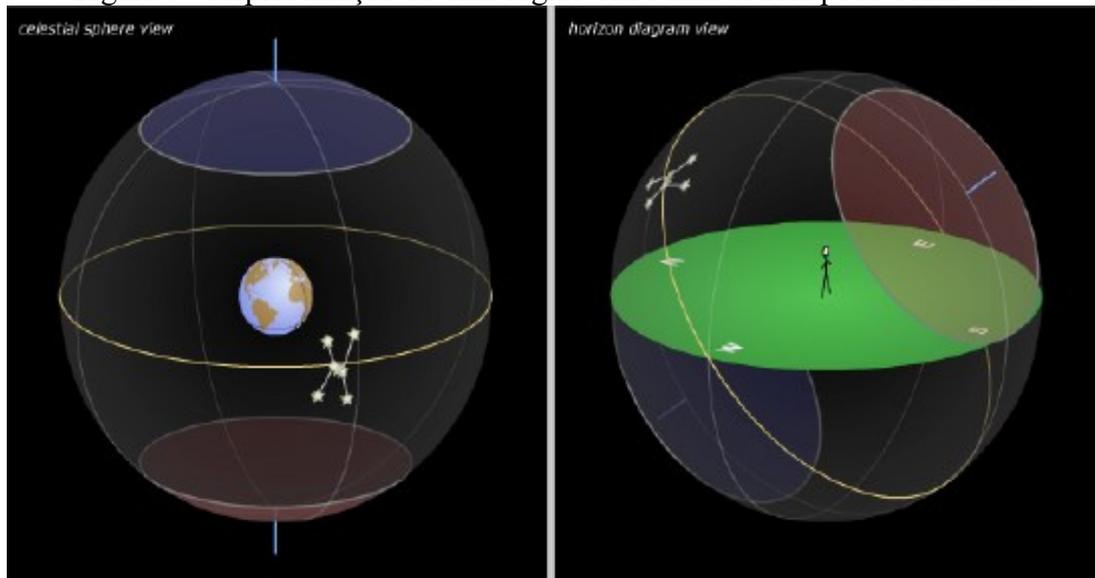
Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2004), o sistema horizontal de referências é um sistema local. Para localidades diferentes do planeta a posição aparente da estrela muda. No entanto, a posição do planeta em relação às estrelas permanece a mesma. A altura e o azimute para uma estrela são diferentes para observadores em posições distintas do globo.

Na observação das estrelas, pode-se notar que elas aparentam girar em torno de um ponto fixo no céu. Este ponto é chamado de *polo celeste*, podendo ser tanto o *polo norte celeste* quanto o *polo sul celeste*. Observadores no hemisfério sul não conseguem observar o polo norte celeste, pois este encontra-se abaixo do horizonte, enquanto observadores do hemisfério norte não conseguem observar o polo sul celeste, pelo mesmo motivo. Ainda, dependendo da posição

que estiver no planeta, pode ser que não seja possível observar determinadas estrelas, enquanto outras são sempre visíveis, independentemente da época do ano. Este movimento aparente das estrelas, na verdade, é causado pela rotação terrestre. Os polos celestes, portanto, nada mais são do que a continuação do eixo de rotação da Terra (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 8 - Representação de uma região onde uma estrela pode observada.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Celhorcomp².

Na figura 8, tem-se a representação do céu, na qual as estrelas estão fixas na esfera celeste, a Terra está no seu centro, e o Sol percorre a esfera celeste ao longo do ano. A região marcada em azul é a área da esfera celeste que nunca é observada por alguém naquela localidade. O espaço marcado de vermelho é chamado de região circumpolar, cujas estrelas são visíveis o ano todo.

3.2.4 Movimento anual aparente do Sol

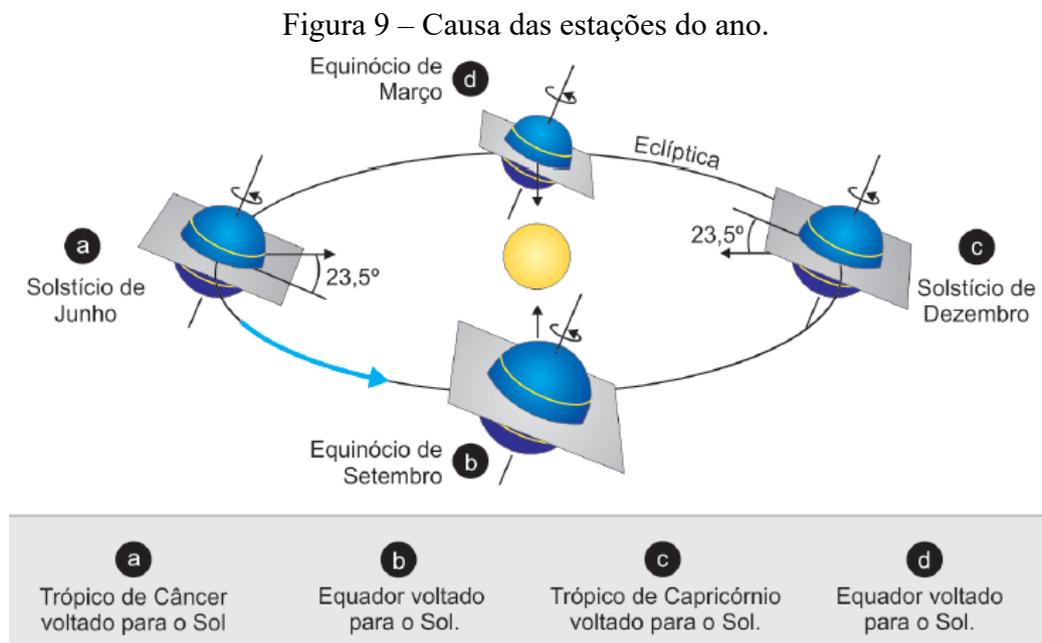
O ser humano observando metodicamente o deslocamento do Sol com o passar dos dias, percebeu dois fatos: a aurora e o ocaso não acontecem diariamente nos mesmos pontos do círculo do horizonte e o período desse deslocamento solar é variável no decorrer dos dias. O homem notou também que este acontecimento ocorre de forma periódica, cujo ciclo é denominado de ano solar, contendo 365,24224 dias de duração (MILONE *et al.*, 2003).

² Disponível em: <<https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/celhorcomp.html>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

Segundo Milone *et al.* (2003), o movimento lento do Sol na abóbada celeste foi observado pelos primeiros astrônomos. Eles verificaram que, gradativamente, as constelações situadas à oriente do Sol deixavam de serem visualizadas e que as constelações à ocidente do Sol passavam a ser vistas. Na época, as estrelas da esfera celeste eram consideradas imóveis, levando a conclusão de que era o Sol que se movia. Este movimento de aproximadamente 1° diário foi denominado *movimento anual aparente do Sol*.

3.2.5 Estações do ano

Devido ao movimento de revolução da Terra em torno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada *Eclíptica*. A Eclíptica é um círculo máximo que tem uma inclinação de $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste, conforme representado na figura 9. É esta inclinação do eixo de rotação da Terra com relação ao eixo perpendicular à sua órbita a causadora das estações do ano (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).



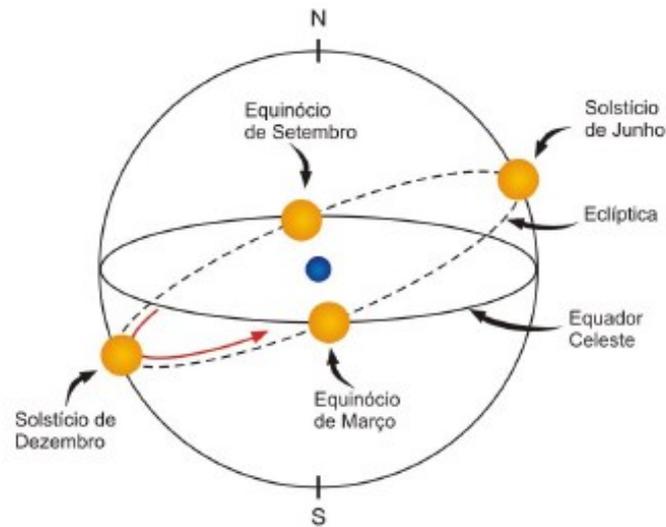
Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

De acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2014), o Sol ocupa quatro posições mais representativas na eclíptica durante o ano (ver figura 10). Essas localizações marcam o início

das estações do ano, que é definido por dois fenômenos astronômicos: os *solstícios* e os *equinócios*.

- **Equinócio de março:** ocorre aproximadamente no dia 21 de março. Neste dia, o Sol atravessa o equador celeste, indo do hemisfério sul para o hemisfério norte. Quando o Sol e a Terra encontram-se nesta posição, o dia claro e a noite duram 12 horas em todo o planeta e nos polos ocorre 24 horas de crepúsculo. Nesta data, os raios solares incidem e iluminam igualmente o hemisfério norte e o hemisfério sul, caracterizando o que chamamos de *equinócio*. Neste caso, *equinócio de outono* para o hemisfério sul e *equinócio de primavera* para o hemisfério norte (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).
- **Solstício de junho:** ocorre aproximadamente no dia 21 de junho. Neste dia, o Sol está na máxima declinação norte e está incidindo diretamente na região do trópico de Câncer. Ou seja, quando visto da Terra, ele se encontra o mais distante possível do equador celeste, $23,5^\circ$ para o norte. Nesta data, tem-se o dia claro mais longo no hemisfério norte, o dia claro mais curto no hemisfério sul, 24 horas de noite no polo sul (o Sol abaixo da linha do horizonte) e 24 horas de dia no polo norte (o Sol acima da linha do horizonte). Portanto, neste dia, tem-se o *solstício de inverno* no hemisfério sul e o *solstício de verão* no hemisfério norte (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).
- **Equinócio de setembro:** ocorre aproximadamente no dia 22 de setembro. Neste dia, o Sol atravessa o equador celeste, indo do hemisfério norte para o hemisfério sul. Analogamente ao equinócio de março, quando o Sol e a Terra encontram-se nesta posição, o dia claro e a noite duram 12 horas em todo o planeta e nos polos ocorre 24 horas de crepúsculo. Neste caso, tem-se o *equinócio de outono* para o hemisfério norte e *equinócio de primavera* para o hemisfério sul (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).
- **Solstício de dezembro:** ocorre aproximadamente no dia 21 de dezembro. Neste dia, o Sol está na máxima declinação sul e está incidindo diretamente na região do trópico de Capricórnio. Ou seja, quando visto da Terra, ele se encontra o mais distante possível do equador celeste, $23,5^\circ$ para o sul. Nesta data, tem-se o dia claro mais longo no hemisfério sul, o dia claro mais curto no hemisfério norte, 24 horas de noite no polo sul e 24 horas de dia no polo norte. Portanto, se tem neste dia, o *solstício de inverno* no hemisfério norte e o *solstício de verão* no hemisfério sul (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 10 – Posições do Sol na eclíptica no início de cada estação.



Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

As estações do ano sofrem alterações nas diferentes latitudes da Terra. Em latitudes próximas ao equador terrestre, a altura do Sol não muda muito ao longo do ano, e conseqüentemente, não existe muita diferença entre inverno, verão, primavera e outono. Nessa região, na maioria dos dias do ano, o Sol permanece praticamente 12 horas abaixo do horizonte e 12 horas acima do horizonte (OLIVEIRA; SARAIVA, 2004).

Segundo Boczko (1984), à medida que ocorre o afastamento do Equador, as estações ficam mais acentuadas. A diferenciação entre elas torna-se máxima nos dois polos da Terra. No polo sul tem-se a noite polar, que são os 6 meses sem a presença do Sol (da data do equinócio do outono até a data do equinócio da primavera) quando o astro está abaixo da linha do horizonte. Nos outros 6 meses tem-se o dia polar, quando o Sol está acima da linha do horizonte. Dessa forma, conclui-se que o Sol nasce e se põe apenas uma vez por ano. No polo norte temos o mesmo fenômeno com os períodos do dia e noite polar invertidos se comparados aos do Polo Sul.

3.2.6 Insolação

Para Oliveira Filho e Saraiva (2014), é possível conhecer a insolação de um determinado lugar na Terra. Para isto, é necessário saber a quantidade de energia por unidade de área e por unidade de tempo que chega em um determinado local da superfície terrestre. A dedução a seguir é baseada no livro destes autores.

Define-se insolação solar (I) como a quantidade de energia solar incidente no zênite (E_Z) que atinge uma unidade de área (A) da Terra, tem-se:

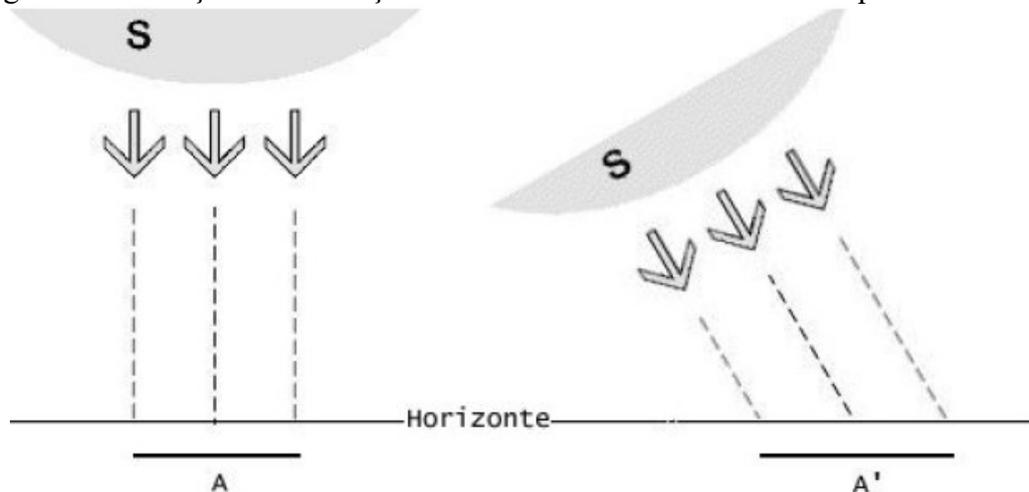
$$I = \frac{E_Z}{A}. \quad (8)$$

Levando em consideração que, quando o Sol está a uma altura β em relação ao horizonte, a mesma energia é espalhada por uma área A' , definida por:

$$A' = \frac{A}{\sin \beta}. \quad (9)$$

Uma variação na insolação é causada pela alteração da altura máxima do Sol em um lugar, que ocasiona uma variação da área iluminada na superfície terrestre. Na figura 11, temos que quando a inclinação dos raios solares incidentes é aumentada, a área da superfície iluminada por eles é ampliada, diminuindo a insolação (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 11 – Relação da inclinação dos raios solares com a área da superfície.



Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Considerando E_Z constante, a insolação no verão (I_V) é a quantidade de energia solar incidente no zênite (E_Z) que atinge uma unidade de área no verão (A_V).

$$I_V = \frac{E_Z}{A_V}. \quad (10)$$

A insolação no inverno (I_I) é a quantidade de energia solar incidente no zênite (E_Z) que atinge uma unidade de área no inverno (A_I).

$$I_I = \frac{E_Z}{A_I}. \quad (11)$$

Para obter uma expressão para saber quanto maior será a insolação no verão do que no inverno em um determinado local, basta dividir I_V por I_I :

$$\frac{I_V}{I_I} = \frac{\frac{E_Z}{A_V}}{\frac{E_Z}{A_I}} = \frac{\sin \beta_V}{\sin \beta_I}. \quad (12)$$

Onde utiliza-se $A_V = \frac{A}{\beta_V}$ e $A_I = \frac{A}{\beta_I}$, obtendo:

$$\frac{I_V}{I_I} = \frac{\sin \beta_V}{\sin \beta_I}. \quad (13)$$

Em uma cidade, por exemplo, que esteja sobre o trópico de Capricórnio, onde a latitude é $23,5^\circ$, a altura máxima do Sol no solstício de verão $\beta_V = 90^\circ$ já que o Sol está no Zênite ao meio-dia ($23,5^\circ - 23,5^\circ$ de declinação). No solstício de inverno, ao meio-dia, a altura máxima do Sol é $\beta_I = 43^\circ$ já que o Sol está a ($23,5^\circ + 23,5^\circ$ de declinação) 47° do Zênite (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

$$\frac{I_V}{I_I} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin 43^\circ} = \frac{1}{0,68} = 1,47. \quad (14)$$

Nesta cidade, a insolação é 47% maior no verão do que no inverno. Desse modo, conclui-se que quanto maior for a latitude do local, maior será a insolação no verão se comparada com a insolação do inverno.

3.3 LUNAÇÃO, FASES DA LUA E ECLIPSES

Desde as primeiras observações astronômicas foi notado que tanto o Sol quanto a Lua apresentavam características muito distintas dos outros astros, seja pelo seu tamanho aparente no céu, luminosidade ou trajetórias. Mais do que isso, essa combinação de fatores se tornava ainda mais intrigante quando culminava em um eclipse, solar ou lunar. Nesta seção, será abordada a geometria do sistema Sol–Terra–Lua, as diferentes fases da Lua e a formação dos eclipses.

3.3.1 Lunação, mês sinódico e mês sideral

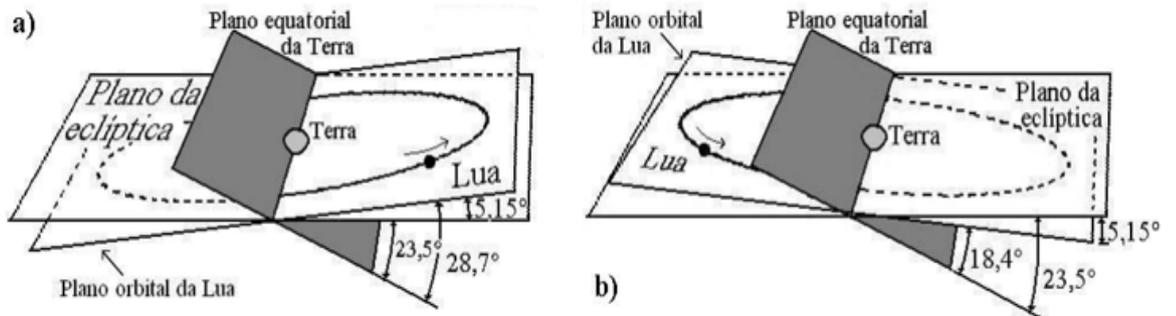
Os antigos seres humanos verificaram que o formato da Lua nem sempre era o mesmo. Periodicamente, ela passava por vários estágios, indo desde uma Lua circular completamente brilhante até um simples filete circunferencial levemente iluminado, passando por todas as fases intermediárias nesse período. O fenômeno na ordem inversa também era observado, de um filete até a Lua circular brilhante, para depois recomeçar o ciclo (BOCZKO, 1984).

A observação sistemática da Lua, a partir do referencial terrestre, permitiu que os antigos astrônomos verificassem que um ciclo completo de suas fases, chamado de *lunação*, ocorria em um intervalo de tempo de aproximadamente 29 ou 30 dias. Atualmente, sabe-se que esse intervalo de tempo é de 29,530589 dias terrestres, período denominado *mês sinódico*, que determina o intervalo de tempo médio entre duas fases iguais consecutivas da Lua (BOCZKO, 1984).

No entanto, como a Terra está girando em torno do Sol, o tempo que a Lua demora para completar uma volta em torno da Terra é menor do que o tempo que ela leva para voltar a uma mesma fase. O tempo que a Lua demora para completar uma volta em torno da Terra com relação às estrelas distantes é de aproximadamente 27,3 dias, chamado de *mês sideral*. Este período de tempo originou os nossos meses e semanas atuais, o período de cerca de 29 dias é praticamente um mês e o intervalo entre as fases da Lua é cerca de uma semana (MILONE *et al.*, 2003).

Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2014), a órbita da Lua é elíptica, existindo momentos no qual ela está mais próxima da Terra (perigeu) e, conseqüentemente, momentos no qual está mais distante (apogeu). A distância média da Terra à Lua é cerca de 384 400 *km*, enquanto no perigeu ela encontra-se a 356 800 *km* e, no apogeu, 406 400 *km*. a Lua tem um plano orbital com inclinação de 5,15° em relação à eclíptica. Assim, a sua órbita tem uma inclinação variando de 18,4° à 28,7° em relação ao equador terrestre (ver figura 12).

Figura 12 – Representação da inclinação da órbita da Lua em relação ao equador terrestre

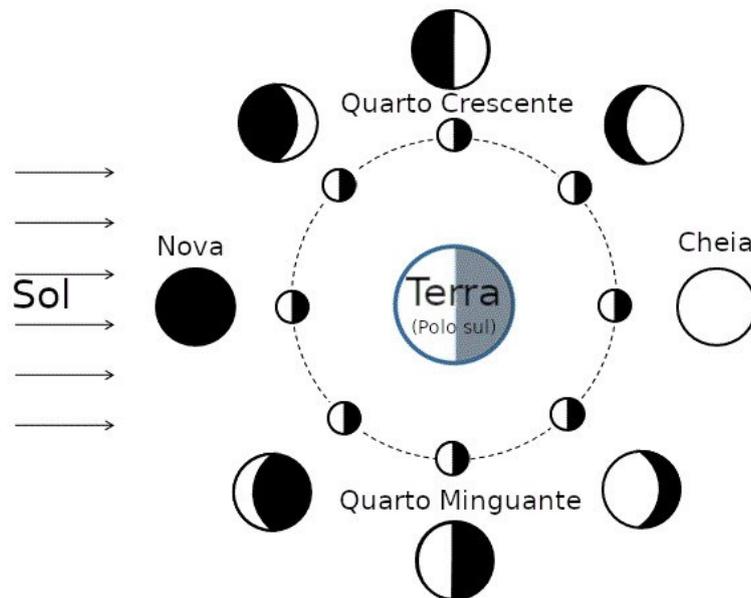


Fonte: Saraiva *et al.* (2007).

A Lua se move diariamente, em relação as estrelas, cerca de 13° de oeste para leste. Visto que o Sol se move por volta de 1° por dia de oeste para leste e que o movimento de ambos os astros é realizado no mesmo sentido, temos que a Lua se move 12° por dia de oeste para leste em relação ao Sol. Consequentemente, a Lua cruza o meridiano local 50 minutos mais tarde que no dia precedente (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

3.3.2 Fases da lua

A Lua, além de realizar o movimento orbital ao redor da Terra, possui um movimento rotacional em torno do próprio eixo. O movimento de rotação da Lua ocorre no mesmo sentido do seu movimento orbital, no sentido anti-horário quando visto pelo polo norte. Devido a sincronização dos movimentos orbital e rotacional da Lua, ela tem sempre a mesma parte voltada para a Terra. Desse modo, um dia na Lua dura cerca de 27 dias solares da Terra (MILONE *et al.*, 2003).

Figura 13 – Fases da Lua³.

Fonte: Saraiva et al. (2007).

Na figura 13, as imagens exteriores à elipse simbolizam as aparências da Lua correspondentes às suas principais fases, do enfoque de um observador no hemisfério sul terrestre. Está caracterizada ao longo da elipse, a separação entre a parte escura e a parte iluminada da Lua em diferentes posições de sua órbita, vista por um observador externo olhando para o polo sul da Terra (SARAIVA *et al.*, 2007).

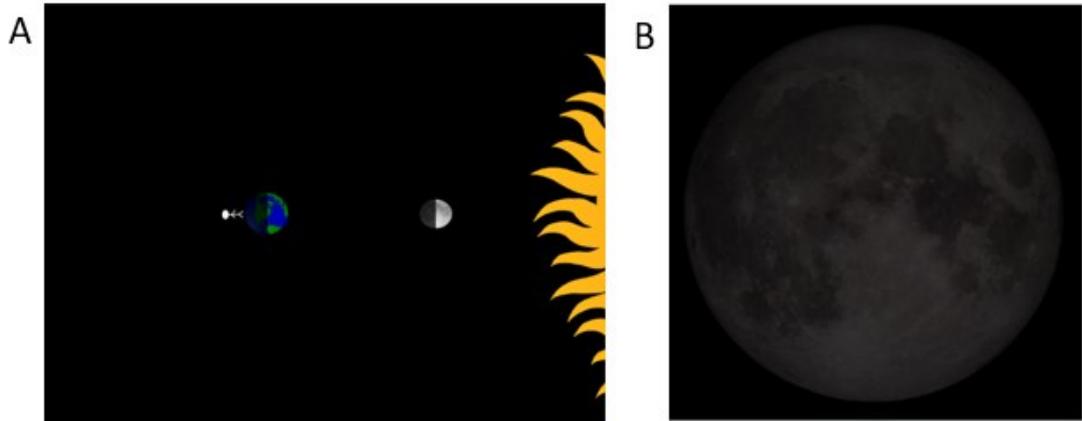
A face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol. A fase da Lua representa o quanto dessa face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra. Conforme a Lua orbita em torno da Terra, concluindo seu ciclo de fases, que dura aproximadamente 29,5 dias, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra. No decorrer de metade do ciclo a fração iluminada da Lua aumenta e no decorrer da outra metade diminui. Apesar da porção que vemos iluminada da Lua variar diariamente, apenas as quatro fases mais características do ciclo recebem nome: Lua Nova, Lua Quarto-Crescente, Lua Cheia e Lua Quarto-Minguante. A fase da Lua pode ser determinada em termos da fração iluminada da face visível e do número de dias decorridos desde a Lua Nova (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Lua Nova: A Lua nasce por volta de 6 horas e se põe por volta de 18 horas. Nessa fase, a face visível da Lua não recebe luz do Sol, pois os dois astros estão na mesma direção, ou seja, a Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol. No decurso dos dias, a Lua vai ficando cada vez mais a leste do Sol e, portanto, a face visível vai ficando

³ Modificada pelo autor de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_Phase_Diagram.GIF.

gradativamente mais iluminada a partir da extremidade que aponta para o oeste, até que em torno de uma semana depois temos a fase Quarto-Crescente, com metade da face visível iluminada (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 14 - Lua na fase Nova.

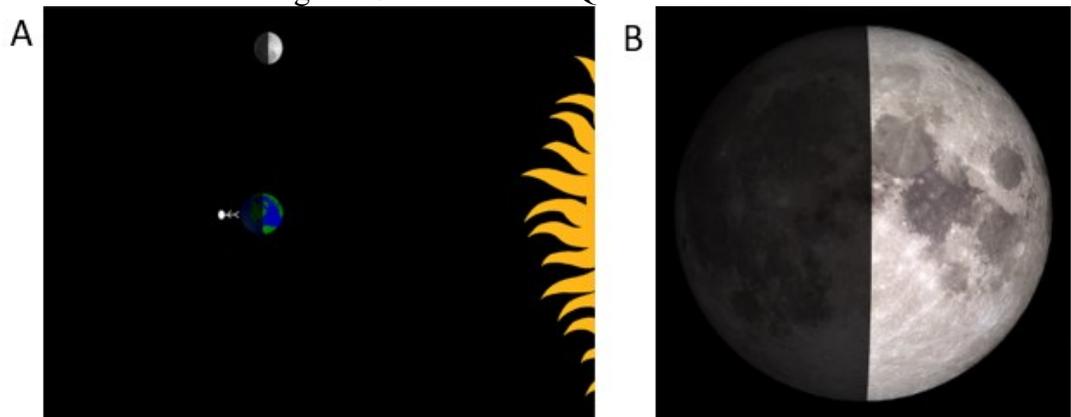


Fonte: Feita pelo autor baseada na simulação Simulador Lunar.

A figura 14, em (A), ilustra que nesta fase, a parte iluminada da Lua não está visível para um observador na Terra. A Lua Nova está no ponto mais alto da sua trajetória ao meio-dia. Em (B), A Lua Nova não é visível, onde a figura é uma representação, mostrando a Lua “apagada”.

Lua Quarto-Crescente: A Lua nasce por volta do meio-dia e se põe por volta da meia-noite. Nessa fase, a Lua tem a forma de um semicírculo com a parte convexa voltada para o oeste. Lua e Sol, observados da Terra, estão separados em aproximadamente 90° . No decorrer dos dias, a Lua continua ficando mais a leste do Sol e a face visível da Lua vai ficando gradativamente mais iluminada a partir da extremidade oeste, até que em torno de uma semana depois temos a fase Cheia (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 15 - Lua na fase Quarto-Crescente.

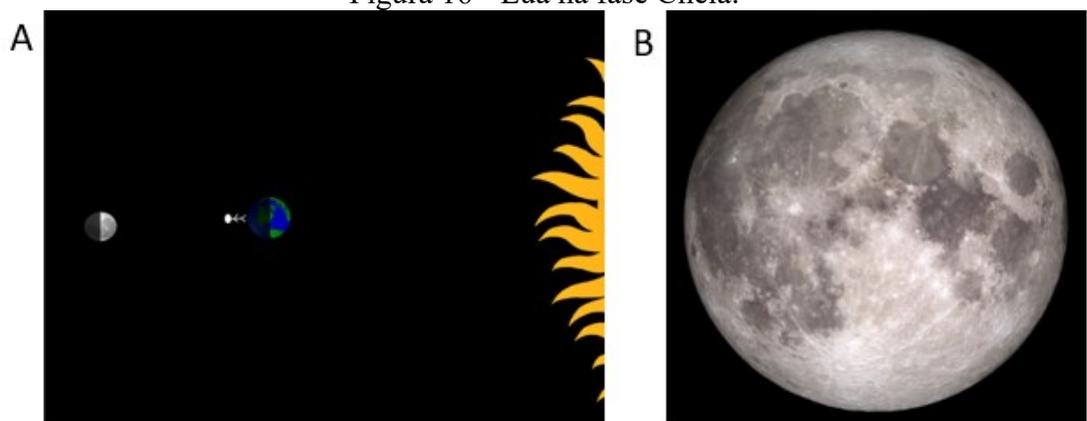


Fonte: Feita pelo autor baseada na simulação Simulador Lunar.

Na figura 15, em (A) temos a representação da Lua Quarto-Crescente para um observador situado em uma latitude de $+90^\circ$, com a Lua no ponto mais alto da sua trajetória às 18 horas. Em (B), a ilustração da Lua no Quarto-Crescente, pois somente um quarto da Lua é visível da Terra.

Lua Cheia: A Lua nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas do dia seguinte. Nesta fase, toda a face visível está iluminada. Observados da Terra, Lua e Sol, estão em direções opostas, separados em 12 horas ou 180° . No decurso dos dias, a Lua vai ficando cada vez mais a oeste do Sol, que a ilumina pelo lado leste, até que em torno de uma semana depois temos a fase Quarto-Minguante (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Figura 16 - Lua na fase Cheia.



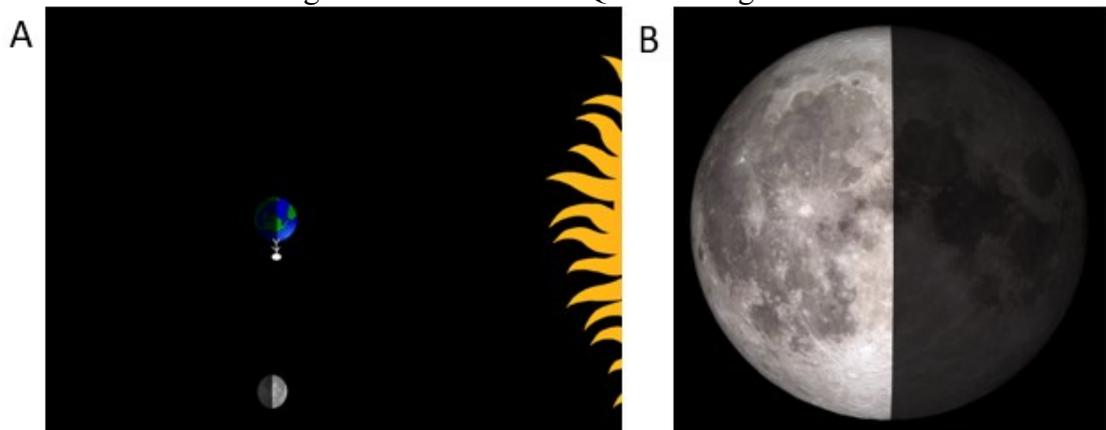
Fonte: Feita pelo autor baseada na simulação Simulador Lunar.

Na figura 16, em (A), temos a representação da Lua Cheia para um observador situado em uma latitude de $+90^\circ$, com a Lua no ponto mais alto da sua trajetória à meia-noite. Em (B),

notamos que podemos ver metade da Lua iluminada pelo Sol, ou ainda, podemos dizer que vemos toda a parte visível da mesma.

Lua Quarto-Minguante: A Lua nasce por volta da meia-noite e se põe por volta do meio-dia. Observados da Terra, Lua e Sol estão separados em aproximadamente 90° , com a Lua a oeste do Sol. Nessa fase, a Lua tem a forma de um semicírculo com a convexidade apontando para o leste. Nos dias seguintes, a Lua continua a diminuir sua face iluminada, atingindo o dia 0 do novo ciclo depois de uma semana (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

Figura 17 - Lua na fase Quarto-Minguante.



Fonte: Feita pelo autor baseada na simulação Simulador Lunar.

Na figura 17, em (A) temos a representação da Lua Quarto-Minguante para um observador situado em uma latitude de $+90^\circ$, com a Lua no ponto mais alto da sua trajetória às 6 horas. Em (B), a ilustração da Lua no Quarto-Minguante, pois somente um quarto da Lua é visível da Terra.

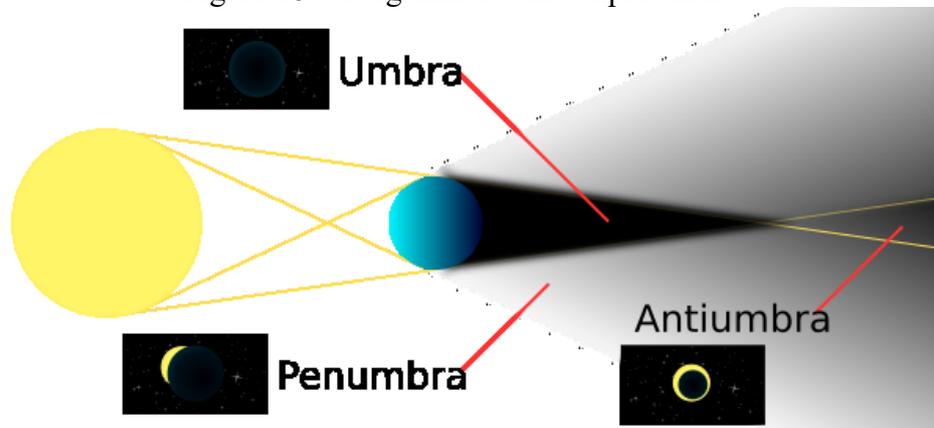
3.3.3 Eclipses

Os eclipses acontecem quando se tem um alinhamento Sol-Lua-Terra, que neste caso é chamado de eclipse solar e ocorre durante uma Lua Nova. Ou então, quando se tem um alinhamento Sol-Terra-Lua, que neste caso é denominado de eclipse lunar e ocorre durante uma Lua Cheia. Os eclipses não ocorrem em toda Lua Nova ou toda Lua Cheia porque o plano da órbita da Lua em torno da Terra não é o mesmo do plano da órbita da Terra em torno do Sol. Na verdade, o ângulo entre os planos das órbitas é de cerca de $5,14^\circ$ (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

Os dois pontos onde a órbita da Lua cruza o plano da órbita da Terra são chamados de nodos: ascendente, quando a Lua passa do sul da órbita da Terra para o norte, e descendente quando vai do norte para o sul. Estes pontos não são fixos, realizam um movimento (ou seja, a órbita da Lua gira em torno da Terra) com um período muito bem definido, cerca de 27,2 dias, chamado de *mês draconiano* (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Existem diferenças importantes entre os eclipses solares e eclipses lunares. Conforme visto, o *eclipse lunar* ocorrerá quando a Lua, em sua fase cheia, cruza o plano da órbita da Terra, entrando em sua sombra (MILONE *et al.* 2003).

Figura 18 – Diagrama de um eclipse lunar.



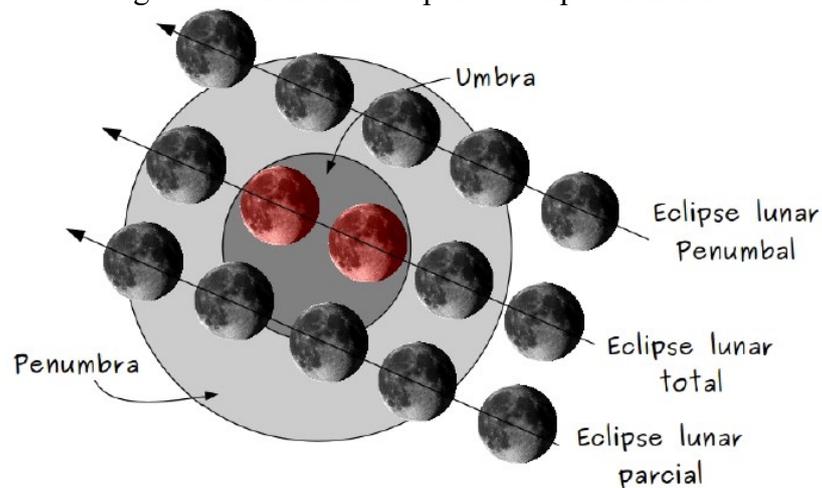
Fonte: O autor⁴.

Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2014), há duas regiões de sombra distintas na geometria de um eclipse lunar: a *umbra* e a *penumbra* (observar figura 18). A umbra é a região de sombra total, dentro da qual a Lua não receberia nenhuma luz solar, já que a passagem desta seria obstruída pela Terra. Já na penumbra, ela ainda seria iluminada por parte da luz solar.

Do ponto de vista da Terra, a trajetória da Lua pelas regiões de sombra pode ser esquematizada de acordo com a figura 19.

⁴ Modificada pelo autor de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_eclipse_3.svg.

Figura 19 – Diferentes tipos de eclipses lunares.



Fonte: O autor.

De acordo com Milone *et al.* (2003) com base nas regiões da umbra e da penumbra, podemos classificar três tipos diferentes de eclipse lunar:

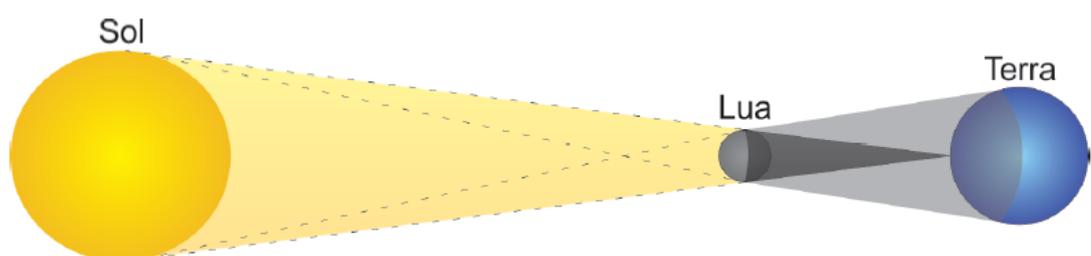
Eclipse Lunar Penumbra: nesta situação, a Lua passa somente pela penumbra da Terra, de modo que a variação na luminosidade da mesma é quase imperceptível;

Eclipse Lunar Parcial: nesta situação, parte da Lua passa pela penumbra e parte passa pela umbra, de modo que somente parte da Lua fica completamente escura;

Eclipse Lunar Total: nesta situação a Lua passa por inteiro pela umbra. Note que a Lua não chega a ficar inteiramente escura, adquirindo uma coloração avermelhada. Isso se deve pelo fato de alguns raios solares serem desviados pela atmosfera terrestre. Da mesma forma que o pôr-do-Sol faz com que o céu fique avermelhado, a Lua num eclipse total “enxerga” algo parecido: somente raios de luz vermelhos chegam até ela.

Os *eclipses solares* ocorrem quando a Lua fica entre a Terra e o Sol, de forma que a sombra da Lua atinge a Terra (ver figura 21). Ou seja, acontece quando uma Lua Nova cruza o plano da órbita da Terra em torno do Sol (MILONE *et al.*, 2003).

Figura 21 – Eclipse solar.



Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Devido ao fato dos tamanhos angulares do Sol e da Lua serem muito próximos, esta coincidência permite que eventualmente haja um *eclipse total* do Sol, de modo que a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra, obstruindo a luz solar por completo. Se isso não acontecer, ocorre um *eclipse solar parcial*. Em outras vezes, quando a Lua nova ocorre próxima a um apogeu lunar, seu tamanho angular aparente é ligeiramente menor que àquele do Sol, dando origem a um *eclipse anular* (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

4 METODOLOGIA

Este capítulo é designado para a apresentação da metodologia utilizada, onde são expostos os objetivos, os recursos e a organização metodológica para a concepção e aplicação da sequência de aulas centradas na utilização das simulações computacionais confeccionadas a partir do EJS e do *Google Maps*. Além disso, serão explicadas as funcionalidades dos simuladores utilizados e esmiuçadas as formas que ocorreram a disposição das aulas, o cronograma e as temáticas escolhidas para as respectivas aulas aplicadas.

4.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são expostos a seguir:

- Investigar a utilização de TICs e dos 3MP, enquanto meios para a educação em Astronomia;
- Produzir e disponibilizar materiais didáticos de objetos do conhecimento relacionados à Astronomia para a modalidade de ensino EJA;
- Proporcionar aos estudantes o entendimento de que a Astronomia é uma ciência inacabada, que nasceu e cresceu progressivamente para atender as necessidades religiosas, econômicas e sociais do ser humano, estando assim, em um processo contínuo de construção ao longo da civilização;
- Promover aos educandos o aprendizado e o entendimento de fenômenos astronômicos presentes no seu cotidiano, como o movimento aparente do Sol, as estações do ano, fases da Lua e eclipses.

4.2 SOFTWARES UTILIZADOS

Para o desenvolvimento e aplicação da sequência de aulas e dos roteiros do produto didático foram utilizados dois softwares computacionais: *Google Maps* e o *Easy Java Simulations* (EJS).

O *Google Maps* é um produto desenvolvido pela *Google*. Apresenta recursos básicos, que vão desde encontrar endereços específicos, verificar trajetos e distâncias entre dois ou mais pontos até a visão de satélite. Para a utilização deste software basta digitar *maps.google.com* no navegador do seu computador. Há o aplicativo do *Google Maps* disponível para smartphones. No uso deste recurso, o usuário será levado à tela inicial do serviço, a sua localização será

identificada e a “página inicial” do *Google Maps* partirá do local de onde ele é acessado (CIRIACO, 2018).

O *Google Maps* foi utilizado pelos estudantes para a medida de distâncias entre cidades para o cálculo da circunferência da Terra, auxiliando também na percepção dos conceitos de latitude e longitude, bem como o posicionamento das cidades no globo terrestre.

O EJS é um *software* livre concebido por Francisco Esquembre, da Universidade de Murcia, Espanha, com o intuito de ser uma ferramenta para a criação de simulações computacionais discretas. A sua finalidade, que pode ser pedagógica ou científica, é reproduzir um fenômeno natural por meio de diferentes circunstâncias que ele possa assumir (GONÇALVES, 2011).

Segundo Figueira (2005), o EJS tem opções de instalação tanto em espanhol quanto em inglês, a interface gráfica disponibiliza um grupo de elementos, sendo possível configurar uma simulação, assim como a disposição dos elementos, somente com a utilização do mouse. Uma grande vantagem deste software é, ter ao final, como resultado a concepção de uma página html.

Basicamente, o EJS permite que simulações de situações físicas sejam elaboradas de forma prática, apresentando uma interface gráfica intuitiva e linguagem *javascript* para o desenvolvimento dos códigos de programação computacional. O EJS é uma ferramenta disponibilizada de forma gratuita e possui um repositório imenso de outras simulações⁵ em de diversas áreas da Física.

Como parte do produto didático, o EJS foi utilizado para o desenvolvimento de três simulações, uma para cada temática escolhida. Elas foram intituladas da seguinte forma: *Experimento de Eratóstenes*, *Simulador de estações do ano* e *Simulador Lunar*. Ressalta-se que não é o intuito expor o desenvolvimento detalhado da elaboração das simulações no EJS, e sim, elaborar materiais e analisar os resultados obtidos com os mesmos.

É importante salientar que as simulações aqui desenvolvidas para acompanhar as aulas não estão em escala de distância ou tamanho, sendo apenas ilustrativas não condizendo com a situação real. No entanto, as proporções angulares na primeira simulação (Experimento de Eratóstenes) são boas aproximações para a transposição didática do problema, bem como a segunda simulação (Simulador de estações do Ano). As datas de início das estações são aproximadas, assim como a inclinação do eixo terrestre (ou da eclíptica). Por fim, na terceira simulação (Simulador Lunar), o período de lunação e do dia terrestre são aproximados, e a inclinação do plano da órbita da Lua em relação à eclíptica está exagerada.

⁵ Disponível em: <<https://www.compadre.org/osp/webdocs/Tools.cfm?t=EJS>>. Acesso em 20 mai. 2019.

As duas últimas simulações foram livremente inspiradas pelas simulações⁶ desenvolvidas em *Flash* (linguagem que se tornará obsoleta este ano) pelo grupo de Educação em Astronomia da Universidade de Nebraska-Lincoln.

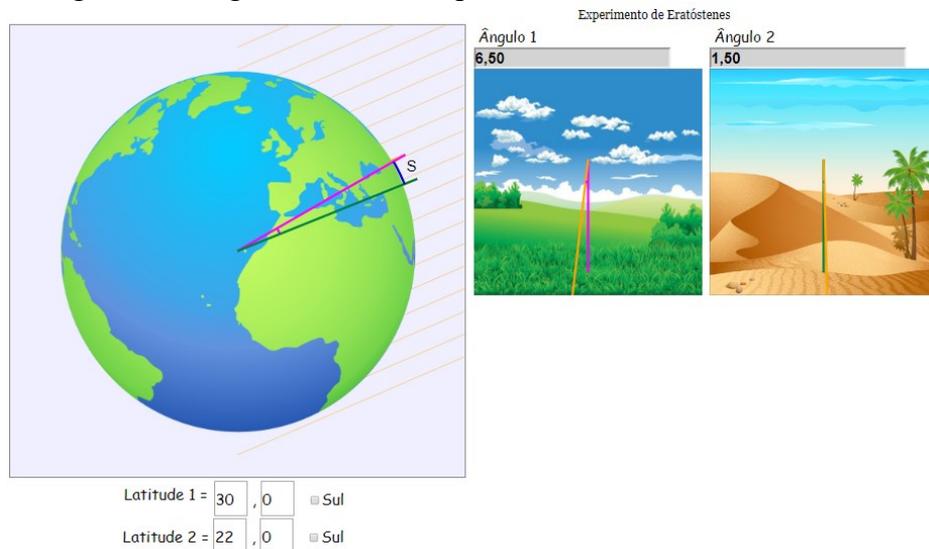
Mesmo sendo simplificações dos fenômenos em questão, as simulações apresentam um grande potencial para ilustrar as situações desejadas, sendo possível utilizá-las como modelos dos quais informações úteis podem ser extraídas.

Todas as simulações foram desenvolvidas pelo professor Esley Scatena e pelo mestrando Clezio Moncheski, sendo que o primeiro se encarregou da programação computacional e o último da usabilidade em smartphones e/ou computadores e adequação às atividades propostas utilizadas em conjunto das mesmas.

4.2.1 Experimento de Eratóstenes

O *Experimento de Eratóstenes*⁷ pode ser aberto no computador ou smartphone e sua página inicial encontra-se representada na figura 21.

Figura 21 - Página inicial do Experimento de Eratóstenes.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

Esta simulação possui uma representação da superfície terrestre (perfeitamente esférica) e dois gnômons (hastes presas perpendicularmente ao solo), os quais projetam sombras sobre a superfície do planeta ao bloquearem a luz solar, representada pelas setas amarelas. Por estarem

⁶ Disponível em: <<https://astro.unl.edu/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

⁷ Disponível em: <<http://scatena.sites.ufsc.br/eratostenes/index.html>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

perpendiculares à superfície da Terra, podemos imaginar que ao estendermos os gnômons para dentro do planeta, ambos se encontrariam no centro do planeta. Duas janelas ao lado mostram como um observador próximo aos gnômons observaria as sombras dos mesmos.

O usuário tem a possibilidade de alterar a latitude na qual estão os gnômons, e aqui consideramos que a longitude é a mesma. Conforme é alterada a posição de cada um dos gnômons, a simulação exibe qual o ângulo que os raios solares estão fazendo com o mesmo. A latitude deve ser dada em graus, com duas casas decimais, as quais são colocadas em uma caixa diferente (para evitar problemas com o separador decimal) e possuem a alternativa de serem “sul”, para latitudes negativas (para facilitar a utilização em aparelhos smartphones, de modo que o usuário não precise localizar o sinal de ‘menos’).

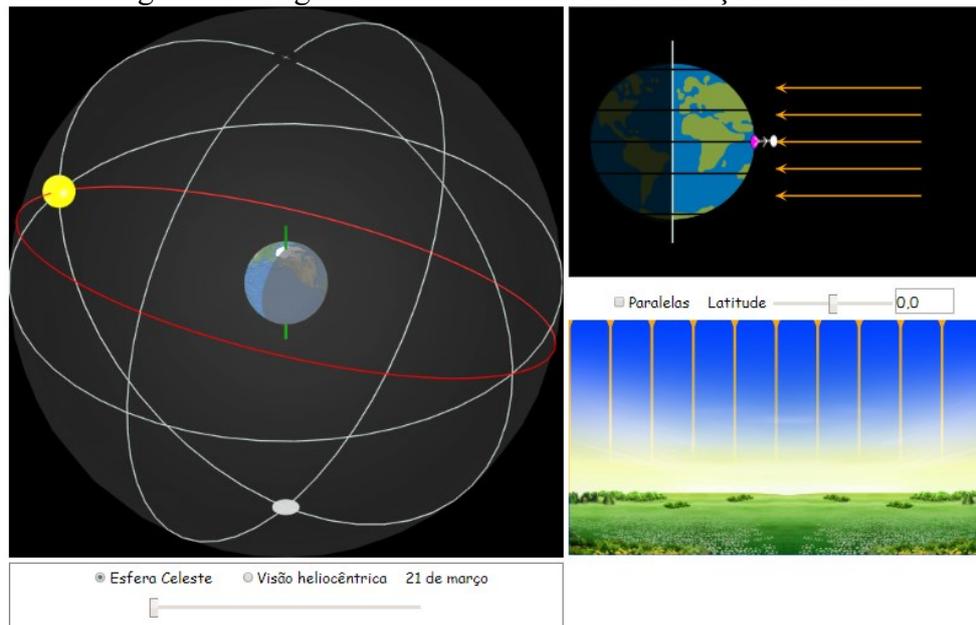
Com as informações fornecidas pela simulação, o usuário pode calcular qual o valor da circunferência terrestre, uma vez que ele saiba qual a distância correspondente entre as latitudes selecionadas (o que pode ser feito utilizando uma ferramenta como o Google Maps). Para longitudes diferentes têm-se erros maiores no resultado final, uma vez que a distância “s” exibida na simulação é a distância, na superfície da Terra, entre os paralelos das latitudes correspondentes e não a distância entre os dois locais. Por este motivo, recomenda-se que longitudes próximas sejam selecionadas, sendo esta a principal fonte de erro nos resultados.

4.2.2 Simulador de estações do ano

O *Simulador de estações do ano*⁸ pode ser aberto no computador ou smartphone e sua página inicial encontra-se representada na figura 22.

⁸ Disponível em: < <http://scatena.sites.ufsc.br/estacoes/estacoes.xhtml>>. Acesso em 23 jun. 2019.

Figura 22 - Página inicial do Simulador de estações do ano.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Esta simulação faz uso da facilidade do EJS em permitir o desenvolvimento de simulações em três dimensões. Ela apresenta a variação da inclinação dos raios solares que atingem a superfície terrestre dependendo da latitude e época do ano escolhidas. O usuário tem a opção de escolher, na janela principal, entre um ‘modelo heliocêntrico’ ou a ‘esfera celeste’, com a Terra ao centro. É importante salientar que a inclinação do eixo terrestre utilizada na simulação é de $23,5^\circ$ em relação à perpendicular da eclíptica. Ressaltando também que as datas de início das estações são aproximadas.

A possibilidade de alternar entre os dois pontos de vista permite que o usuário se familiarize com a visão heliocêntrica e consiga conciliar esses dois referenciais. Ainda, na janela principal, além de linhas cinzas que auxiliam na visualização em 3D, a eclíptica é indicada em cor diferente (verde ou vermelha). É possível também ver o eixo de rotação da Terra, assim como a porção iluminada do planeta e a sombra correspondente à noite. Por fim, há um ponto rosa sobre a superfície do planeta, indicando a região na qual a incidência da radiação solar é normal à superfície.

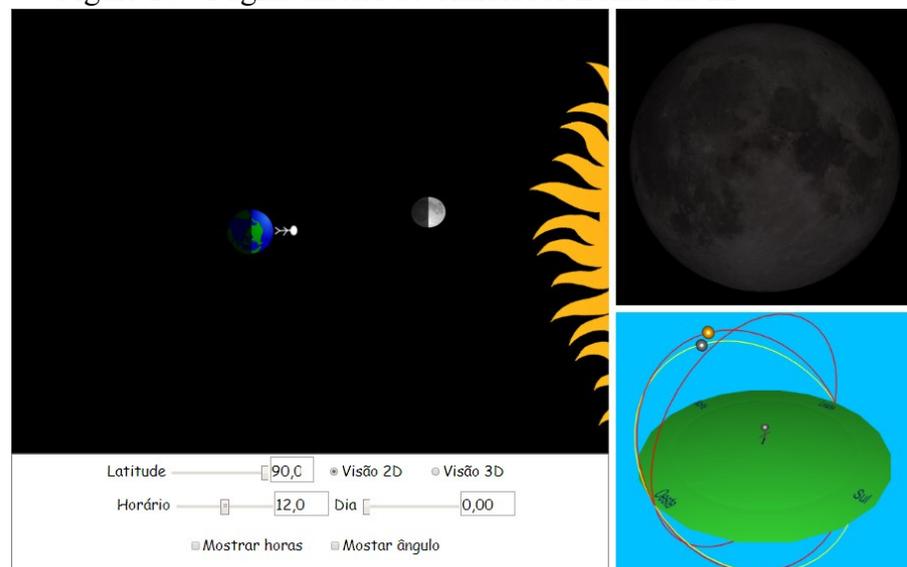
Na janela lateral superior é possível ver, em um diagrama bidimensional, como a inclinação dos raios solares incidentes sobre a superfície terrestre varia ao longo do ano (novamente com o ponto rosa indicando a incidência normal). Esta janela também possui a representação de um observador em uma dada latitude, a qual pode ser escolhida no menu logo abaixo. Ali também é possível selecionar os rótulos para os paralelos indicados (trópicos,

círculos polares e equador). Além de verificar a diferença de inclinação dos raios solares, é possível observar também quais porções da Terra são iluminadas e quais permanecem sem luz. Logo abaixo, uma terceira janela exemplifica como um observador na Terra observaria os raios solares incidentes e sua variação tanto com a latitude quanto com a época do ano.

4.2.3 Simulador Lunar

O *Simulador Lunar*⁹ pode ser aberto no smartphone ou computador e sua página inicial em 2D está representada na figura 23:

Figura 23 - Página inicial do Simulador Lunar em 2D.

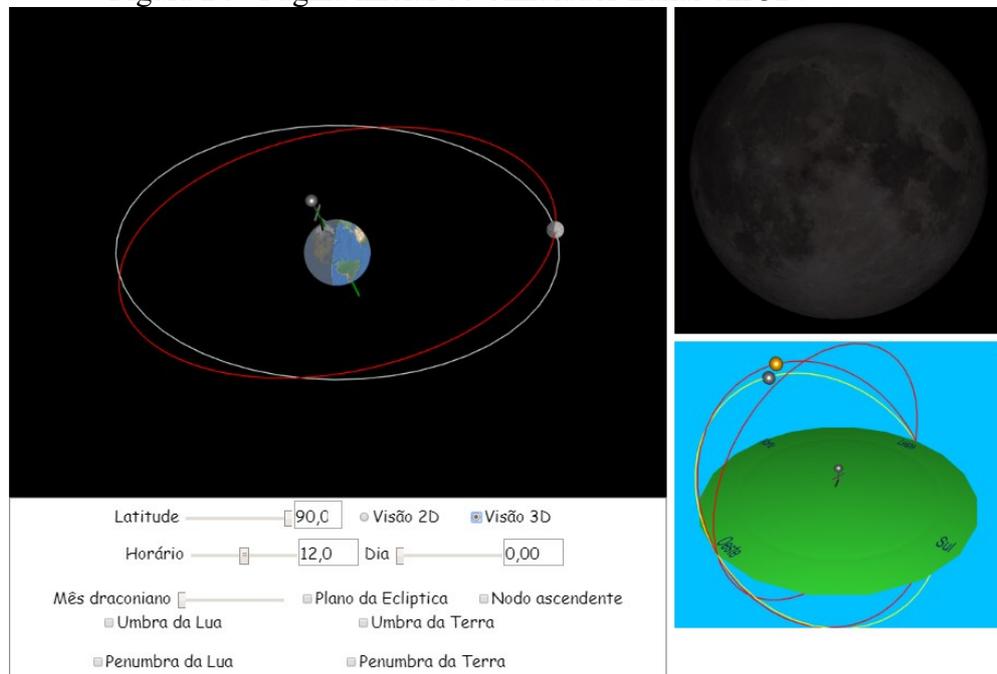


Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Para o estudo dos eclipses, o *Simulador Lunar* deve estar configurado em 3D (ver figura 24). Neste formato, aparecem mais alguns campos para a análise da formação de eclipses lunar e solar.

⁹ Disponível em: <<http://scatena.sites.ufsc.br/lunar/index.xhtml>>. Acesso em 15 ago. 2019.

Figura 24 - Página inicial do Simulador Lunar em 3D.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Esta simulação possibilita o estudo das fases da Lua e dos eclipses solares e lunares. Assim como a anterior, a janela principal conta com duas opções de visualização: “Visão 2D” e “Visão 3D”. Em um primeiro momento, a visualização em 2D pode ser utilizada para dar uma concepção geral das fases da Lua, utilizando também do observador na superfície do planeta, representado por um boneco, o qual mostra como a posição relativa da Lua e do observador variam ao longo das horas e dos dias. O usuário tem a opção de ajustar o dia e o horário no qual o observador se encontra, sendo possível também mostrar o ângulo entre a Lua e o Sol. As mudanças realizadas pelo usuário também alteram a imagem da Lua mostrada na janela à direita, acima. Nesta, podemos ver as alterações das fases da Lua ao longo dos dias e também como a mesma seria observada a partir de latitudes diferentes. Por fim, na janela abaixo, uma visão topocêntrica é exibida, mostrando como alguém na Terra observaria a Lua e o Sol.

Na opção “Visão 3D”, o usuário tem a oportunidade de visualizar o plano da órbita da Lua em torno da Terra e perceber porque não existem eclipses lunares e solares todos os meses, bem como explorar como o plano da órbita da Lua em torno da Terra se altera ao longo dos dias (alterando-se o “mês draconiano”), sendo possível fazer uma discussão sobre a necessidade de coincidência dos nodos (que podem ser exibidos) com as fases da lua citadas anteriormente para que haja um eclipse. É possível habilitar a função “umbra” e “penumbra”, tanto para a

Terra quanto para a Lua, exemplificando a ocorrência dos eclipses. Novamente, é importante enfatizar que as representações não estão em escala de tamanho e que a escala de tempo é aproximada, não impedindo o uso da simulação para o entendimento dos fenômenos estudados.

4.3 ESTRUTURA, CRONOGRAMA E TEMÁTICA DAS AULAS

A estruturação da dissertação e do produto educacional teve como base a análise da utilização de tecnologias de informação e comunicação no ensino nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - PCN, Brasil (2000). Investigou-se os objetos de conhecimento de Astronomia nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, Brasil (2002), no registro de concepções espontâneas de Langhi (2011) e no livro *Educação em Astronomia – Repensando a Formação de Professores*, Langhi e Nardi (2012).

Após a seleção dos objetos do conhecimento a serem trabalhados, foram utilizados os livros *Conceitos de Astronomia*, Boczko (1984); *Astronomia e Astrofísica*, Oliveira Filho e Saraiva (2014); *Introdução à Astronomia e Astrofísica*, Milone et al. (2003) e o hipertexto *Astronomia e Astrofísica*, Oliveira Filho e Saraiva, para a elaboração e o desenvolvimento destas aulas. Salienta-se que o desenvolvimento das aulas das temáticas, bem como sua disposição e organização tiveram o embasamento teórico na dissertação de mestrado de Moraes (2016).

As aulas foram organizadas em três temáticas:

- a) Temática 1: Surgimento e importância da Astronomia;
- b) Temática 2: O movimento aparente do Sol e as estações do ano;
- c) Temática 3: Luação, fases da lua e eclipses.

A proposta consiste em aulas expositivas de cada temática, atividades com os smartphones e/ou computadores, a aplicação de um questionário diagnóstico das concepções espontâneas e de um pós-teste. Desta forma, são estimadas 15 aulas de 40 minutos para a aplicação do produto didático, onde estão inclusas as aulas teóricas expositivas, as atividades utilizando as simulações (que abrangem as atividades demonstrativas executadas pelo professor e as atividades realizadas pelos estudantes), um teste diagnóstico das concepções espontâneas e um pós-teste.

Tendo em vista que o desenvolvimento e aplicação das aulas é destinado aos estudantes da EJA, onde ocorrem aulas organizadas e agrupadas em encontros semanais de 5 aulas de 40

minutos cada, optou-se por aplicar uma temática em cada encontro. Sendo assim, em cada encontro com os educandos, houve a utilização de uma simulação desenvolvida. No quadro 1 é apresentada a organização em função do tempo gasto para as etapas de cada temática:

Quadro 1 - Cronograma das etapas do produto didático.

Temática	Atividades propostas	Número de aulas
Temática 1	Teste de concepções alternativas	0,5 aula
	Aula da temática 1	2 aulas
	Atividades com a simulação Experimento de Eratóstenes	2,5 aulas
Temática 2	Aula da temática 2	2,5 aulas
	Atividades com a simulação Simulador de estações do ano	2,5 aulas
Temática 3	Aula da temática 3	2 aulas
	Atividades com a simulação Simulador Lunar	2,5 aulas
	Pós-teste	0,5 aula

Fonte: O autor.

Esta é apenas uma proposta de organização deste trabalho. Pode haver modificações na quantidade de aulas, nos objetos do conhecimento escolhidos, nos livros adotados e no nível de ensino dos estudantes dependendo da realidade da escola e dos educandos na qual estas aulas forem aplicadas. Ressalta-se, que o professor pode optar por aplicar individualmente as aulas das três temáticas e também fazer uso no Ensino Médio regular.

O produto didático elaborado tem um custo de aplicação acessível. Os softwares utilizados estão disponíveis para serem utilizados online pelos professores e estudantes. As atividades propostas nas aulas demandam do uso de projetor multimídia, sala de informática e dos telefones celulares dos estudantes. As simulações desenvolvidas com o EJS, os roteiros das atividades propostas, assim como as aulas em *PowerPoint* estão disponíveis no endereço eletrônico do GALILEU¹⁰, onde podem ser acessados por estudantes e professores.

Conforme a metodologia de ensino os 3MP, sugere-se que o início de todas as temáticas se dê com a *problematização inicial*, através de perguntas e conversações sobre os objetos do conhecimento a serem trabalhados. Depois, usando a *organização do conhecimento*, há a

¹⁰ Disponível em: <<https://galileu.blumenau.ufsc.br/tics-na-astronomia/>>. Acesso em: 16 out. 2020.

explicação da teoria relacionada a temática mediante aulas expositivas e práticas centralizadas nas simulações. E por fim, a *aplicação do conhecimento*, através das atividades realizadas pelos estudantes utilizando as simulações computacionais e do questionário avaliativo.

Na sequência estão dispostas brevemente as aulas de cada temática, com os objetivos, matérias de apoio, tempo estimado e descrição das aulas. As sugestões de como conduzir as aulas, os exemplos e atividades com os softwares e os questionários avaliativos que possibilitam o docente utilizar as simulações estão disponíveis no Apêndice.

4.3.1 Temática 1: Surgimento e importância da Astronomia

Objetivos das aulas

- Proporcionar aos estudantes o entendimento de que a Astronomia é uma ciência inacabada, que está em um processo contínuo de construção ao longo da civilização;
- Buscar a compreensão de conceitos e mitos relacionados à Astronomia, assim como a sua importância em nosso cotidiano;
- Entender que a Astronomia nasceu e cresceu progressivamente para atender as necessidades culturais, religiosas, econômicas, sociais e culturais do ser humano.
- Promover a compreensão dos principais conceitos iniciais para o aprendizado de Astronomia;
- Aprender como ocorre o posicionamento no globo terrestre através da localização geográfica com os pontos cardeais e com as coordenadas geográficas;
- Propiciar o entendimento que existem dois hemisférios na esfera celeste e que nós vivemos em um deles.

Materiais de apoio: livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, simulação *Experimento de Eratóstenes* e *Google Maps*.

Tempo estimado: cinco aulas de quarenta minutos.

Descrição das aulas

O desenvolvimento das aulas teve seu início com um pré-teste para o levantamento das concepções errôneas dos estudantes. Em seguida, decorreu vários questionamentos buscando despertar e/ou promover a curiosidade dos estudantes. Isto aconteceu através de indagações e conversação sobre os fenômenos relacionados à Astronomia.

Na sequência, ocorreu a explicação da história e do desenvolvimento da Astronomia ao longo dos séculos, da antiguidade até os dias atuais. O conhecimento foi aplicado com o

desenvolvimento de uma atividade utilizando o *Google Maps* e a simulação *Experimento de Eratóstenes* para a determinação da medida do raio de circunferência da Terra.

A avaliação levou em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

4.3.2 Temática 2: O movimento aparente do Sol e as estações do ano

Objetivos das aulas

- Entender que é a Terra que gira ao redor do Sol, sendo o movimento do Sol somente aparente;
- Conhecer os conceitos de dia e ano através dos fenômenos astronômicos associados;
- Compreender que as estações do ano são causadas pela inclinação terrestre e pelo movimento de translação da Terra;
- Aprender que a duração dos dias e das noites se alteram no decorrer do ano.

Materiais de apoio: os livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, globo terrestre, smartphones/computadores e a simulação *Simulador das estações do ano*.

Tempo estimado: cinco aulas de quarenta minutos.

Descrição das aulas

A aula tem seu início com os estudantes sendo indagados porque a duração do dia e da noite não são os mesmos no decorrer do ano. Sendo questionados sobre o que gera as estações do ano e por que elas são diferentes nos dois hemisférios.

Na sequência é realizada uma breve explanação de como os povos ao longo da história constataram que o Sol muda sua posição aparente no céu no transcorrer dos dias. Utiliza-se de um aparato experimental constituído de um globo terrestre, um smartphone com sensor de luz e uma fonte de luz para a explanação sobre solstícios, equinócios, duração dos dias e das noites durante o ano e a causa das estações. É utilizada também a simulação desenvolvida no EJS para a discussão destes fenômenos.

Os estudantes aplicaram o conhecimento utilizando a simulação *Simulador de estações do ano*. Ao fazerem uso do simulador os estudantes poderão constatar que a duração dos dias e das noites depende da época do ano e que as estações do ano ocorrem devido inclinação da órbita e revolução terrestre.

A avaliação levou em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

4.3.3 Temática 3: Lunação, fases da Lua e eclipses

Objetivos das aulas

- Entender as diferentes aparências da Lua durante a lunação;
- Compreender que as diferentes visões da Lua, observadas da Terra, são ocasionadas pelas posições relativas entre a Terra, o Sol e a Lua;
- Assimilar os horários que as quatro principais fases da Lua ficam visíveis no céu;
- Compreender a causa dos eclipses lunar e solar;
- Analisar as diferenças entre os eclipses lunar e solar.

Materiais de apoio: os livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, smartphones/computadores e a simulação *Simulador Lunar*.

Tempo estimado: cinco aulas de quarenta minutos.

Descrição das aulas

A aula é iniciada com os estudantes sendo questionados sobre quais são as principais fases da Lua e quais são os causadores das diferentes porções iluminadas do nosso satélite natural. Serão indagados também sobre o que lunação e duração da semana e do mês têm em comum. Foram abordadas perguntas sobre os eclipses solar e lunar e quais podem ser os causadores desses fenômenos.

Após a conversação inicial, utilizando imagens, vídeos e a simulação desenvolvida, foi realizada a explicação de como acontecem os fenômenos abordados. Ensinamos sobre os conceitos de semana e mês fazendo a relação com os calendários. Explanamos sobre os movimentos da Lua, Terra e Sol no referencial heliocêntrico, bem como como ocorrem os eclipses.

Os estudantes fizeram uso do *Simulador Lunar* para investigarem os fenômenos associados vistos na aula. Na simulação os estudantes poderão observar o movimento da Lua em cada uma de suas fases, bem como investigar as causas dos eclipses solar e lunar.

A avaliação levou em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

5 DESENVOLVIMENTO DAS AULAS E RESULTADOS

Esta sequência de aulas foi aplicada em uma turma de Física da Educação de Jovens e Adultos, no município de Rio do Sul, estado de Santa Catarina. A aplicação ocorreu no período noturno, sendo dividida em três dias: 26 de agosto de 2019; 14 de setembro de 2019; 11 de novembro de 2019, tendo a presença de 18 estudantes.

Nas próximas seções, apresentamos o desenvolvimento e a aplicação das aulas das três temáticas, onde constam os intervalos de tempo investidos nas etapas e as atividades realizadas com os estudantes. Concomitante a isto, analisamos os resultados obtidos com a aplicação do teste de concepções espontâneas, as respostas dos estudantes a partir dos roteiros aplicados com as três simulações e o pós-teste.

5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Nesta seção, apresentamos a análise do pré-teste de concepções alternativas. Para a sua realização foram utilizados os 25 minutos iniciais das aulas, onde fez-se o levantamento das concepções espontâneas dos estudantes acerca de alguns temas relacionados à Astronomia.

O pré-teste foi entregue aos estudantes no início das aulas da primeira temática, dispondo de questões objetivas de múltipla escolha. Na sequência, apresentamos algumas destas questões, bem como algumas respostas dos educandos (identificados numericamente).

A primeira questão respondida pelos estudantes foi:

Astrologia é:

- a) *Basicamente o mesmo que Astronomia.*
- b) *A ciência relacionada à Astronomia.*
- c) *Não é o mesmo que Astronomia.*

Algumas das respostas são mostradas abaixo:

Resposta do estudante 1:

b) A ciência relacionada à Astronomia.

Resposta: b) A ciência relacionada a Astronomia.

Resposta do estudante 6:

a) Basicamente o mesmo que Astronomia.

Resposta: a) Basicamente o mesmo que Astronomia.

Resposta do estudante 8:

Basicamente o mesmo que Astronomia.

Resposta: a) Basicamente o mesmo que Astronomia.

Analisando as respostas, percebemos que os três estudantes relacionaram Astronomia com a Astrologia, ou ainda, assinalaram que são basicamente iguais. Ressaltamos que as respostas dos demais estudantes foram as alternativas A e/ou B, ou seja, nenhum respondeu corretamente o questionamento.

Segundo o catálogo de concepções espontâneas de Langhi e Nardi (2012), metade dos professores acredita firmemente na validade da Astrologia. De acordo com os autores, para muitos docentes e estudantes a Astronomia e Astrologia são equivalentes, havendo a credulidade em horóscopos.

A segunda questão respondida pelos estudantes foi:

O Sol nasce no Leste:

- a) *No primeiro dia da primavera e outono.*
- b) *No primeiro dia do verão.*
- c) *No primeiro dia do inverno.*
- d) *Todos os dias do ano.*
- e) *O Sol nunca nasce no Leste.*

Uma parte das respostas é apresentada a seguir:

Resposta do estudante 2:

O Sol nunca nasce no Leste.

Resposta: e) O Sol nunca nasce no Leste.

Resposta do estudante 3:

Todos os dias do ano.

Resposta: d) Todos os dias do ano.

Resposta do estudante 11:

No primeiro dia da primavera e outono.

Resposta: a) No primeiro dia da primavera e do outono.

Averiguando os resultados, identificamos uma variedade nas respostas, sendo que somente o estudante 11 respondeu corretamente. Destacamos que grande parte dos educandos respondeu que o Sol nasce no Leste todos os dias do ano.

Conforme Langhi (2011), é comum estudantes e professores acharem que o Sol sempre nasce no ponto cardinal Leste, não tendo, assim, a percepção que isso ocorre somente no primeiro dia da primavera e do outono, ou seja, nos dias dos equinócios.

No seu levantamento de concepções espontâneas, Alves e Sobreira (2014) diagnosticaram um modelo mental, ao qual chamaram de *equinócio eterno*. Os autores detectaram que os estudantes participantes têm a ideia de que o Sol passa pelo zênite do equador terrestre, nasce no ponto cardinal Leste e se põe no ponto cardinal Oeste todos os dias do ano.

A sexta questão respondida pelos estudantes foi:

O que faz com que o verão seja mais quente que o inverno?

- a) *A Terra está mais próxima do Sol no verão.*
- b) *O período de luz do dia é mais longo no verão.*
- c) *O Sol fica mais alto no céu no verão.*
- d) *B e C estão corretas.*
- e) *Todas estão corretas.*

Uma fração das respostas é exibida na sequência:

Resposta do estudante 7:

 **A Terra está mais próxima do Sol no verão.**

Resposta: a) A Terra está mais próxima do Sol no Verão.

Resposta do estudante 9:

 **B e C estão corretas.**

Resposta: d) B e C estão corretas.

Resposta do estudante 10:

 **Todas estão corretas.**

Resposta: e) Todas estão corretas.

Verificando as respostas, notamos que os estudantes 7 e 10 associaram que o verão é mais quente do que o inverno devido a maior proximidade do Sol no verão. Langhi (2011), comenta que os educandos correlacionam a causa das estações do ano com a alteração da

distância da Terra em relação ao Sol, propiciando o inverno quando a Terra está mais distante do Sol e verão quando se aproxima dele.

Luz (2016), discorre que o tema estações do ano é um tema comum na educação em Astronomia. Desta forma, está presente nos livros didáticos, mas com muitos erros conceituais, o que pode induzir os estudantes a terem concepções espontâneas sobre a temática.

A décima quarta questão respondida pelos estudantes foi:

O que causa as fases da Lua?

- a) *A sombra da Lua na Terra*
- b) *A sombra da Terra na Lua.*
- c) *A sombra do Sol e Terra na Lua.*
- d) *nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.*

Algumas das respostas são expostas abaixo:

Resposta do estudante 4:

a) **A sombra da Lua na Terra**
Resposta: a) A sombra da Lua na Terra.

Resposta do estudante 5:

a) **A sombra da Lua na Terra**
Resposta: a) A sombra da Lua na Terra.

Resposta do estudante 11:

d) **nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.**

Resposta: d) nenhuma das anteriores – nenhuma sombra está envolvida.

Averiguando as respostas, percebemos que somente dois estudantes responderam corretamente. É possível observar que os demais educandos relacionam a causa das fases da Lua com a projeção de sombras da Lua na Terra ou da Terra na Lua.

De acordo com o breve histórico de concepções espontâneas de Iachel, Langhi e Scalvi (2008), é frequente o engano entre os conceitos sobre o fenômeno de formação das fases da Lua e os conceitos sobre o fenômeno de eclipses lunares.

Na pesquisa realizada por Darroz *et al* (2013), alguns participantes responderam que a Lua está imóvel em relação ao nosso planeta e as suas fases ocorrem devido à projeção da sombra da Terra sobre a Lua.

A décima nona questão respondida pelos estudantes foi:

De acordo com as ideias modernas e observações, o que se pode dizer da localização do centro do universo?

- a) A Terra está no centro.
- b) O Sol está no centro.
- c) A galáxia Via Láctea está no centro.
- d) Uma galáxia distante e desconhecida está no centro.
- e) O Universo não tem um centro.

Uma parcela das respostas é mostrada a seguir:

Resposta do estudante 1:

a) A Terra está no centro.

Resposta: a) A Terra está no centro.

Resposta do estudante 6:

a) A Terra está no centro.

Resposta: a) A Terra está no centro.

Resposta do estudante 9:

e) O Universo não tem um centro.

Resposta: e) O Universo não tem um centro.

Analisando os dados coletados nesta questão, observamos uma ampla visão geocêntrica do Universo. No que tange este tema, o levantamento bibliográfico sobre concepções alternativas em Astronomia realizado por Langhi e Nardi (2012) aponta que esta visão da Terra como o centro do sistema solar e/ou do Universo é bastante comum.

5.2 RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 1

Nesta seção, apresentamos o desdobramento da aplicação das aulas da temática 1, trazendo comentários dos estudantes durante a conversação e exposição dos objetos do conhecimento. Além disso, analisamos a atividade desenvolvida com o simulador *Experimento de Eratóstenes*.

Após a aplicação do pré-teste de concepções espontâneas, nos 25 minutos seguintes ocorreu a *problematização inicial*, visando promover a curiosidade dos estudantes através de indagações e conversação sobre alguns fenômenos relacionados à Astronomia. Neste momento, os educandos foram estimulados a refletirem sobre alguns questionamentos iniciais, assim como exporem seus saberes. O propósito foi fazer a sondagem de possíveis concepções alternativas que eles possuam, para que possam ser abordadas e elucidadas durante a explanação do conteúdo.

As primeiras questões propostas foram: *Vocês sabem o que é Astronomia? Quando ela surgiu?* Acerca destes questionamentos, a grande maioria dos educandos não soube responder o que é Astronomia e nem quando foi o seu surgimento. Contudo, relacionaram esta ciência com a Astrologia (horóscopo, mapas astrais, signos do zodíaco, entre outros).

Na prossecução, as perguntas feitas foram: *O que vemos no céu durante a noite? Como podemos chamar aqueles pequenos corpos luminosos?* A respeito destas questões, obtivemos diversas respostas dos educandos. Dentre elas, detivemos: Estudante 4: Lua e estrelas; estudante 10: Lua, planetas, estrelas e galáxias; estudante 6: Lua e estrelas.

Na sequência, as indagações realizadas foram: *Como utilizar as coordenadas geográficas? Latitude e longitude: o que são?* No que tange estas perguntas, a maioria dos estudantes comentou não saber ou não se lembrar do que são as coordenadas geográficas e como se localizar através delas.

Após a sondagem anterior, decorreu a *organização do conhecimento*, no qual foi gasto por volta de 90 minutos. O segundo momento pedagógico, realizado com a utilização de um projetor multimídia para a exposição da aula produzida em *PowerPoint*, foi iniciado com uma reflexão do que existe no céu durante a noite, comentando sobre a grande quantidade de estrelas, dos demais planetas e do nosso satélite natural. Com a exposição de imagens do nosso planeta na visão de um espectador próximo à Lua, Marte, Saturno e do espaço interestelar, foram feitas ponderações sobre a insignificância da Terra se comparada à imensidão do Universo e da sua importância enquanto abrigo de vida. Para enfatizar a ideia da pequenez do nosso planeta foi apresentado o vídeo *O Pálido Ponto Azul – legendado em português* de *Carl Sagan*.

No início deste momento pedagógico, com os estudantes sempre participativos, surgiram os mais variados comentários e questionamentos, como por exemplo: como a Terra é pequena vista de Saturno; como o Universo é grande; toda esta distância é só no sistema solar?; será que existe ETs lá fora?; como somos pequenos em nosso Universo.

O prosseguimento da aula aconteceu com a explanação de como o homem primitivo começou a fazer observações da duração do dia e noite e da sua alternância, das estações do ano e de outros fenômenos importantes, enfatizando que o Sol e depois a Lua foram os primeiros objetos celestes a serem observados, e na sequência, as estrelas e os planetas. Houve também a elucidação que o homem buscava a explicação dos fenômenos celestes através de mitos, falando de alguns deles relacionados à Astronomia, como por exemplo, o mito de Órion, Escorpião e do caminho do leite.

Nesta parte da explanação, alguns educandos ficaram admirados com a “criatividade” dos povos antigos na busca da explicação de fenômenos celestes através de mitos. Além de que, a maioria dos estudantes não sabia que estas observações iniciais do ser humano datavam de tantos anos.

Explicitamos sobre a adaptação do ser humano às mudanças climáticas ocorridas durante o ano e da sua percepção de que certos fenômenos astronômicos se repetiam, como as fases da Lua, a posição do Sol no horizonte em diferentes épocas do ano e o movimento aparente e cíclico das constelações. Comentando que desta forma, o homem observou e relacionou estes ciclos com o momento de plantar e colher seus alimentos.

Também explicitamos sobre a medição de tempo pelo homem, onde foi falado sobre os calendários solar e lunar, com a abordagem dos calendários asteca, chinês, egípcio, babilônico, maia e judeu. Enfatizando assim, que a periodicidade do movimento da Lua e o movimento aparente do Sol serviam para a medida de tempo, como por exemplo, a duração de um ano.

Em relação a medição de tempo pelo ser humano, boa parte dos estudantes comentaram desconhecer que haviam tantos povos com calendários diferentes e que eles eram baseados no movimento periódico do Sol ou da Lua. Outro fato que chamou a atenção foi que os primeiros calendários são de milhares de anos atrás.

Para o encaminhamento das atividades que seriam realizadas na sequência com o Google Maps e a simulação *Experimento de Eratóstenes*, foi iniciada a explicação sobre coordenadas geográficas. Para a abordagem das coordenadas geográficas fez-se a utilização de um mapa e um globo terrestre. Abordamos que para localização geográfica temos os paralelos, que são linhas paralelas à linha do equador cortando o globo de leste à oeste, onde cada paralelo tem seu valor dado em graus e cada grau de um paralelo é chamado de latitude. Tem-se também os meridianos, que são linhas paralelas à linha do meridiano de Greenwich que cortam o globo de norte ao sul, no qual cada meridiano tem seu valor dado em graus e cada grau de um meridiano é chamado de longitude.

Em seguida, os estudantes, com uma imagem projetada, foram incitados a descobrirem a latitude e longitude de alguns pontos geográficos. Alguns apresentaram certa dificuldade em achar as coordenadas geográficas dos pontos, mas com a ajuda dos colegas e do professor conseguiram realizar a tarefa.

A aula decorreu com a explanação do experimento realizado por Eratóstenes para medir a circunferência da Terra. Foi exposto que há mais 2000 anos, este geógrafo, com a medida da distância entre duas cidades com praticamente a mesma longitude, Alexandria e Siena, ambas no Egito, e com as posições/ângulos das sombras em poços nas duas cidades no meio-dia em um dia do solstício de verão, calculou a medida de uma parte da circunferência da Terra e, consecutivamente, calculou o seu perímetro total. Para frisar a ideia do experimento realizado por Eratóstenes apresentamos o vídeo *Eratóstenes e a circunferência da Terra – dublado em português – Série Cosmos*. Este vídeo tem duração de 06:41 minutos e explica como foi realizado o experimento.

Na sequência foi realizado o mesmo experimento que Eratóstenes realizou para medir o raio e a circunferência da Terra. Para isto, foram utilizados o *Google Maps* e a simulação *Experimento de Eratóstenes*. Neste instante, os estudantes foram ensinados a usarem o aparato tecnológico acima citado em seus smartphones. A demonstração consistiu em realizar a medida da distância entre as cidades de Alexandria (Egito) e Siena (Egito) no Google Maps, e em seguida, com o Experimento de Eratóstenes fazer a medição dos ângulos entre os gnômons e os raios solares para as duas cidades. O cálculo do raio e da circunferência da Terra foi feito juntamente com os estudantes na lousa.

Ressaltamos que, devido a diversidade do público dos estudantes da EJA, onde um bom percentual não domina ou não está familiarizado com a utilização de aplicativos e simulações em seus smartphones, tivemos uma dificuldade moderada para ensiná-los a utilizar a simulação. Além disto, durante os cálculos feitos no quadro, pudemos perceber o déficit em matemática de alguns educandos.

O terceiro momento pedagógico, a *aplicação do conhecimento*, durou cerca de 40 minutos. Nesta etapa, realizada em duplas, os estudantes utilizando os seus telefones celulares abriram o aplicativo *Google Maps* e mediram a distância de duas cidades quaisquer com longitudes próximas e com a simulação *Experimento de Eratóstenes* aferiram o ângulo entre estas cidades. Em um roteiro entregue pelo professor, foram anotando os dados obtidos e efetuaram a medição do raio da Terra.

A seguir, investigamos os resultados da aplicação do roteiro utilizando a simulação. Para isto, averiguamos as respostas de duas duplas de estudantes.

No roteiro respondido pela dupla de estudantes 4 e 5, as cidades com longitudes aproximadamente iguais pesquisadas e escolhidas no *Google Maps* foram Rio do Sul (SC) e Urubici (SC).

Cidade 1 Rio do Sul
 Cidade 2 URUBICI
Resposta: Rio do Sul e Urubici.

Os valores aproximados obtidos pelos estudantes para as longitudes e latitudes das cidades foram:

Cidade 1: Latitude 1 27,27 S
 Longitude 1 49,6 O
 Cidade 2: Latitude 2 28,00 S
 Longitude 2 49,5 O
Resposta: cidade 1 (27,27° S e 49,6° O); cidade 2 (27,27° S e 49,6° O).

Prosseguindo com a atividade, os educandos mediram a distância em linha reta entre as cidades com o *Google Maps*, obtendo:

$s = \frac{89 \text{ km}}{\text{---}}$
Resposta: $S = 89 \text{ km}$.

Na sequência, inseriram as latitudes das duas cidades na simulação *Experimento de Eratóstenes* e mediram a diferença entre os ângulos dados pelos gnômons em cada local:

$\theta = \text{ângulo 1} - \text{ângulo 2}$
 $\theta = \underline{50,72 - 51,50} = 0,73$
Resposta: $\theta = 0,73^\circ$.

Com a distância em linha reta e o ângulo entre as cidades, calcularam o raio da Terra.

$\frac{0,73}{360} \times \frac{89 \text{ km}}{2,314 \cdot R}$ $0,73^\circ \cdot 6,28 \cdot R = 360^\circ \cdot 89 \text{ km}$ $R = 6988,91 \text{ km}$
 $4,5844 \cdot R = 32.040 \text{ km}$
 $R = \frac{32.040}{4,5844}$

Resposta: $R = 6988,91 \text{ km}$.

O raio da Terra tem a medida aceita atualmente de 6371 km. Deste modo, temos que a medida do raio terrestre obtido por estes dois estudantes teve um erro de aproximadamente 10%

Agora, no roteiro respondido pelos estudantes 7 e 9, as cidades com longitudes aproximadamente iguais pesquisadas e selecionadas no *Google Maps* foram Joinville (SC) e Brusque (SC).

Cidade 1 Joinville
 Cidade 2 Brusque

Resposta: Joinville e Brusque.

Os valores aproximados obtidos pelos estudantes para as coordenadas geográficas das cidades foram:

Cidade 1: Latitude 1 26,29 S
 Longitude 1 48,81 O
 Cidade 2: Latitude 2 27,11 S
 Longitude 2 48,89 O

Resposta: cidade 1 (26,29° S e 48,81° O); cidade 2 (27,11° S e 48,89° O).

Na sequência da atividade, os educandos mediram a distância em linha reta entre as cidades com o Google Maps, obtendo:

S = 88 km
Resposta: S = 88 km.

Dando continuidade, inseriram as latitudes das duas cidades na simulação *Experimento de Eratóstenes* e aferiram a diferença entre os ângulos dados pelos gnômons em cada local:

$\theta =$ 0,82°
Resposta: $\theta = 0,82^\circ$.

Tendo a distância em linha reta e o ângulo entre as cidades, fizeram o cálculo o do raio da Terra.

$$\frac{0,82}{360^\circ} = \frac{88 \text{ km}}{2\pi R} = \frac{0,82}{360^\circ} = \frac{88 \text{ km}}{2 \cdot 314 \text{ km}}$$

$$0,82 \cdot 2 \cdot 314 \text{ km} = 360^\circ \cdot 88$$

$$0,82 \cdot 6,28 \text{ km} = 31,680$$

$$\div 5,1496$$

$$R = \frac{31,680}{5,1496}$$

$$R = 6,1569341308 \text{ km}$$

Resposta: $R = 6151,93 \text{ km}$.

Assim sendo, observamos que a medida do raio da Terra obtido por estes dois estudantes teve um erro de aproximadamente 3,5%. Nos demais roteiros, os educandos tiveram divergências similares nos resultados obtidos.

Acreditamos que a divergência e imprecisão nos resultados é ocasionada por erros na obtenção das coordenadas geográficas das cidades, bem como da distância em linha reta entre elas. A utilização da simulação no smartphones também é um fator que dificulta um pouco a aquisição de dados. Desta forma, acreditamos que utilizar o *Experimento de Eratóstenes* em computadores (sala de informática) possa facilitar a realização da atividade.

Destacamos também certa dificuldade encontrada pelos estudantes da EJA para o desenvolvimento da atividade com o roteiro, Google Maps e simulação, sendo de suma importância o auxílio do docente. Contudo, analisando as medidas obtidas para o raio terrestre e a evolução dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem, acreditamos ter sido válida e profícua a aplicação das aulas da temática 1.

5.3 RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 2

Nesta seção, apresentamos o desenvolvimento da aplicação das aulas, trazendo considerações dos educandos durante a exposição dos objetos do conhecimento desta temática. Além disso, analisamos a atividade desenvolvida com a simulação *Simulador de estações do ano*.

A aula iniciou com a *problematização inicial*, que durou cerca de 30 minutos. O objetivo foi suscitar a curiosidade dos estudantes através de questionamentos iniciais sobre a temática da aula. Neste instante, os educandos foram estimulados a refletirem sobre alguns questionamentos iniciais, bem como expressarem os seus saberes, objetivando o averíguo de

possíveis concepções espontâneas que eles possuam, para que possam ser abordadas e clarificadas durante a explanação das aulas.

O primeiro questionamento suscitado foi: *O que são e quais são as estações do ano?* Acerca desta questão, vários estudantes (3, 4, 5, 8, 10 e 11) comentaram saberem os nomes das quatro estações do ano, bem como relacionaram alguns eventos a elas, dentre os quais destacamos: temperaturas diferentes no decorrer do ano; floração de plantas; folhas caindo das árvores; maior propensão a resfriados e gripes; plantio e colheita de verduras e grãos.

A segunda questão promovida na conversação inicial foi: *Por que, simultaneamente, em um hemisfério temos inverno e no outro verão?* Sobre este questionamento, alguns educandos mencionaram que nos filmes estrangeiros tem neve na época do natal e que neste momento é verão no Brasil. Observaram também, que há eventos esportivos de inverno em países do hemisfério norte enquanto faz “calor” no nosso país. Contudo, nenhum estudante soube responder a causa de termos simultaneamente estações do ano diferentes nos dois hemisférios.

No prosseguimento dos questionamentos iniciais, a terceira pergunta realizada foi: *O inverno existe por que a Terra está mais afastada do sol? E o verão por que está mais próxima?* Quanto a esta questão, a grande maioria dos estudantes disse acreditar que a causa das estações do ano está associada com esta variação da distância entre a Terra e o Sol. Esta indagação já fora abordada no teste de concepções espontâneas, havendo a obtenção de respostas similares. Ademais, já foi discutida na literatura, como por exemplo em Langhi (2011) e Luz (2016).

A quarta pergunta introdutória abordou a duração de tempo de um ano: *Você sabe por que o ano tem por volta de 365 dias de duração?* Acerca desta questão, poucos estudantes citaram que a duração de um ano está associada ao tempo que a Terra demora para fazer a translação ao redor do Sol. No entanto, ninguém relacionou um ciclo das estações do ano com o intervalo de tempo de um ano.

O último questionamento feito no primeiro momento pedagógico foi: *Qual a relação das estações do ano com a inclinação do eixo de rotação da Terra na eclíptica?* Neste instante, os educandos perguntaram o que era a eclíptica e o que era a inclinação do eixo terrestre. Sendo assim, ninguém soube responder a esta indagação.

Após esta investigação inicial, foi iniciada a *organização do conhecimento*, na qual foram empregados por volta de 90 minutos. Na sua execução foi utilizado um projetor multimídia para a exposição da aula produzida em *PowerPoint*. Neste segundo momento pedagógico foi introduzida uma explicação de que as estações do ano são verão, outono, inverno e primavera. Foi abordado também que nos hemisférios sul e norte as estações não coincidem.

Discutimos que enquanto iniciamos o ano no hemisfério sul com o verão tem-se o inverno no hemisfério norte e assim, sucessivamente temos as diferenças entre as estações nos dois hemisférios. Além disso, foi exposto que o ciclo das quatro estações, o tempo que a Terra demora para fazer uma revolução ao redor do Sol serviu para a medição de tempo de um ano.

Na sequência foi explicado sobre o movimento diurno aparente do Sol. Abordamos a constatação que de manhã o Sol está próximo do horizonte e conforme o dia vai passando, ele se movimenta de tal maneira que se afasta do horizonte, atingindo seu ponto mais alto ao meio-dia, para em seguida se aproximar do horizonte do lado oposto ao que estava de manhã. Além disso, foi comentado que o Sol aparentemente se move no horizonte com o passar dos dias. Neste momento foi aproveitado para falar sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, para uma melhor compreensão das estações do ano.

A explanação prosseguiu falando de afélio, periélio e que as estações não são ocasionadas pelas diferentes distâncias da Terra até o Sol durante o decorrer do ano. Posteriormente, utilizando um aparato experimental constituído de um globo terrestre inclinado em um suporte, um smartphone com sensor de luz e uma fonte de luz foi explicado que são a inclinação da Terra e o seu movimento ao redor do Sol os responsáveis pelas estações do ano. A execução do experimento, contando com a participação de dois estudantes, consistiu em fazer a simulação da translação da Terra ao redor do Sol, na qual nosso planeta foi simulado pelo globo terrestre, o Sol pela lanterna do telefone celular. Ligando o sensor de luz presente no software Phyphox¹¹ ao projetor e movimentando o globo terrestre, pôde-se verificar que dependendo da estação do ano, a quantidade de luz que chega na Terra é maior ou menor. O sensor de luz possibilita ver que chega mais luz onde é verão e menos luz onde é inverno.

Durante a simulação foi exposto que o Sol aparentemente se move entre as estrelas ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada Eclíptica. Explicado que a eclíptica é um círculo máximo que tem uma inclinação de cerca de $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste, sendo esta inclinação a causa das estações do ano, pois, desta forma, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro. Para ressaltar a ideia que tange a causa das estações do ano foi apresentado o vídeo *Estações do ano (vídeo aula de geografia)*. Este vídeo tem duração de 06:48 minutos e explica de forma clara e simples a temática da aula.

No prosseguimento das aulas, discutimos como o Sol é observado em diferentes latitudes. Como a altura do Sol ao meio-dia no Equador não muda muito ao longo do ano, nesta

¹¹ Aplicativo de coleta de dados que permite a realização de experimentos utilizando os recursos do smartphone. Disponível em: < <https://phyphox.org/> >. Acesso em: 20 ago.2019.

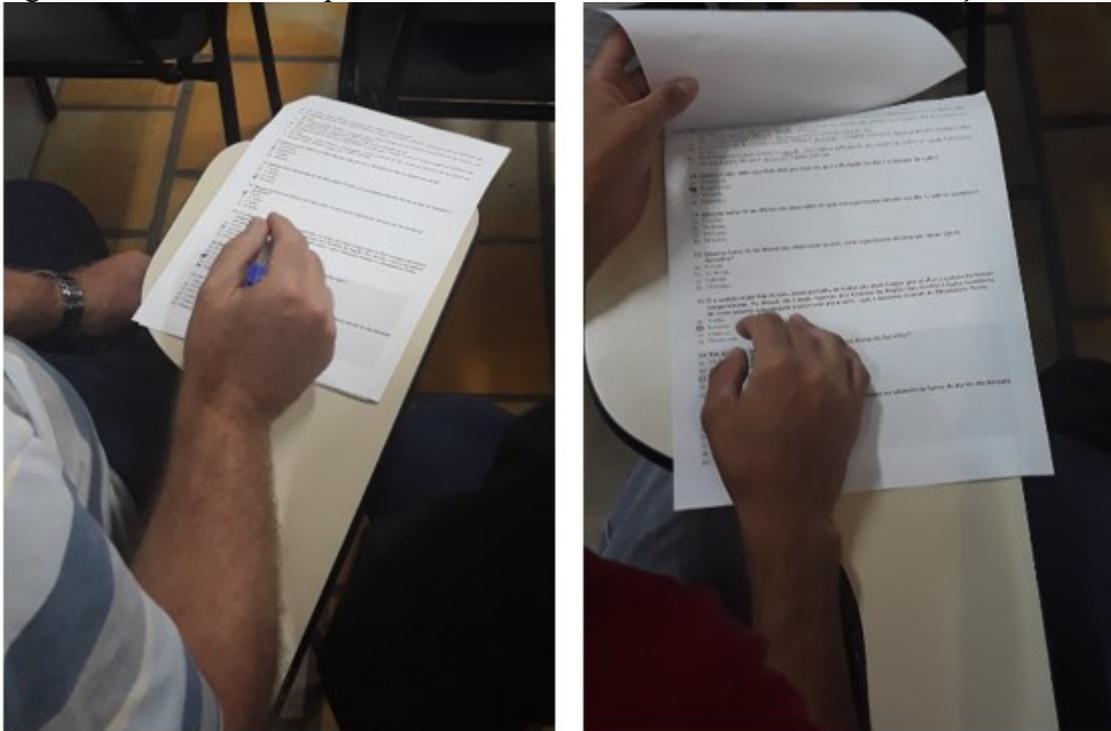
região não existe muita diferença entre inverno, verão, primavera e outono, ou seja, quanto menor a latitude menor será a diferença nas estações do ano. No entanto, quando vamos nos afastando do Equador, se aproximando dos polos, as estações ficam mais marcantes.

No seguimento da explanação, foi explicado aos estudantes que o início das estações do ano é definido por dois fenômenos astronômicos: o solstício, marcando o dia inicial do verão e do inverno e o equinócio indicando o dia inicial da primavera e do outono. Abordamos que nos equinócios temos a igualdade do tempo de duração do dia e da noite, sendo somente nestes dias o nascimento preciso do Sol no Leste e o poente no Oeste. Versamos, que no solstício, temos o momento em que o Sol, visto da Terra, se encontra o mais distante possível do equador celeste. Desta forma, no solstício de inverno temos a noite mais longa de todo o ano e no solstício de verão, temos o dia com maior iluminação do Sol. No decorrer de toda a organização do conhecimento, os estudantes foram incitados a participarem, exporem suas opiniões e vivências, bem como tirarem suas dúvidas.

Logo após esta exposição dos objetos do conhecimento da temática, iniciou-se o encaminhamento da atividade com a simulação. Para isto, foi demonstrado no projetor as funcionalidades, os ícones, como usar e explorar os fenômenos relacionados na simulação *Simulador de estações do ano*. Os estudantes foram motivados a abrirem a simulação em seus celulares e acompanharam a demonstração feita.

A *aplicação do conhecimento* durou por volta de 60 minutos e transcorreu com uma atividade que consistia em responder as questões de um roteiro utilizando o *Simulador de estações do ano*. Nesta aplicação, os estudantes tinham a opção de responderem as questões propostas individualmente ou em dupla. Na figura 25, tem-se dois estudantes respondendo as questões do roteiro utilizando o *Simulador de estações do ano*.

Figura 25: Estudantes respondendo o roteiro baseado no Simulador de estações do ano.



Fonte: O autor.

Os minutos restantes das aulas foram utilizados para a discussão de algumas questões presentes no roteiro. Após o término da atividade, como uma parte dos estudantes ficou com dúvidas em algumas questões, elas foram respondidas juntamente com a turma. Este instante também serviu para fazer o fechamento da temática.

A seguir, investigamos os resultados da aplicação do roteiro utilizando a simulação *Simulador de estações do ano*. Para isto, averiguamos as respostas de algumas questões redarguidas por uma parte dos estudantes.

A primeira questão respondida pelos estudantes foi:

Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:

- a) *Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior?*
- b) *Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor?*
- c) *Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre?*

Algumas das respostas são mostradas abaixo:

Resposta dos estudantes 4 e 5:

1- Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior? ~~DEZEMBRO~~ MARÇO
- b) Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor? SETEMBRO
- c) Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre? NENHUM

Resposta: a) Março; b) Setembro; c) Nenhum.

Resposta dos estudantes 9 e 12:

1- Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior? *dezembro*
 b) Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor? *junho*
 c) Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre? ~~sim~~ *não*

Resposta: a) Dezembro; b) Junho; c) Não.

Resposta dos estudantes 13 e 14:

1- Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior? *20 e 21 de março*
 b) Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor? *30 de dezembro*
 c) Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre? *não*

Resposta: a) 20 e 21 de março; b) 30 de dezembro; c) Não.

O objetivo deste primeiro questionamento era a verificação pelos estudantes de alguns aspectos sobre a incidência de raios solares sobre a Linha do Equador, tais como: a incidência solar é maior nos meses de setembro e março e menor nos meses de dezembro e junho; a variação do número de horas com a presença de Sol dos dias no decorrer do ano é pequena; não há dias com o Sol 24 horas abaixo da linha do horizonte.

Analisando as respostas, verificamos que os estudantes nas letras *a* e *b* responderam de forma incompleta ou errada. Pressupomos que estas respostas foram motivadas por um equívoco na interpretação da questão, onde o apontamento de um único mês já era suficiente na resposta. Já os erros podem ter sido provocados pela pequena variação no número de horas durante os dias do ano, levando a uma compreensão errônea. Contudo, a letra *c* foi respondida corretamente por todos os estudantes.

O segundo questionamento respondido pelos educandos foi:

Inserindo a latitude -23,5° e mudando os dias do ano, responda:

- a) *Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?*
 b) *Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período?*
 c) *Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?*

Uma parte das respostas é exibida na sequência:

Resposta dos estudantes 4 e 5:

2- Inserindo a latitude $-23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? *13 Janeiro Verão*
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? *13 Junho Inverno*
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? *16 DE SETEMBRO PRIMAVERA*

Resposta: a) 13 de janeiro, verão; b) 13 de junho, inverno; c) 16 de setembro, primavera.

Resposta dos estudantes 9 e 12:

2- Inserindo a latitude $-23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? *20 dezembro / Verão*
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? *21 de junho / Inverno*
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? *22 Setembro / Primavera*

Resposta: a) 20 de dezembro, verão; b) 21 de junho, inverno; c) 22 de setembro, primavera.

Resposta dos estudantes 13 e 14:

2- Inserindo a latitude $-23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? *21 dezembro (Verão)*
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? *21 de junho (Inverno)*
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? *21 setembro (Primavera)*

Resposta: a) 21 de dezembro, verão; b) 21 de junho, inverno; c) 21 de setembro, primavera.

O propósito desta questão era que os estudantes investigassem algumas particularidades sobre a incidência de raios solares e estações do ano na região do Trópico de Capricórnio, como por exemplo: a incidência solar é maior por volta do dia 21 de dezembro, data do início do verão; a incidência de raios solares é menor por volta do dia 20 de junho, dia do início do inverno. Ademais objetivou-se a verificação de que temos dois dias com a mesma duração da noite e do dia: por volta do dia 20 de março, o início do outono; por volta do dia 22 de setembro, o início da primavera.

Averiguamos que as respostas dos estudantes nas letras *a* e *b* estão certas. Na letra *c*, os educandos indicaram apenas a data aproximada do início da primavera, faltando falar da data de início do outono.

A terceira questão respondida pelos estudantes foi:

Inserindo a latitude $23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:

- a) *Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?*

- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período?
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?

Algumas das respostas são expostas a seguir:

Resposta dos estudantes 4 e 5:

3- Inserindo a latitude 23,5° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? 20 JUNHO VERÃO
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? 20 DEZEMBRO INVERNO
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? 20 MARÇO PRIMAVERA

Resposta: a) 20 de junho, verão; b) 20 de dezembro, inverno; c) 20 de março, primavera.

Resposta dos estudantes 9 e 12:

3- Inserindo a latitude 23,5° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? 21 JUNHO/INVERNO
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? 22 DEZEMBRO/VERÃO
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? 20 SETEMBRO/PRIMAVERA

Resposta: a) 21 de junho, inverno; b) 22 de dezembro, verão; c) 20 de setembro, primavera.

Resposta dos estudantes 13 e 14:

3- Inserindo a latitude 23,5° e mudando os dias do ano, responda:

- a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período? 24 JUNHO (INVERNO)
- b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? 21 DEZEMBRO (VERÃO)
- c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período? 20 MARÇO (OUTONO)

Resposta: a) 21 de junho, inverno; b) 21 de dezembro, verão; c) 20 de março, outono.

O intuito desta pergunta era a averiguação pelos educandos de algumas particularidades sobre a incidência de raios solares e estações do ano na região do Trópico de Câncer, como por exemplo: nos hemisférios norte e sul as estações não coincidem; a incidência solar é maior por volta do dia 20 de junho, data do início do verão; a incidência de raios solares é menor por volta do dia 21 de dezembro, dia do início do inverno. Além do mais, objetivou-se a verificação de que temos dois dias com a mesma duração da noite e do dia: por volta do dia 20 de março, o início da primavera; por volta do dia 22 de setembro, o início do outono.

Analisando as respostas dos educandos, constatamos que a maioria das datas aproximadas dos dias com maior e menor insolação estão corretas. No entanto, grande parte

redarguiu incorretamente qual estação estava começando não atentando que estas não coincidem nos dois hemisférios. Novamente, na letra *c*, os educandos indicaram apenas o dia aproximado de apenas um equinócio. Ressaltamos que a investigação acima foi realizada também para as latitudes dos círculos polares e nos polos.

O sétimo questionamento respondido pelos estudantes foi:

Qual é a principal causa das estações do ano?

- a) *A Lua.*
- b) *O Sol.*
- c) *A inclinação do eixo terrestre.*
- d) *A órbita elíptica da Terra.*

Uma fração das respostas é apresentada a seguir:

Resposta dos estudantes 4 e 5:

c) **A inclinação do eixo terrestre.**

Resposta: c) A inclinação do eixo terrestre.

Resposta dos estudantes 9 e 12:

c) **A inclinação do eixo terrestre.**

Resposta: c) A inclinação do eixo terrestre.

Resposta dos estudantes 13 e 14:

c) **A inclinação do eixo terrestre.**

Resposta: c) A inclinação do eixo terrestre.

Esta questão teve o propósito de corroborar a abordagem da principal causa das estações do ano nos questionamentos iniciais e na exposição das aulas. Investigando as respostas, detectamos que a maior parte dos educandos respondeu acertadamente, inferindo que assimilaram este objeto do conhecimento.

A nona pergunta respondida pelos educandos foi:

Complete as frases a seguir com as palavras MAIOR, MENOR e IGUAL, de forma a torná-las verdadeiras.

- a) *No Verão a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia.*
- b) *No primeiro dia de Verão, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano.*
- c) *No Outono a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é _____ à parte noturna.*
- d) *No Inverno a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia.*

- e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano.
- f) Na Primavera a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é _____ à parte noturna.

Algumas das respostas são apresentadas na sequência:

Resposta dos estudantes 4 e 5:

- a) No Verão a parte diurna é MAIOR que a parte noturna do dia.
- b) No primeiro dia de Verão, a parte diurna é MAIOR e a parte noturna é MEMOR que nos restantes dias do ano.
- c) No Outono a parte diurna é MEJOR que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é IGUAL à parte noturna.
- d) No Inverno a parte diurna é MEJOR que a parte noturna do dia.
- e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é MEJOR e a parte noturna é MAIOR que nos restantes dias do ano.
- f) Na Primavera a parte diurna é MAIOR que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é IGUAL à parte noturna.

Resposta: a) maior; b) maior, menor; c) menor, igual; d) menor; e) menor, maior; f) maior, igual.

Resposta dos estudantes 9 e 12:

- a) No Verão a parte diurna é MAIOR que a parte noturna do dia.
- b) No primeiro dia de Verão, a parte diurna é MAIOR e a parte noturna é MEJOR que nos restantes dias do ano.
- c) No Outono a parte diurna é IGUAL que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é MAIOR à parte noturna.
- d) No Inverno a parte diurna é MEJOR que a parte noturna do dia.
- e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é MEJOR e a parte noturna é MAIOR que nos restantes dias do ano.
- f) Na Primavera a parte diurna é MEJOR que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é IGUAL à parte noturna.

Resposta: a) maior; b) maior, menor; c) igual, maior; d) menor; e) menor, maior; f) maior, igual.

Resposta dos estudantes 13 e 14:

- a) No Verão a parte diurna é maior que a parte noturna do dia.
- b) No primeiro dia de Verão, a parte diurna é maior e a parte noturna é maior que nos restantes dias do ano.
- c) No Outono a parte diurna é menor que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é igual à parte noturna.
- d) No Inverno a parte diurna é menor que a parte noturna do dia.
- e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é menor e a parte noturna é maior que nos restantes dias do ano.
- f) Na Primavera a parte diurna é igual que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é maior à parte noturna.

Resposta: a) maior; b) maior, maior; c) menor, igual; d) menor; e) menor, maior; f) igual, maior.

Nesta questão, o intuito era o estudo e observação do número de horas com e sem a presença do Sol nas transições das estações e no decorrer do ano em geral. Nas letras *a*, *d* e *e*, todas as respostas dos estudantes estavam certas. Na letra *b*, poucos educandos confundiram ao escrever que no solstício de verão a parte noturna é maior que nos demais dias do ano. Na letra *f*, percebemos mais equívocos dos estudantes nas respostas.

Notamos, em algumas respostas do roteiro, uma pequena variação na data do início das estações. Como os educandos utilizaram o Simulador de estações do ano nos seus telefones celulares, esta inexatidão pode ter sido provocada por uma certa dificuldade em ajustar a data no ícone correspondente. No entanto, consideramos pertinente o uso de smartphones para simular os fenômenos acima referidos. Todavia, acreditamos que utilizar a simulação em computadores (sala de informática) possa facilitar a realização da atividade. Salientamos ainda, uma significativa melhora dos estudantes no desenvolvimento desta segunda atividade se comparada a anterior.

5.4 RESULTADOS E DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA 3

Nesta seção, apresentamos o desenvolvimento da aplicação das aulas e exibimos comentários dos estudantes durante a exposição dos objetos do conhecimento desta temática. Além disso, investigamos a atividade desenvolvida com a simulação *Simulador Lunar*.

A aula partiu da *problematização inicial*, que durou cerca de 20 minutos. O propósito foi despertar e/ou aumentar o interesse dos estudantes através das questões introdutórias sobre o tema da aula. Além do mais, foi investigado possíveis concepções espontâneas que eles possuam, para que possam ser abordadas e elucidadas durante a explanação das aulas.

O primeiro questionamento suscitado foi: *A fase e a face da Lua são as mesmas em todo o globo terrestre?* Acerca desta questão, os estudantes comentaram desconhecem a resposta.

A segunda questão promovida na conversação inicial foi: *Quais as causas de termos diferentes fases da Lua?* Este questionamento fora abordado também no teste de concepções espontâneas. Repetidamente, vários educandos relacionam a causa das fases da Lua com a projeção de sombras da Lua na Terra ou da Terra na Lua. Ademais, já foi discutida na literatura, como por exemplo em no breve histórico de concepções espontâneas de Iachel, Langhi e Scalvi (2008) e na pesquisa realizada por Darroz *et al* (2013).

No prosseguimento das questões introdutórias, a terceira pergunta realizada foi: *O que é um mês e por que possui aproximadamente 30 dias?* Quanto a esta questão, dois estudantes comentaram que o intervalo de tempo de uma semana corresponde “a troca de fases da Lua”, mas nenhum estudante relacionou o intervalo de tempo de um mês com o tempo de uma luação.

A quarta pergunta introdutória abordou a causa dos eclipses: *Quais os tipos de eclipses que temos? Em quais circunstâncias eles ocorrem?* Acerca deste questionamento, vários estudantes mencionaram acertadamente os eclipses solar e lunar, não sabendo quais as causas destes fenômenos.

Posteriormente, começamos a *organização do conhecimento*, no qual foi gasto por volta de 90 minutos. Sua execução foi feita com o auxílio de projetor multimídia para a exposição da aula produzida em PowerPoint, para a apresentação de vídeo e demonstração dos fenômenos na simulação computacional.

O segundo momento pedagógico, iniciou-se com a explicação de que a observação da Lua permitiu que os antigos constatassem que um ciclo completo de suas fases, ocorria em um intervalo de tempo de cerca de 29 ou 30 dias. Definimos que um Mês Sinódico compreende um intervalo de tempo aproximado de 29,5 dias terrestres, sendo o tempo entre duas fases iguais consecutivas da Lua. Foi ressaltado que não existem somente quatro fases lunares, mas sim dias de luação. Foi abordada também a ligação do mês sinódico com o calendário lunar.

Explicou-se também que as fases da Lua resultam do fato de que ela não é um corpo luminoso, mas sim um corpo iluminado pela luz do Sol. Abordamos que a face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol e que a fase que a Lua está representa o quanto dessa face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra. Além disso, foi comentado que conforme a Lua orbita em torno da Terra, concluindo seu ciclo de fases, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra.

No prosseguimento da aula, foi abordado sobre as quatro principais fases da Lua: Nova, Quarto-Crescente, Cheia e Quarto-Minguante, bem como as principais características de cada uma, ressaltando as diferenças observadas nos dois hemisférios. Apresentamos o vídeo *ABC da Astronomia: fases da Lua* com duração de 04:18 minutos para a corroboração dos conceitos vistos até o momento.

No decorrer desta parte da explicação, os educandos 3, 4 e 5, mencionaram que eram filhos de agricultores e relacionaram as fases lunares com a época de plantio de determinados cultivares, assim como os impactos produzidos na produção. As estudantes 6, 11 e 14 teceram comentários acerca da influência da Lua no crescimento dos cabelos. Além disso, houve alusão ao horóscopo, onde a Lua pode interferir na personalidade das pessoas. Segundo o levantamento de concepções espontâneas de Langhi (2011), é corriqueiro entre professores e estudantes estes tipos de concepções alternativas.

Em seguida, ocorreu a explicação de como acontecem os eclipses. Abordado que quando a Lua entra na sombra da Terra, temos um eclipse lunar e quando a Terra é atingida pela sombra da Lua, temos um eclipse solar. Explicado também que somente quando a Lua está na fase Cheia podem ocorrer os eclipses lunares e que estes poderão ser vistos do hemisfério da Terra onde é noite. No entanto, um eclipse do Sol ocorre quando a Lua está na fase Nova, ficando entre o Sol e a Terra. Exibimos um vídeo sobre como se formam os eclipses intitulado *Eclipses lunar e solar* com duração de 5:00 minutos para fazer o encerramento da exposição com imagens e vídeos.

Na sequência da exposição dos objetos do conhecimento da temática, iniciou-se o encaminhamento da atividade com a simulação. Para tal, foram mostradas as funcionalidades, os ícones e como usá-la.

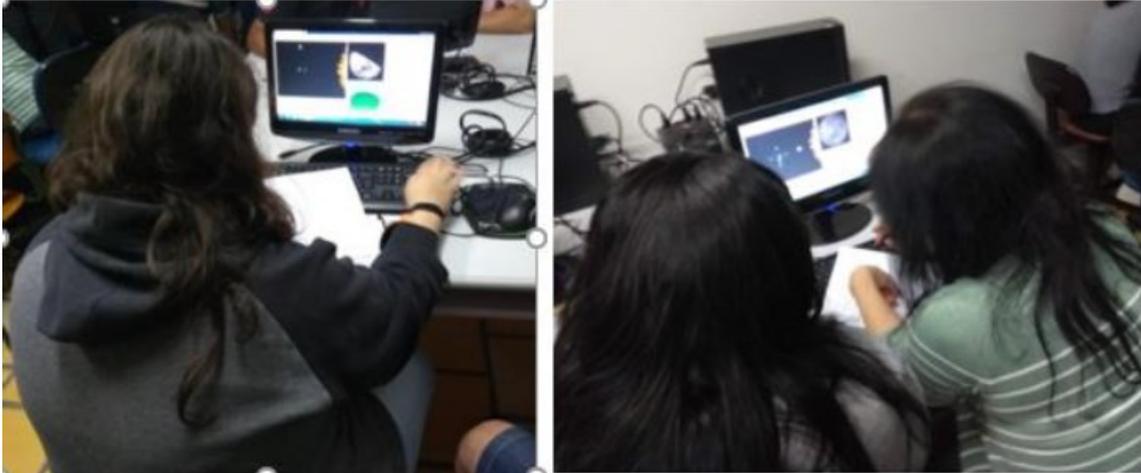
Figura 26 - Explicação das funcionalidades e ícones do Simulador Lunar.



Fonte: O autor.

A *aplicação do conhecimento* durou por volta de 60 minutos e ocorreu na sala de informática. Nesta etapa, os estudantes realizaram uma atividade que consistia na resposta de um roteiro sobre as fases da Lua e eclipses utilizando o *Simulador Lunar*. Esta atividade foi realizada em duplas e trios devido a falta de computadores para todos os educandos.

Figura 27: Estudantes respondendo o roteiro baseado no Simulador Lunar.



Fonte: O autor.

A seguir, investigamos os resultados da aplicação do roteiro utilizando a simulação Simulador Lunar. Para isto, averiguamos as respostas redarguidas por alguns dos estudantes acerca de três questões sobre as fases da Lua.

A primeira questão respondida pelos estudantes foi:

Inserindo a latitude -27° e variando os dias de 0 dia à 29 dias, responda:

a) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?*

b) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?*

Algumas das respostas são mostradas abaixo:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

a) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?*

RESPOSTA: De 0 à 14 dias

b) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?*

RESPOSTA: De 14 à 27 dias

Resposta: a) De 0 à 14 dias; b) De 14 à 27 dias.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

a) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?*

RESPOSTA: 0 e 14 dias.

b) *Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?*

RESPOSTA: 15 e 29 dias

Resposta: a) De 0 a 14 dias; b) De 15 a 29 dias.

Resposta dos estudantes 5 e 11:

a) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?

RESPOSTA: 14 dias

b) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?

RESPOSTA: 14 dias

Resposta: a) 14 dias; b) 14 dias.

O propósito desta questão era que os estudantes constatassem que um ciclo completo das fases da Lua ocorre em um intervalo de tempo aproximado de 29 dias. Também, que não existem somente quatro fases lunares, mas sim dias de luação com porcentagens diferentes de iluminação da face da Lua voltada para a Terra. Além disto, objetivou-se: na letra *a*, a verificação que a Lua, inicialmente na fase Nova vai aumentando gradativamente sua face iluminada até atingir a fase Cheia em um tempo próximo de 14,5 dias; na letra *b*, a percepção de que a Lua, inicialmente Cheia vai diminuindo a face iluminada até ficar totalmente sem luminosidade atingindo a fase Nova em mais 14,5 dias. Averiguamos que as respostas da maioria dos estudantes se aproxima ou condiz com a explicação do fenômeno da luação.

O segundo questionamento respondido pelos educandos foi:

Inserindo a latitude -27° , o dia 0 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

- Qual é a fase da Lua presente no céu?
- Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?
- Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?
- De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

Uma parte das respostas é exibida a seguir:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: Lua Nova

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: 12:00 horas

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: 6 horas no Leste e 18:00 horas no Oeste.

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: De 0 a 6 horas

Resposta: a) Lua Nova; b) 12:00 horas; c) 6 horas no Leste e 18:00 horas no Oeste; d) De 0 a 6 horas.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: Lua Nova

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: as 12 horas.

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: Nasce as 6 horas e se põe as 18 horas.

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: das 18 horas as 6 horas

Resposta: a) Lua Nova; b) as 12 horas; c) nasce as 6 horas e se põe as 18 horas; d) Das 18 as 6 horas.

Resposta dos estudantes 5 e 11:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: Nova

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: 12H

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: 6H se põe 18H

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: 18H às 6H

Resposta: a) Nova; b) 12h; c) 6h se põe as 18h; d) 18h as 6h.

O intuito desta pergunta era a averiguação pelos educandos de algumas particularidades sobre a Lua nesta configuração, tais como: no primeiro dia da luação, a Lua está na fase Nova; nasce aproximadamente as 6 horas e se põe aproximadamente as 18 horas; encontra-se no ponto mais alto no céu às 12 horas; das 18 horas às 6 horas, fica na região abaixo do plano do observador.

Analisando as respostas dos educandos, constatamos que nas letras *a*, *b* e *c* a grande maioria respondeu corretamente, a fase da Lua, horário mais alto no céu e o período que está presente no céu. Contudo, houveram alguns equívocos quanto ao horário que a Lua Nova está abaixo da linha do horizonte.

A quarta indagação do roteiro foi:

Inserindo a latitude -27° , o dia 14,5 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

e) *Qual é a fase da Lua presente no céu?*

f) *Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?*

g) *Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?*

h) *De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?*

Uma fração das respostas é exposta na sequência:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para 14,5 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: Lua cheia

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: De 0 a 24h

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: De 17 a 5h

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: De 6 a 18h

Resposta: a) Lua Cheia; b) De 0 a 24h; c) De 17 a 5h; d) De 6 a 18h.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para 14,5 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: lua cheia

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: 24 horas

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: nasce as 18 horas e se põe as 6 horas.

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: das 6 horas as 18 horas.

Resposta: a) Lua Cheia; b) 24 horas; c) nasce as 18 horas e se põe as 6 horas; d) Das 6 horas as 18 horas.

Resposta dos estudantes 5 e 11:

Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para 14,5 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: Lua Cheia

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: 24 h

c) Quais horários a Lua nasce no Leste e se põe no Oeste?

RESPOSTA: 18h se põe as 6:00 h

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: 6:00 h até as 18h

Resposta: a) Lua Cheia; b) 24h; c) 18h se põe as 6:00h; d) 6:00h até as 18h.

O intuito desta pergunta era que os estudantes verificassem algumas características da Lua nesta configuração, como por exemplo: neste dia da luação, a Lua está na fase Cheia; nasce aproximadamente as 18 horas e se põe aproximadamente as 6 horas; encontra-se no ponto mais alto no céu a meia-noite; das 6 horas às 18 horas, fica na região abaixo do plano do observador.

Na investigação das respostas dos estudantes, constatamos que nas letras *a* e *d* a grande maioria respondeu corretamente, a fase da Lua e o intervalo de tempo que a Lua Cheia não está

visível na abóbada celeste. No entanto, percebemos equívocos no horário que a Lua está no ponto mais alto e o período que está presente no firmamento.

Evidenciamos que as mesmas indagações foram efetuadas para as outras duas principais fases da Lua, Quarto-Crescente e Quarto-Minguante. No geral, notamos um bom desempenho dos educandos no estudo das fases da Lua, com respostas plausíveis.

Na continuidade das respostas do roteiro, os estudantes investigaram em que circunstâncias ocorrem os eclipses. Mostraremos algumas colocações acerca do eclipse lunar.

A primeira averiguação para ser feita foi:

Com o simulador em 2D, mude os dias até que a Lua fique na fase Cheia. Por que conseguimos observar a Lua se a Terra está entre ela e o Sol? Ou ainda, por que a sombra da Terra não impede que vejamos a Lua Cheia?

Uma parte das respostas é mostrada a seguir:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

RESPOSTA: devido a distância.

Resposta: Devido a distância.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

RESPOSTA: Por reflexo do Sol. Porque os reflexos a luminosidade do Sol passa pelas laterais de terra. (Por cima ou por baixo).

Resposta: Por reflexo do Sol. Porque a luminosidade do Sol passa pelas laterais da Terra (Por cima ou por baixo).

Resposta dos estudantes 4, 10 e 18:

RESPOSTA: Por que os raios solares vão passar por baixo por cima da Terra.

Resposta: Por que os raios solares vão passar por baixo por cima da Terra.

O propósito desta questão era a aferição pelos estudantes de que a causa das fases da Lua não está relacionada com a sombra projetada de um astro no outro. Ademais, que percebessem que a luz solar, devido ao tamanho do Sol e da sua distância, passa pela Terra e chega até a Lua, fazendo com que ela, nesse momento fique iluminada.

Na averiguação das respostas, constatamos que boa parte dos estudantes relacionou o fato da luz solar passar pela Terra e atingir a Lua por causa da distância entre ambos e pelos raios solares passarem “por cima”, “por baixo” ou “pelos lados” da Terra. Entretanto, a questão foi respondida de forma incompleta pela maioria dos educandos.

A quarta análise feita foi:

Selecione e mude o “Mês Draconiano” e veja o que acontece com o movimento da órbita descrita pela Lua. Analise se terão momentos em que a luz do Sol que atinge a Lua passará por cima da Terra. E também, se haverá momentos que a Lua ficará na sombra da Terra.

Uma parte das respostas é mostrada a seguir:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

RESPOSTA: passará por cima, por baixo e ficará na sombra da Terra.

Resposta: Passará por cima, por baixo e ficará na sombra da Terra.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

RESPOSTA: Sim passará por cima da Terra e haverá momentos que a Lua ficará na sombra da Terra.

Resposta: Sim passará por cima da Terra e haverá momentos que a Lua ficará na sombra da Terra.

Resposta dos estudantes 4, 10 e 18:

RESPOSTA: vai ter momentos que a Lua ficará por baixo por cima e na sombra da Terra

Resposta: vai ter momentos que a Lua ficará por baixo por cima e na sombra da Terra.

A finalidade deste questionamento consiste na observação pelos estudantes de que haveria momentos que a Lua seria atingida pela luz solar e configurações específicas que ficaria na sombra da Terra, instante em que ocorreria um eclipse lunar. Nas suas respostas, a maioria dos educandos mencionaram acertadamente que a Lua, em arranjos especiais, ficaria na sombra terrestre.

A quinta análise feita foi:

Qual é o tipo de eclipse que pode acontecer nessa configuração?

Algumas das respostas são expostas a seguir:

Resposta dos estudantes 1, 2 e 16:

RESPOSTA: LUNAR

Resposta: Lunar.

Resposta dos estudantes 3 e 17:

RESPOSTA: Eclipse lunar.

Resposta: Eclipse lunar.

Resposta dos estudantes 4, 10 e 18:

RESPOSTA: no eclipse lunar

Resposta: só eclipse lunar.

Nesta indagação final, objetivamos a visualização pelos educandos de que quando as órbitas da Terra e Lua estivessem alinhadas no nodo ascendente e coincidir que isso for em uma Lua Cheia e em um instante que a Lua estivesse na sombra da Terra, teríamos um eclipse lunar. Constatamos que todos os estudantes responderam corretamente, dando a entender que assimilaram os conceitos propostos.

Observando e comparando com as duas atividades anteriores realizadas nos smartphones, percebemos que ao utilizar a sala de informática/computadores para estudar os fenômenos no *Simulador Lunar*, os educandos tiveram maior predisposição e facilidade para responder este roteiro. Entretanto, consideramos oportunos tanto o uso de smartphones quanto de computadores para a realização das atividades com as três simulações.

5.5 RESULTADOS E ANÁLISE DO PÓS-TESTE

No fechamento das aulas, foi aplicado um pós-teste com questões referentes aos objetos do conhecimento das três temáticas. A seguir, apresentamos uma parte das respostas dos estudantes em alguns destes questionamentos.

A primeira pergunta respondida pelos educandos foi:

Qual é o formato que a Terra possui?

Uma parte das respostas é mostrada a seguir:

Resposta do estudante 2:

Redonda

Resposta: Redonda.

Resposta do estudante 6:

Redonda

Resposta: Redonda.

Resposta do estudante 18:

A Redondada

Resposta: Arredondada.

Acerca do formato do nosso planeta, a grande maioria dos educandos apontou que a Terra é redonda ou arredondada, indicando a percepção dela como esférica ou aproximadamente esférica.

O segundo questionamento respondido pelos estudantes foi:

Atualmente, o que se pode dizer da localização do centro do universo?

- a) *A Terra está no centro.*
- b) *O Sol está no centro.*
- c) *A galáxia Via Láctea está no centro.*
- d) *Uma galáxia distante e desconhecida está no centro.*
- e) *O Universo não tem um centro.*

Algumas das respostas são exibidas na sequência:

Resposta do estudante 4:

e) O Universo não tem um centro.

Resposta: letra e.

Resposta do estudante 10:

e) O Universo não tem um centro.

Resposta: letra e.

Resposta do estudante 13:

a) A Terra está no centro.

Resposta: letra a.

Embora a abordagem insistente da Terra na visão heliocêntrica e o Universo sem um centro, observamos que boa parte dos estudantes continuaram com visão geocêntrica do sistema solar e do Universo.

A terceira indagação respondida pelos educandos foi:

Qual é a principal causa das estações do ano?

- a) *A Lua.*
- b) *Nenhuma das alternativas.*
- c) *A inclinação do eixo terrestre.*
- d) *A órbita elíptica da Terra.*

Uma parte das respostas é apresentada a seguir:

Resposta do estudante 5:

A inclinação do eixo terrestre.

Resposta: letra c.

Resposta do estudante 6:

A Lua.

Resposta: letra a.

Resposta do estudante 10:

A inclinação do eixo terrestre.

Resposta: letra c.

O sexto questionamento respondido pelos estudantes foi:

O que faz com que o verão seja mais quente que o inverno?

- a) *A Terra está mais próxima do Sol no verão.*
- b) *O período de luz do dia é mais longo no verão.*
- c) *O Sol fica mais alto no céu no verão.*
- d) *B e C estão corretas.*
- e) *Todas estão corretas*

Uma fração das respostas é apresentada na seguida:

Resposta do estudante 2:

A Terra está mais próxima do Sol no verão.

Resposta: letra a.

Resposta do estudante 10:

Todas estão corretas.

Resposta: letra e.

Resposta do estudante 17:

d) B e C estão corretas.

Resposta: letra d.

Novamente, um questionamento replicado de uma atividade anterior e bastante frisado na exposição das aulas da temática 2. Observamos que uma parcela dos estudantes continua relacionando a causa das estações do ano com a alteração da distância da Terra em relação ao Sol.

A sétima questão respondida pelos educandos foi:

Qual é a causa das fases da Lua?

- a) *A sombra da Lua na Terra*
- b) *A sombra da Terra na Lua.*
- c) *A sombra do Sol e Terra na Lua.*
- d) *Nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.*

Algumas das respostas são expostas na sequência:

Resposta do estudante 4:

d) *Nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.*

Resposta: letra d.

Resposta do estudante 6:

d) *Nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.*

Resposta: letra d.

Resposta do estudante 14:

c) *A sombra do Sol e Terra na Lua.*

Resposta: letra c.

Esta questão foi abordada no teste de concepções espontâneas, durante as aulas e atividade da terceira temática. Mesmo havendo uma melhora nas respostas, notamos que alguns estudantes prosseguem associando a causa das fases da Lua com a projeção de sombras da Lua na Terra ou da Terra na Lua.

Sobre esta continuidade de ideias prévias nos estudantes embora estes terem vistos noções científicas, Mortimer (1996), em seus estudos, discorre que

A noção de perfil conceitual nos fornece elementos para entender a permanência das ideias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas. Ao mesmo tempo, muda-se a expectativa em relação ao destino dessas ideias, já que se reconhece que elas podem permanecer e conviver com as ideias científicas, cada qual sendo usada em contextos apropriados. Além disso, ao propiciar a contextualização das ideias alternativas como parte de um repertório disponível na cultura cotidiana, a noção de perfil conceitual abre a possibilidade para a reinterpretação dos resultados disponíveis na literatura (p.34).

Visto que o componente curricular de Física foi ministrado por outra docente, não foi possível incentivar antecipadamente a observação de fenômenos astronômicos pelos estudantes e nem inserir conceitos relativos aos objetos do conhecimento relacionados as temáticas das

aulas. Ressalta-se também, a impossibilidade da observação do céu devido as más condições do tempo nas noites que decorreram a realização das aulas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das aulas ocorreu no segundo semestre de 2019, sendo dividida em três encontros noturnos com uma turma da EJA. Analisando a aplicação do produto didático, sugerimos empregar um tempo maior para a exposição das temáticas e das suas respectivas avaliações. Além disto, para os estudantes terem mais tempo para aprender a utilizar os simuladores, recomendamos fazer a explanação dos conceitos científicos e as aplicações das atividades com as simulações em momentos/dias diferentes.

O desenvolvimento e aplicação das aulas centradas nas simulações *Experimento de Eratóstenes*, *Simulador de estações do ano* e *Simulador Lunar* foram elaborados para serem aplicados de maneira conjunta na modalidade de ensino EJA. Contudo, isto não impede que as temáticas e suas respectivas atividades sejam aplicadas separadamente, ou ainda, no ensino médio regular.

No que se refere a utilização de TICs como promovedoras de novas possibilidades para a melhoria da prática educacional docente, acreditamos na sua contribuição no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos. No âmbito da Astronomia, percebemos a importância das TICs durante a transposição de fenômenos astronômicos (estações do ano, fases da Lua, lunação, eclipses, etc.) do ambiente natural para o celular e/ou computador.

Desta forma, constatamos que mesmo sendo simplificações dos fenômenos astronômicos estudados, as simulações apresentaram boa potencialidade na ilustração das situações desejadas, servindo como modelos dos quais informações úteis podem ser retiradas e estudadas. Além disto, percebemos que ao simular os fenômenos, os estudantes elaboraram explicações sobre o fenômeno ocorrido no ambiente natural.

Dessarte, as três simulações concebidas a partir do EJS mostraram-se boas ferramentas para o estudo dos objetos do conhecimento em questão. Baseado na utilização da simulação *Experimento de Eratóstenes*, averiguamos que os estudantes obtiveram valores satisfatórios para a medida do raio terrestre, precisando apenas da distância correspondente entre as latitudes selecionadas de cidades locais. Usando o *Simulador de estações do ano*, os educandos conseguiram investigar a causa das estações do ano, incidência solar na região de maneira razoável. Fundamentado no uso do *Simulador Lunar*, foram transpostos os acontecimentos do meio natural relacionados as fases lunares e aos eclipses.

Sendo assim, foi possível o estudo de fenômenos que necessitariam de um intervalo de tempo maior do que o das aulas (dias, semanas, meses e anos). Ademais, verificamos a

importância de conciliar a utilização das simulações com os materiais disponíveis no ambiente escolar.

Os 3MP, referencial teórico utilizado para a elaboração e aplicação das aulas, adequou-se na abordagem dos conceitos astronômicos fundamentados na realidade dos estudantes. Sua utilização promoveu a tomada de iniciativa dos educandos para o desenvolvimento da aprendizagem dos fenômenos astronômicos abordados.

De modo geral, pode-se dizer que o objetivo de proporcionar aos estudantes o entendimento de que a Astronomia é uma ciência que está em um processo contínuo de construção ao longo da civilização foi atingido. Além do que, os educandos tiveram a oportunidade de aprender e entender fenômenos astronômicos presentes no seu cotidiano, como o movimento aparente do Sol, as estações do ano, fases da Lua e eclipses.

REFERÊNCIAS

ABC da Astronomia: fases da Lua. Disponível em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=N2wTtaJEtNY>>. Acesso em; 10 nov.2018.

ALVES, F. R. J.; SOBREIRA, P. H. A. Concepções alternativas e modelos mentais sobre o movimento anual aparente do Sol: uma investigação sobre estações do ano no planetário da UFG. **III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**, Curitiba, PR, 2014.

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**, Limeira, n. 10, p. 7–22, 2010.

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.,1984.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei n. 9394/96**. Brasília, DF: MEC, 1996.

BRASIL. PCN+ **Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC, 2002. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf >. Acesso em: 6 ago. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC. 2000.

BRETONES, P.S. **A astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. Tese de doutorado em Geociências– Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

BRETONES, P. S; COMPIANI, M. A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 173-188, 2010.

BUCCIARELLI, P. **Recursos didáticos de Astronomia para o Ensino Médio e fundamental**. 2001. 57f. Monografia (Licenciatura em Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CANIATO, R. **Um projeto brasileiro para o ensino de física**. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1974.

CARVALHO, E. A.; ARAÚJO, P. C. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas I : geografia**. Natal, RN : EDUFRN, 2008. 248 p. Disponível em: < http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/leituras_cartograficas/Le_Ca_A08_J_GR_260508.pdf > . Acesso em: 27 abr. 2020.

CIRIACO, D. Guia completo: como usar o google maps. Disponível em: < <https://canaltech.com.br/mercado/guia-completo-como-usar-o-google-maps/> >. Acesso em: 6 ago. 2018.

DARROZ, L. M. *et al.* As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira n. 16, p. 73-85, 2013.

DELIZOICOV, D. **Didática Geral**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, C. A.; SANTA RITA, J. R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira, n. 6, p. 55-65, 2008.

DIAS, M. B. **Astronomia na Educação de Jovens e Adultos: uma proposta**. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte, 2010.

DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos de matemática elementar: geometria plana**. v. 9, 6. Ed. São Paulo: Atual, 1985.

Eratóstenes e a circunferência da Terra. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=fu9Z7YuXLVE> >. Acesso em: 24 ago. 2019.

ESQUEMBRE, F. **Easy Java Simulation**. Disponível em: <<https://www.um.es/fem/EjsWiki/>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

Estações do ano (vídeo aula de geografia). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>>. Acesso em: 06 out. 2019.

FIGUEIRA, J. S. Easy Java simulations – Modelagem computacional para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 4, p. 613 – 618, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 47. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.

GADOTTI, M; ROMÃO, J. E. (orgs). **Educação de Jovens e Adultos: teoria, prática e proposta**. 12. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GAMA, A. C. **O ensino de física na EJA: uma proposta com foco na utilização de atividades experimentais demonstrativas – um exemplo no estudo da hidrostática**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/09.pdf>> Acesso em: 13 ago. 2018.

GONÇALVES, M. A. S. **O Easy Java Simulations como ferramenta de ensino e aprendizagem**. Dissertação de Mestrado, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2011.

GOOGLE MAPS. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 06 de agosto de 2018.

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**, Limeira, n. 5, p. 25-37, 2008.

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

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia**. Dissertação (Mestrado em Educação), Instituto de Física e Faculdade de Educação, USP, 2002.

LONGHINI, M. D. O Universo representado em uma caixa: introdução ao estudo da Astronomia na formação inicial de professores de Física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira, n. 7, p. 31-42, 2009.

LONGUINI, M.D.; MATSUNAGA, E. Y. **Uma investigação sobre as ideias de alunos do ensino fundamental de diferentes idades acerca de temas de Astronomia**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI, 2008, Curitiba. Anais de XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba: UTFPR, p. 1-13.

LUZ, T.M. **Uma proposta para o ensino das estações do ano com base em um referencial topocêntrico. 116F**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática - UFU), 2016.

LYRA, D. G. G. **Os três momentos pedagógicos no ensino de ciências na educação de jovens e adultos da rede pública de Goiânia, Goiás: o caso da Dengue**. 115 F. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – UFG), novembro de 2013.

LYRA, D. G. G.; OLIVEIRA, L. G.; BARRIO, J. B. M. Os Três momentos pedagógicos do ensino de ciências na educação de jovens e adultos na rede 91 pública de Goiânia, Goiás, Brasil. O caso da Dengue e o enfoque CTS. **Revista Enseñanza de las Ciencias**. (in press), 2013.

MACHADO, D. I.; SANTOS, P. L. V. A. D. Avaliação da hiperfórmula no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**, Bauru, p. 75-100, 2004.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MILONE, A. C.; WUENSCH, C. A.; RODRIGUES, C. V.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; BOAS, J. W. V.; NETO, T.V. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. Divisão de Astrofísica. São José dos Campos: INPE. 2003.

MORAES, L. D. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de astronomia na educação básica com o uso do software astro 3D**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Física, Universidade Federal de Alfenas, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EDUE, 2011.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica**. v.1, 4. ed. São Paulo: Blucher, 2002.

O Pálido Ponto Azul. Disponível em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=tRjVDOgGJ8Y&t=85s> >. Acesso em: 24 ago. 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. 2014. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf> >. Acesso em 22 ago. 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. 2000. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/> >. Acesso em 28 ago. 2020.

SANT'ANNA, E. P. **Uma proposta dialógica para o ensino de Astronomia e Física para alunos da modalidade da Educação de Jovens e Adultos de Vitória a partir de uma problematização do tema "meteoros"**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SANTOS, A. J. J.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. 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**, v. 29, n. 3, 2012.

SARAIVA, M. F. O.; AMADOR, C.; KEMPER, E.; GOULART, P.; MULLER, A. As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira, v.1, n.4, p. 9-26, 2007.

VINAGRE, A. L. M. **Eratóstenes e a Medida do Diâmetro da Terra**. 2002. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2002/940298_AndreVinagre_Eratostenes.pdf> . Acesso em: 22 abr. 2020.

VERONEZ, D.; LUNKES, M.; MUCHENSKI, F.; VIZZOTTO, L. A Utilização das TICs no Ensino de Física para trabalhar conceitos de MRU e MRUV. **Ensino & Pesquisa**, v. 13, n. 01, 2015.

APÊNDICE A – PRODUTO DIDÁTICO



PRODUTO DIDÁTICO

A UTILIZAÇÃO DE TICs COMO INSTRUMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

CLEZIO MONCHESKI

UNIVERSIDADE DE SANTA CATARINA – UFSC

2020

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Página inicial do experimento de Eratóstenes	11
Figura 2 - Página inicial do Simulador de estações do ano	12
Figura 3 - Página inicial do Simulador Lunar em 2D	13
Figura 4 - Página inicial do Simulador Lunar em 3D	14
Figura 5 - Localização da cidade de Alexandria no Google Maps	30
Figura 6 - Localização da cidade de Assuã no Google Maps	30
Figura 7 - Obtenção da latitude e longitude das cidades de Alexandria e Assuã	31
Figura 8 - Distância em linha reta entre Alexandria e Assuã	32
Figura 9 - Inserção das latitudes aproximadas de Alexandria e Assuã	33
Figura 10 - Medição do ângulo de incidência solar em Alexandria e Assuã	33
Figura 11 - Pesquisa de cidades com longitudes próximas	35
Figura 12 - Latitude e longitude das cidades de Rio do Sul e São José do Rio Preto	36
Figura 13 - Inserção das latitudes aproximadas de Rio do sul e São José do Rio Preto	36
Figura 14 - Ângulo de incidência solar em Rio do Sul e São José do Rio Preto	37
Figura 15 - Incidência de luz solar na latitude 0°	48
Figura 16 - Solstício de verão na latitude $-23,5^{\circ}$	49
Figura 17 - Solstício de verão na latitude $23,5^{\circ}$	59
Figura 18 - Inverno no Círculo Polar Antártico	50
Figura 19 - Inverno no Polo Sul	51
Figura 20 - Face iluminada da Lua até atingir a fase Cheia	60
Figura 21 - Face iluminada da Lua até atingir a fase Nova	60
Figura 22 - Simulando a Lua Nova	61
Figura 23 - Horário que a Lua Nova nasce na região leste	61
Figura 24 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Crescente	62
Figura 25 - Horário que a Lua Quarto-Crescente nasce na região leste	62
Figura 26 - Face iluminada da Lua na fase Cheia	63
Figura 27 - Horário que a Lua Cheia nasce na região leste	63
Figura 28 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Minguante	64
Figura 29 - Horário que a Lua Quarto-Minguante nasce na região leste	64
Figura 30 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Crescente	65
Figura 31 - Lua Cheia	66
Figura 32 - Movimento relativo Terra-Sol-Lua	66

Figura 33 - Eclipse lunar	67
Figura 34 - Lua Nova	68
Figura 35 - Eclipse solar	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma das etapas do produto didático	17
Quadro 2 - Respostas das questões do roteiro da atividade usando o Simulador de estações do ano	44
Quadro 3 - Respostas das questões do roteiro da atividade usando o Simulador Lunar	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	8
3	SOFTWARES UTILIZADOS	9
3.1	EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES	10
3.2	SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO	12
3.3	SIMULADOR LUNAR	13
4	ESTRUTURA E CRONOGRAMA DAS AULAS	16
5	TEMÁTICA 1: SURGIMENTO E IMPORTÂNCIA DA ASTRONOMIA	20
5.1	DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS	20
5.2	PRÉ-TESTE DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	23
5.3	RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	26
5.4	ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES	27
5.5	EXEMPLOS COM A SIMULAÇÃO EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES	29
5.5.1	Determinação do raio da Terra a partir das cidades de Alexandria (Egito) e Assuã (Egito)	29
5.5.2	Determinação do raio da Terra a partir de duas cidades com longitudes aproximadamente iguais	34
6	TEMÁTICA 2: MOVIMENTO APARENTE DO SOL E AS ESTAÇÕES DO ANO	39
6.1	DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS	39
6.2	ROTEIRO PARA O SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO	42
6.3	RESPOSTAS PARA O ROTEIRO SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO	44
6.4	EXEMPLO COM O SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO	47
7	TEMÁTICA 3: LUNAÇÃO, FASES DA LUA E ECLIPSES	52
7.1	DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS	52
7.2	ROTEIRO PARA O SIMULADOR LUNAR	54
7.3	RESPOSTAS PARA O ROTEIRO DO SIMULADOR LUNAR	57
7.4	EXEMPLO COM O SIMULADOR LUNAR	59
7.5	PÓS-TESTE	69
7.6	RESPOSTA DO PÓS-TESTE	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

APRESENTAÇÃO

Enquanto criança, em uma pequena cidade do interior de Santa Catarina, amava admirar o céu noturno e tinha a diligência em saber como os fenômenos da natureza ocorriam.

Por ser de uma família de agricultores e querendo aprofundamento na área decidi ingressar no curso de Engenharia Agrônômica. Frequentando as aulas conheci um professor de Física que tinha um projeto de observação astronômica que avivou minha paixão pela Astronomia. Por conseguinte, no mesmo ano pedi transferência para o curso de Licenciatura em Física.

No último semestre da graduação percebi a necessidade de aprimorar a minha formação acadêmica, busquei por programas de pós-graduação e vi no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física uma excelente oportunidade. Decidi concorrer a uma vaga para este mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina, no segundo semestre do ano de 2017.

Nas aulas, aprofundei meus conhecimentos em objetos do conhecimento importantes de Física e também em teorias educacionais e métodos de ensino e aprendizagem. Estas novas experiências acadêmicas corroboraram a visão da educação como agente transformadora da sociedade na qual o docente é um dos protagonistas.

No mestrado conheci o professor Esley Scatena Gonçalves, que com sua experiência na Educação em Astronomia, tornou-se meu orientador na dissertação. Dessa forma, com seu auxílio, desenvolvi um conjunto de atividades para o ensino de Astronomia, as quais foram aplicadas nas aulas de Física de uma turma da Educação de Jovens e Adultos.

1 INTRODUÇÃO

Este produto educacional apresenta objetos do conhecimento relacionados à Astronomia objetivando possibilitar ao estudante da Educação de Jovens e Adultos uma visão crítica e consciente do seu lugar no Universo. As temáticas são abordadas através de aulas expositivas e atividades centralizadas nas simulações computacionais *Experimento de Eratóstenes*, *Simulador de estações do ano* e *Simulador Lunar*, desenvolvidas a partir do software *Easy Java Simulations* (EJS).

As aulas foram divididas em três temáticas e estas expostas por meio do referencial teórico *os Três Momentos Pedagógicos* (3MP), através do qual o docente tem condições de problematizar os fenômenos astronômicos que serão abordados no decorrer das aulas, bem como organizar o conhecimento sobre estes fenômenos e aplicar este conhecimento através de atividades propostas com as simulações computacionais utilizando smartphones e/ou computadores, de um questionário diagnóstico de concepções alternativas e de um pós-teste.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são expostos a seguir:

- a) Utilizar simulações computacionais e os 3MP enquanto meios para a educação em Astronomia;
- b) Produzir e disponibilizar materiais didáticos de objetos do conhecimento relacionados à Astronomia para a modalidade de ensino EJA.
- c) Proporcionar aos estudantes o entendimento de que a Astronomia é uma ciência inacabada, que nasceu e cresceu progressivamente para atender as necessidades religiosas, econômicas e sociais do ser humano, estando assim, em um processo contínuo de construção ao longo da civilização;
- d) Promover aos educandos o aprendizado e o entendimento de fenômenos astronômicos presentes no seu cotidiano, como o movimento aparente do Sol, as estações do ano, fases da Lua e eclipses.

3 SOFTWARES UTILIZADOS

Para o desenvolvimento e aplicação da sequência de aulas e dos roteiros do produto didático foram utilizados dois softwares computacionais: *Google Maps* e o *Easy Java Simulations* (EJS).

O Google Maps é um produto desenvolvido pela Google. Apresenta recursos básicos, que vão desde encontrar endereços específicos, verificar trajetos e distâncias entre dois ou mais pontos até a visão de satélite. Para a utilização deste software basta digitar *maps.google.com* no navegador do seu computador. Há o aplicativo do Google Maps disponível para smartphones. No uso deste recurso, o usuário será levado à tela inicial do serviço, a sua localização será identificada e a “página inicial” do Google Maps partirá do local de onde ele é acessado (CIRIACO, 2018).

O Google Maps foi utilizado pelos estudantes para a medida de distâncias entre cidades para o cálculo do raio e da circunferência da Terra, auxiliando também na percepção dos conceitos de latitude e longitude, bem como o posicionamento das cidades no globo terrestre.

O EJS é um *software* livre concebido por Francisco Esquembre, da Universidade de Murcia, Espanha, com o intuito de ser uma ferramenta para a criação de simulações computacionais discretas. A sua finalidade, que pode ser pedagógica ou científica, é reproduzir um fenômeno natural por meio de diferentes circunstâncias que ele possa assumir (GONÇALVES, 2011).

Segundo Figueira (2005), o EJS tem opções de instalação tanto em espanhol quanto em inglês, a interface gráfica disponibiliza um grupo de elementos, sendo possível configurar uma simulação, assim como a disposição dos elementos, somente com a utilização do mouse. Uma grande vantagem deste software é, ter ao final, como resultado a concepção de uma página html.

Basicamente, o EJS permite que simulações de situações físicas sejam elaboradas de forma prática, apresentando uma interface gráfica intuitiva e linguagem *javascript* para o desenvolvimento dos códigos. O EJS é uma ferramenta disponibilizada de forma gratuita e possui um repositório imenso de outras simulações¹ em de diversas áreas da Física.

¹ Disponível em: <<https://www.compadre.org/osp/webdocs/Tools.cfm?t=EJS>>. Acesso em 20 mai. 2019.

Como parte do produto didático, o EJS foi utilizado para o desenvolvimento de três simulações, uma para cada temática escolhida. Elas foram intituladas da seguinte forma: *Experimento de Eratóstenes*, *Simulador de estações do ano* e *Simulador Lunar*. Ressalta-se que não é o intuito expor o desenvolvimento detalhado da elaboração das simulações no EJS, e sim, confeccionar os roteiros experimentais e analisar os resultados obtidos com os mesmos.

É importante salientar que as simulações aqui desenvolvidas para acompanhar as aulas não estão em escala de distância ou tamanho, sendo apenas ilustrativas não condizendo com a situação real. No entanto, as proporções angulares na primeira simulação (*Experimento de Eratóstenes*) são boas aproximações para a transposição didática do problema, bem como a segunda simulação (*Simulador de estações do Ano*). As datas de início das estações são aproximadas, assim como a inclinação do eixo terrestre (ou da eclíptica). Por fim, na terceira simulação (*Simulador Lunar*), o período de lunação e do dia terrestre são aproximados, e a inclinação do plano da órbita da Lua em relação à eclíptica está exagerada.

As duas últimas simulações foram livremente inspiradas pelas simulações² desenvolvidas em *Flash* (língua que se tornará obsoleta este ano) pelo grupo de Educação em Astronomia da Universidade de Nebraska-Lincoln.

Mesmo sendo simplificações dos fenômenos em questão, as simulações apresentam um grande potencial para ilustrar as situações desejadas, sendo possível utilizá-las como modelos dos quais informações úteis podem ser extraídas.

Todas as simulações foram desenvolvidas pelo professor Esley Scatena e pelo mestrando Clezio Moncheski, sendo que o primeiro se encarregou da programação e o último da usabilidade em smartphones e/ou computadores e adequação às atividades propostas utilizadas em conjunto das mesmas.

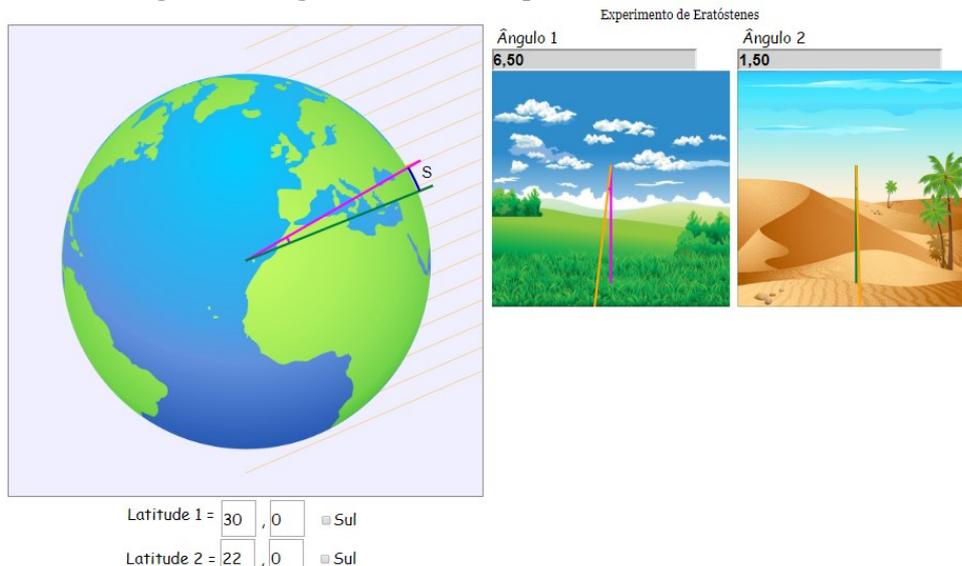
3.1 EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES

O *Experimento de Eratóstenes*³ pode ser aberto no computador ou smartphone e sua página inicial encontra-se representada na figura 1.

² Disponível em: <<https://astro.unl.edu/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

³ Disponível em: <<http://scatena.sites.ufsc.br/eratostenes/index.html>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

Figura 1 - Página inicial do Experimento de Eratóstenes.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

Esta simulação possui uma representação da superfície terrestre (perfeitamente esférica) e dois gnômons (hastes presas perpendicularmente ao solo), os quais projetam sombras sobre a superfície do planeta ao bloquearem a luz solar, representada pelas setas amarelas. Por estarem perpendiculares à superfície da Terra, podemos imaginar que ao estendermos os gnômons para dentro do planeta, ambos se encontrariam no centro do planeta. Duas janelas ao lado mostram como um observador próximo aos gnômons observaria as sombras dos mesmos.

O usuário tem a possibilidade de alterar a latitude na qual estão os gnômons, e aqui consideramos que a longitude é a mesma. Conforme é alterada a posição de cada um dos gnômons, a simulação exibe qual o ângulo que os raios solares estão fazendo com o mesmo. A latitude deve ser dada em graus, com duas casas decimais, as quais são colocadas em uma caixa diferente (para evitar problemas com o separador decimal) e possuem a alternativa de serem “sul”, para latitudes negativas (para facilitar a utilização em aparelhos smartphones, de modo que o usuário não precise localizar o sinal de ‘menos’).

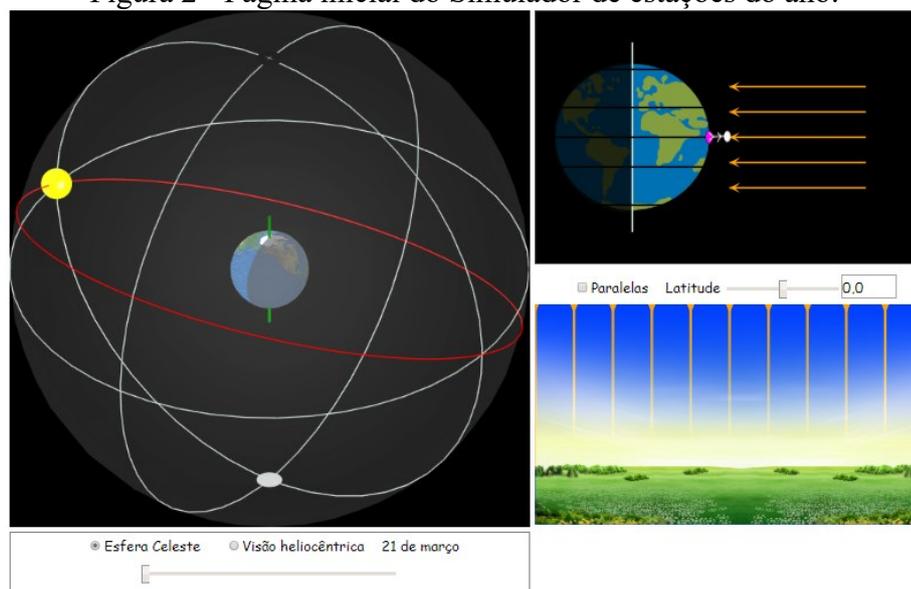
Com as informações fornecidas pela simulação, o usuário pode calcular qual o valor da circunferência terrestre, uma vez que ele saiba qual a distância correspondente entre as latitudes selecionadas (o que pode ser feito utilizando uma ferramenta como o Google Maps). Para longitudes diferentes têm-se erros maiores no resultado final, uma vez que a distância “s” exibida na simulação é a distância, na superfície da Terra, entre os paralelos das latitudes correspondentes e não a distância entre os dois locais. Por este

motivo, recomenda-se que longitudes próximas sejam selecionadas, sendo esta a principal fonte de erro nos resultados.

3.2 SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO

O *Simulador de estações do ano*⁴ pode ser aberto no computador ou smartphone e sua página inicial encontra-se representada na figura 2.

Figura 2 - Página inicial do Simulador de estações do ano.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Esta simulação faz uso da facilidade do EJS em permitir o desenvolvimento de simulações em três dimensões. Ela apresenta a variação da inclinação dos raios solares que atingem a superfície terrestre dependendo da latitude e época do ano escolhidas. O usuário tem a opção de escolher, na janela principal, entre duas opções: um ‘modelo heliocêntrico’ ou a ‘esfera celeste’, com a Terra ao centro. É importante salientar que a inclinação do eixo terrestre utilizada na simulação é de $23,5^\circ$ em relação à perpendicular da eclíptica. Ressaltando também que as datas de início das estações são aproximadas.

A possibilidade de alternar entre os dois pontos de vista permite que o usuário se familiarize com a visão heliocêntrica e consiga conciliar esses dois referenciais. Ainda, na janela principal, além de linhas cinzas que auxiliam na visualização em 3D, a eclíptica é indicada em cor diferente (verde ou vermelha). É possível também ver o eixo de rotação

⁴ Disponível em: <<http://scatena.sites.ufsc.br/estacoes/estacoes.xhtml>>. Acesso em 23 jun. 2019.

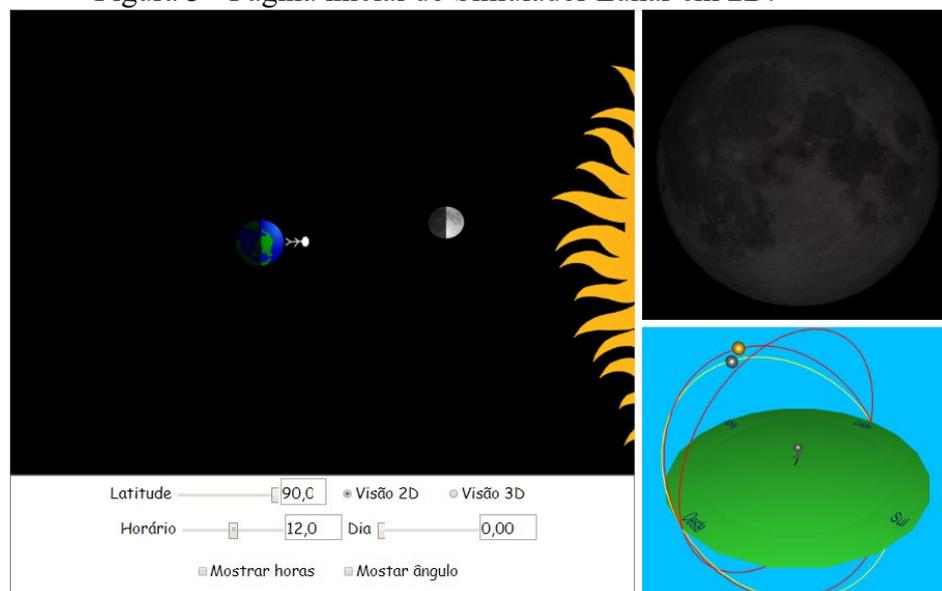
da Terra, assim como a porção iluminada do planeta e a sombra correspondente à noite. Por fim, há um ponto rosa sobre a superfície do planeta, indicando a região na qual a incidência da radiação solar é normal à superfície.

Na janela lateral superior é possível ver, em um diagrama bidimensional, como a inclinação dos raios solares incidentes sobre a superfície terrestre varia ao longo do ano (novamente com o ponto rosa indicando a incidência normal). Esta janela também possui a representação de um observador em uma dada latitude, a qual pode ser escolhida no menu logo abaixo. Ali também é possível selecionar os rótulos para os paralelos indicados (trópicos, círculos polares e equador). Além de verificar a diferença de inclinação dos raios solares, é possível observar também quais porções da Terra são iluminadas e quais permanecem sem luz. Logo abaixo, uma terceira janela exemplifica como um observador na Terra observaria os raios solares incidentes e sua variação tanto com a latitude quanto com a época do ano.

3.3 SIMULADOR LUNAR

O *Simulador Lunar*⁵ pode ser aberto no smartphone ou computador e sua página inicial em 2D está representada na figura 3:

Figura 3 - Página inicial do Simulador Lunar em 2D.

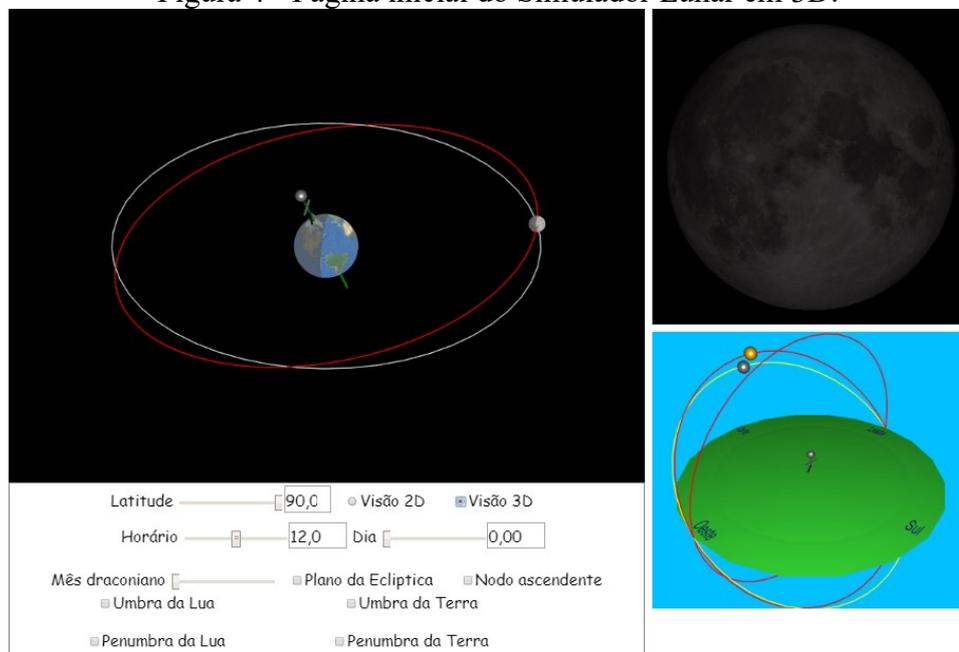


Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

⁵ Disponível em: <<http://scatena.sites.ufsc.br/lunar/index.xhtml>>. Acesso em 15 ago. 2019.

Para o estudo dos eclipses, o *Simulador Lunar* deve estar configurado em 3D. Neste formato, conforme representado na figura 4, aparecem mais alguns campos para a análise da formação de eclipses lunar e solar.

Figura 4 - Página inicial do Simulador Lunar em 3D.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Esta simulação possibilita o estudo das fases da Lua e dos eclipses solares e lunares. Assim como a anterior, a janela principal conta com duas opções de visualização: “Visão 2D” e “Visão 3D”. Em um primeiro momento, a visualização em 2D pode ser utilizada para dar uma concepção geral das fases da Lua, utilizando também do observador na superfície do planeta, representado por um boneco, o qual mostra como a posição relativa da Lua e do observador variam ao longo das horas e dos dias. O usuário tem a opção de ajustar o dia e o horário no qual o observador se encontra, sendo possível também mostrar o ângulo entre a Lua e o Sol. As mudanças realizadas pelo usuário também alteram a imagem da Lua mostrada na janela à direita, acima. Nesta, podemos ver as alterações das fases da Lua ao longo dos dias e também como a mesma seria observada a partir de latitudes diferentes. Por fim, na janela abaixo, uma visão topocêntrica é exibida, mostrando como alguém na Terra observaria a Lua e o Sol.

Na opção “Visão 3D”, o usuário tem a oportunidade de visualizar o plano da órbita da Lua em torno da Terra e perceber porque não existem eclipses lunares e solares todos

os meses, bem como explorar como o plano da órbita da Lua em torno da Terra se altera ao longo dos dias (alterando-se o “mês draconiano”), sendo possível fazer uma discussão sobre a necessidade de coincidência dos nodos (que podem ser exibidos) com as fases da lua citadas anteriormente para que haja um eclipse. É possível habilitar a função “umbra” e “penumbra”, tanto para a Terra quanto para a Lua, exemplificando a ocorrência dos eclipses. Novamente, é importante enfatizar que as representações não estão em escala de tamanho e que a escala de tempo é aproximada, não impedindo o uso da simulação para o entendimento dos fenômenos estudados.

4 ESTRUTURA E CRONOGRAMA DAS AULAS

A estruturação deste produto educacional teve como base a análise da utilização de tecnologias de informação e comunicação no ensino nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - PCN, Brasil (2000). Investigou-se os objetos do conhecimento de Astronomia presentes nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, Brasil (2002), no registro de concepções espontâneas de Langhi (2011) e no livro *Educação em Astronomia – Repensando a Formação de Professores*, Langhi e Nardi (2012).

Após a seleção dos objetos do conhecimento a serem trabalhados, foram utilizados os livros *Conceitos de Astronomia*, Boczko (1984); *Astronomia e Astrofísica*, Oliveira Filho e Saraiva (2014); *Introdução à Astronomia e Astrofísica*, Milone et al. (2003) e o hipertexto *Astronomia e Astrofísica*, Oliveira Filho e Saraiva, para a elaboração destas aulas. Salienta-se que o desenvolvimento das temáticas, bem como sua disposição e organização tiveram o embasamento teórico na dissertação de mestrado de Moraes (2016).

As aulas foram organizadas em três temáticas:

- a) Temática 1: Surgimento e importância da Astronomia;
- b) Temática 2: O movimento aparente do Sol e as estações do ano;
- c) Temática 3: Luação, fases da lua e eclipses.

A proposta consiste em aulas expositivas de cada temática, atividades com os smartphones e/ou computadores, a aplicação de um questionário diagnóstico das concepções espontâneas e de um pós-teste. Desta forma, são estimadas 15 aulas de 40 minutos para a aplicação do produto didático, onde estão inclusas as aulas teóricas expositivas, as atividades utilizando as simulações (que abrangem as atividades demonstrativas executadas pelo professor e as atividades realizadas pelos estudantes), um teste diagnóstico das concepções espontâneas e um pós-teste.

Tendo em vista que o desenvolvimento e aplicação das aulas é destinado aos estudantes da EJA, onde ocorrem aulas organizadas e agrupadas em encontros semanais de 5 aulas com 40 minutos cada, optou-se por aplicar uma temática em cada encontro. Sendo assim, em cada encontro com os educandos, houve a utilização de uma simulação desenvolvida. No quadro 1 é apresentado a organização em função do tempo gasto para as etapas de cada temática:

Quadro 1 - Cronograma das etapas do produto didático.

Temática	Atividades propostas	Número de aulas
Temática 1	Teste de concepções alternativas	0,5 aula
	Aula da temática 1	2 aulas
	Atividades com a simulação Experimento de Eratóstenes	2,5 aulas
Temática 2	Aula da temática 2	2,5 aulas
	Atividades com a simulação Simulador de estações do ano	2,5 aulas
Temática 3	Aula da temática 3	2 aulas
	Atividades com a simulação Simulador Lunar	2,5 aulas
	Pós-teste	0,5 aula

Fonte: O autor.

Esta é apenas uma proposta de organização deste trabalho. Pode haver modificações na quantidade de aulas, nos objetos do conhecimento escolhidos, nos livros adotados e no nível de ensino dos estudantes dependendo da realidade da escola e dos educandos na qual estas aulas forem aplicadas. Ressalta-se, que o professor pode optar por aplicar individualmente as aulas das três temáticas e também fazer uso no Ensino Médio regular.

O produto didático elaborado tem um custo de aplicação acessível. Os softwares utilizados estão disponíveis para serem utilizados online pelos professores e estudantes. As atividades propostas nas aulas demandam do uso de projetor multimídia, sala de informática e dos telefones celulares dos estudantes.

As simulações desenvolvidas com o EJS, os roteiros das atividades propostas com o Google Maps e com as simulações, assim como as aulas em *PowerPoint* estão disponíveis no endereço eletrônico do GALILEU⁶, onde podem ser acessados por estudantes e professores.

A disponibilização das aulas em *PowerPoint* para os estudantes serve de aporte teórico para que eles possam estudá-las novamente antes de efetuarem as atividades práticas. Ressalta-se que, os docentes que utilizarem estas aulas podem usar estes slides ou mudá-los em conformidade com a sua necessidade. Ainda, salientamos que as aulas em slides são opcionais, não sendo especificamente necessárias para a aplicação do

⁶ Disponível em: <<https://galileu.blumenau.ufsc.br/tics-na-astronomia/>>. Acesso em: 16 out. 2020.

produto educacional, sendo que este está focado na utilização dos softwares nas aulas de Astronomia.

Por conseguinte, o detalhamento das aulas de cada temática apresenta os assuntos propostos, exemplos e atividades com os softwares e os questionários avaliativos, possibilitando ao docente utilizar as simulações na sua prática educacional sempre que julgar pertinente.

No que tange a metodologia de ensino utilizada para a produção do material didático, utilizamos os 3MP de Demétrio Delizoicov e José André Angotti. O primeiro momento pedagógico, denominado de *problematização inicial*, consiste na apresentação de situações reais aos estudantes, que eles conhecem e vivenciam e que estão implicadas com os temas. É neste momento que o professor vai conhecendo o que os educandos pensam quando estes são desafiados a exporem o que ponderam acerca das situações. Logo após, no segundo momento pedagógico, chamado de *organização do conhecimento*, ocorre sob a orientação do professor, o estudo sistemático dos conhecimentos que foram selecionados no momento pedagógico anterior para a compreensão dos temas, feito através das aulas teóricas e práticas. E por fim, no terceiro momento pedagógico, nomeado *aplicação do conhecimento*, busca-se com a realização de atividades, a generalização da conceituação que foi abordada na organização do conhecimento.

Conforme a metodologia de ensino acima, sugere-se que o início de todas as temáticas se dê com a *problematização inicial*, através de perguntas e conversações sobre os objetos do conhecimento a serem trabalhados. Depois, usando a *organização do conhecimento*, há a explanação da teoria relacionada à temática mediante aulas expositivas e práticas centralizadas no software e nas simulações. E por fim, a *aplicação do conhecimento*, através das atividades realizadas pelos estudantes utilizando as simulações computacionais e do questionário avaliativo.

Para a elaboração do roteiro com a *Simulação de estações do ano*, *Simulador Lunar*, pré-teste e pós-teste foram adaptadas ou traduzidas algumas questões dos guias de estudantes desenvolvidas pelo grupo de Educação em Astronomia da Universidade de Nebraska-Lincoln⁷, e também, retiradas perguntas do *Astroquiz Estações do Ano*⁸ e do *Astroquiz Fases da Lua*⁹, disponíveis no endereço eletrônico *Astronomia do Zênite*.

⁷ Disponível em: < <https://astro.unl.edu/naap/> >. Acesso em: 20 jun.2019.

⁸ Disponível em: < <https://www.zenite.nu/astroquiz-estacoes-do-ano/> >. Acesso em: 20 jun. 2019.

⁹ Disponível em: < <https://www.zenite.nu/astroquiz-fases-da-lua/> >. Acesso em: 20 jun. 2019.

Para o desenvolvimento das respostas dos roteiros e dos exemplos utilizando as simulações, foram utilizados os livros Boczko (1984), Oliveira Filho e Saraiva (2014), Milone *et al.* (2003) e o hipertexto de Oliveira Filho e Saraiva.

5 TEMÁTICA 1: SURGIMENTO E IMPORTÂNCIA DA ASTRONOMIA

Nas próximas seções, expomos sugestões, orientações e materiais para o desenvolvimento das aulas da temática 1, nas quais elencamos alguns objetivos que podem ser explorados, materiais de apoio utilizados, tempo estimado para o desdobramento das aulas, objetos do conhecimento abordados e desenvolvimento das aulas. Além disto, apresentamos dois exemplos de roteiros utilizando a simulação *Experimento de Eratóstenes* com suas resoluções, um roteiro que pode ser aplicado durante as aulas, um pré-teste de concepções alternativas e sua respectiva resposta.

5.1 DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Nesta seção, listamos orientações aos professores que utilizarem este material. Especificamos alguns objetivos para as aulas, materiais que podem ser utilizados, tempo estimado para o desenvolvimento dos momentos pedagógicos, objetos do conhecimento abordados, desenvolvimento e descrição das aulas.

Objetivos das aulas

- Proporcionar aos estudantes o entendimento de que a Astronomia é uma ciência inacabada, que está em um processo contínuo de construção ao longo da civilização;
- Buscar a compreensão de conceitos e mitos relacionados à Astronomia, assim como a sua importância em nosso cotidiano;
- Entender que a Astronomia nasceu e cresceu progressivamente para atender as necessidades religiosas, econômicas, sociais e culturais do ser humano.
- Promover a compreensão dos principais conceitos iniciais para o aprendizado de Astronomia;
- Aprender como ocorre o posicionamento no globo terrestre através da localização geográfica com os pontos cardeais e com as coordenadas geográficas;
- Propiciar o entendimento que existem dois hemisférios na esfera celeste e que nós vivemos em um deles.

Materiais de apoio

Livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, simulação *Experimento de Eratóstenes* e Google Maps.

Tempo estimado

Cinco aulas de quarenta minutos.

Objetos do conhecimento abordados nas aulas

- Conhecendo a Terra a partir do céu;
- Terra como um pequeno ponto azul na vastidão do Universo;
- Início da observação do céu pelo ser humano na pré-história e primeiras observações do Sol, Lua e estrelas;
- Necessidade de adaptação do ser humano às mudanças climáticas ocorridas durante o ano;
- Mitos associados às constelações- Orion, Leão, Escorpião e o caminho do leite;
- Início da percepção dos fenômenos periódicos (fases da Lua, estações do ano, diferentes configurações no céu noturno);
- Latitude e longitude;
- Experimento de Erastóstenes.

Desenvolvimento das aulas

O desenvolvimento das aulas pode ser iniciado com um pré-teste para o levantamento das concepções espontâneas dos estudantes. Em seguida, podem ser feitos questionamentos e conversação sobre os fenômenos relacionados à Astronomia buscando despertar e/ou promover a curiosidade dos estudantes.

Na sequência, propõe-se uma breve explanação da história e do desenvolvimento da Astronomia ao longo dos séculos, da antiguidade até os dias atuais. Sugere-se a aplicação do conhecimento com o desenvolvimento de uma atividade utilizando o *Google Maps* e a simulação *Experimento de Eratóstenes* para a determinação da medida do raio terrestre.

A avaliação levará em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

Descrição das aulas

Os 25 minutos iniciais das aulas são indicados para a aplicação de um pré-teste para o levantamento das concepções espontâneas dos estudantes acerca de temas relacionados à Astronomia.

Nos 25 minutos seguintes aconselha-se fazer a *problematização inicial* visando promover a curiosidade dos estudantes através de indagações e conversação sobre os fenômenos relacionados à Astronomia. Nesse momento, os educandos devem ser estimulados a refletirem sobre alguns questionamentos iniciais. Dentre os quais podemos citar:

- Vocês sabem o que é Astronomia? Quando ela surgiu?
- O que vemos no céu durante a noite? Como podemos chamar aqueles pequenos corpos luminosos?
- O que são os pontos cardeais? Sabe se localizar através deles?
- Quais são as estações do ano?
- Como utilizar as coordenadas geográficas? Latitude e longitude: o que são?

Cabe ao docente a mediação das discussões entre os estudantes ao final de cada pergunta, anotando as possíveis concepções espontâneas que eles possuam para que possam ser abordadas durante a explanação do conteúdo.

Para a *organização do conhecimento*, estima-se gastar por volta de 90 minutos. Pode ser realizada com a utilização de projetor multimídia para a exposição da aula (aula em *PowerPoint*, *Prezi*, imagens, vídeos, etc.). Sugere-se começar este momento pedagógico com uma reflexão do que existe no céu durante a noite, comentar sobre a grande quantidade de estrelas, dos demais planetas e do nosso satélite natural. Também expor imagens do nosso planeta na visão de um espectador próximo à Lua, Marte, Saturno e do espaço interestelar para ponderar acerca da insignificância da Terra se comparada à imensidão do Universo e sobre sua importância enquanto abrigo de vida. Para enfatizar a ideia da pequenez do nosso planeta apresentar o vídeo *O Pálido Ponto Azul – legendado em português de Carl Sagan*¹⁰.

Para o prosseguimento da aula aconselha-se a explanação de como o homem primitivo começou a fazer observações da duração do dia e noite e da sua alternância, das estações do ano e de outros fenômenos importantes. Enfatizar que o Sol e depois a Lua foram os primeiros objetos celestes a serem observados, e na sequência, as estrelas e os planetas. Elucidar que o homem buscava a explicação dos fenômenos celestes através de mitos, falando de alguns deles relacionados à Astronomia, como por exemplo, o mito de Órion e Escorpião. Explicitar sobre a adaptação do ser humano às mudanças climáticas ocorridas durante o ano e da sua percepção de que certos fenômenos astronômicos se repetiam, como as fases da Lua, a posição do Sol no horizonte em diferentes épocas do ano.

Também podem ser explanados a medição de tempo pelo homem, falar sobre os calendários solar e lunar, abordando os calendários asteca, chinês, egípcio, babilônico,

¹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tRjVDOgGJ8Y&t=85s>>. Acesso em 10 ago. 2019.

maia e judeu. Ponderar assim, que a periodicidade do movimento da Lua e o movimento aparente do Sol serviam para a medida de tempo.

Para o encaminhamento das atividades realizadas na sequência com o *Google Maps* e a simulação *Experimento de Eratóstenes*, sugere-se anteriormente a explicação sobre coordenadas geográficas. Para a abordagem das coordenadas geográficas pode ser feita a utilização de um mapa e um globo terrestre.

Na sequência, propõe-se a explanação do experimento realizado por Eratóstenes para medir a circunferência da Terra. Para frisar a ideia do experimento realizado por Eratóstenes apresentar o vídeo *Eratóstenes e a circunferência da Terra – dublado em português – Série Cosmos*¹¹.

Em seguida, é sugestivo realizar o mesmo experimento que Eratóstenes realizou para medir a circunferência da Terra. Para isto, podem ser utilizados o *Google Maps* e a simulação *Experimento de Eratóstenes*, aproveitando para ensinar os estudantes a usarem o aparato tecnológico acima citado. Recomenda-se fazer o cálculo do raio e da circunferência da Terra juntamente com os estudantes no quadro. Na seção 5.5.1 encontra-se detalhadamente como realizar a medição do raio da Terra.

Para o terceiro momento pedagógico, a *aplicação do conhecimento*, recomenda-se 40 minutos para o seu desenvolvimento. O professor deve ter solicitado aos estudantes que baixassem o aplicativo do *Google Maps* com uma semana de antecedência para a realização da medição da distância entre cidades. Na sequência, com a simulação *Experimento de Eratóstenes* pode ser aferido o ângulo entre estas cidades. O professor pode entregar um roteiro para os estudantes irem anotando os dados obtidos e efetuarem a medição do raio da Terra.

5.2 PRÉ-TESTE DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Estudante: _____

PRÉ-TESTE - CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

- 1- Astrologia é:
- Basicamente o mesmo que Astronomia.
 - A ciência relacionada à Astronomia.
 - Não é o mesmo que Astronomia.

¹¹ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=fu9Z7YuXLVE> > Acesso em: 24 ago. 2019.

- 2- O Sol nasce no Leste:
- a) No primeiro dia da primavera e outono.
 - b) No primeiro dia do verão.
 - c) No primeiro dia do inverno.
 - d) Todos os dias do ano.
 - e) O Sol nunca nasce no Leste.
- 3- Qual a possível cor de uma estrela?
- a) Vermelha.
 - b) Branca.
 - c) Azul.
 - d) Amarela.
 - e) Mais de um dos itens acima.
- 4- Mais ou menos a que horas você esperaria ver uma Lua Cheia nascendo?
- a) Pôr-do-sol.
 - b) Nascer do sol.
 - c) Meia-noite.
 - d) Meio-dia.
 - e) Em momentos diferentes, diferentes épocas do ano.
- 5- Sistemas de anel foram descobertos em torno:
- a) Saturno somente.
 - b) Júpiter e Saturno.
 - c) Júpiter, Saturno e Urano.
 - d) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- 6- O que faz com que o verão seja mais quente que o inverno?
- a) A Terra está mais próxima do Sol no verão.
 - b) O período de luz do dia é mais longo no verão.
 - c) O Sol fica mais alto no céu no verão.
 - d) B e C estão corretas.
 - e) Todas estão corretas.
- 7- Uma estrela cadente é:
- a) Uma estrela caindo na Terra.
 - b) Um cometa atravessando o céu.
 - c) Um meteoro caindo através da atmosfera.
 - d) B ou C pois cometas e meteoros são a mesma coisa.
- 8- Você está mais propenso a prejudicar seus olhos visualizando qual tipo de eclipse?
- a) Um eclipse solar, porque o Sol está emitindo mais raios perigosos do que o habitual.

- b) Um eclipse lunar, porque raios de luz vermelha refletidos da lua são mais prejudiciais do que a luz solar normal.
- c) Um eclipse solar, porque é mais provável que você tente olhar para o Sol por um período prolongado de tempo, porque ele não aparece tão claro.

9- Em ciência, qual é a diferença entre teoria e lei?

- a) Uma teoria se torna uma lei quando passa um teste final.
- b) Uma teoria ainda não foi provada enquanto uma lei.
- c) Uma lei é uma observação, uma teoria é uma explicação.
- d) Essencialmente não há diferença. As palavras são trocáveis.
- e) A e B estão corretas.

10- Qual é uma afirmação verdadeira?

- a) O Sol é uma estrela que está próxima.
- b) As estrelas são sóis que estão distantes.
- c) A e B são verdadeiras.
- d) A e B são falsas.

11- Qual alternativa a seguir melhor descreve órbitas planetárias?

- a) Elas são todas circulares.
- b) Elas são elipses, mas quase círculos.
- c) Elas são elipses muito alongadas.
- d) Nenhuma declaração geral pode ser feita, existem exemplos de todos os itens acima em nosso sistema solar.

12- Qual planeta (objeto) tem a temperatura média mais alta?

- a) Mercúrio.
- b) Vênus.
- c) Terra.
- d) Marte.
- e) Lua.

13- O que causa as fases da Lua?

- a) A sombra da Lua na Terra
- b) A sombra da Terra na Lua.
- c) A sombra do Sol e Terra na Lua.
- d) nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.

14- O mesmo lado da Lua é sempre visto da Terra porque:

- a) A Lua não gira.
- b) A Lua gira na mesma quantidade de tempo que leva para orbitar a Terra.
- c) A Lua e a Terra giram com a mesma taxa.
- d) na verdade, a lua nem sempre mantém o mesmo lado voltado para a Terra.

15- Telescópios são frequentemente colocados em montanhas:

- a) Para que eles possam estar mais próximos do espaço.
- b) Porque o ar é mais “fino”.
- c) Porque o ar é mais seco.
- d) Todas as afirmações acima.
- e) Somente as afirmações B e C.

16- Quando a Lua parece cobrir completamente o Sol (um eclipse), a lua deve estar em qual fase?

- a) Cheia.
- b) Nova.
- c) Crescente.
- d) Minguante.

17- Qual lista a seguir é corretamente organizada em ordem de mais próximo para mais distante da Terra?

- a) Estrelas, Lua, Sol, Plutão.
- b) Sol, Lua, Plutão, estrelas.
- c) Lua, Sol, Plutão, estrelas.
- d) Lua, Sol, estrelas, Plutão.
- e) Lua, Plutão, Sol, estrelas.

18- De acordo com as ideias modernas e observações, o que se pode dizer da localização do centro do universo?

- a) A Terra está no centro.
- b) O Sol está no centro.
- c) A galáxia Via Láctea está no centro.
- d) uma galáxia distante e desconhecida está no centro.
- e) O Universo não tem um centro.

19- As estrelas mais quentes são de que cor?

- a) Azul.
- b) Laranja.
- c) Vermelhas.
- d) Brancas.
- e) Amarelas.

5.3 RESPOSTA DO PRÉ-TESTE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

1- Resposta: letra C.

2- Resposta: letra A.

- 3- Resposta: letra E.
- 4- Resposta: letra A.
- 5- Resposta: letra D.
- 6- Resposta: letra D.
- 7- Resposta: letra B.
- 8- Resposta: letra A.
- 9- Resposta: letra B.
- 10- Resposta: letra C.
- 11- Resposta: letra B.
- 12- Resposta: letra B.
- 13- Resposta: letra D.
- 14- Resposta: letra B.
- 15- Resposta: letra E.
- 16- Resposta: letra B.
- 17- Resposta: letra C.
- 18- Resposta: letra E.
- 19- Resposta: letra A.

5.4 ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES

Nesta seção, temos uma sugestão de roteiro que pode ser aplicado utilizando a simulação *Experimento de Eratóstenes*.

Estudantes: _____

EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES

1º passo: utilizando o *Google Maps*.

- 1- Abra o aplicativo *Google Maps* no seu telefone celular ou computador.
- 2- Pesquise por duas cidades com longitudes iguais os aproximadamente iguais.
- 3- Anote o nome das duas cidades:

Cidade 1 _____

Cidade 2 _____

4- Anote a latitude e longitude de ambas as cidades. Para fazer isto, siga os passos a seguir:

- Toque sem soltar na área do mapa em que a cidade está localizada.
- Será apresentado um alfinete vermelho. A latitude e longitude da cidade estarão na caixa de pesquisa na parte superior e o nome do local na parte inferior.

Cidade 1: Latitude 1 _____

Longitude 1 _____

Cidade 2: Latitude 2 _____

Longitude 2 _____

5- Determine a distância entre as duas cidades. Para isto, siga os passos a seguir:

- Toque em uma das cidades escolhidas acima e mantenha o dedo pressionado. Um alfinete vermelho será exibido.
- Na parte inferior, toque no nome do lugar.
- Na parte superior direita, clique em  e role para baixo e escolha “Medir distância”.
- Mova o mapa para que o círculo preto, ou a mira, fique posicionado sobre a outra cidade que você escolheu.
- Na parte inferior, você verá a distância total em milhas (mi) ou quilômetros (km).

$S =$ _____

2º passo: Utilizando a simulação *Experimento de Eratóstenes* para determinar o raio da Terra.

1- Abra a simulação *Experimento de Eratóstenes* no seu telefone celular ou computador.

2- Insira as latitudes aproximadas das duas cidades que foram obtidas no *Google Maps*.

3- Meça o ângulo entre as cidades:

- Primeiro caso: se uma das latitudes estiver com um ângulo maior que $23,5^\circ$ Norte e a outra latitude estiver com um ângulo menor que $23,5^\circ$ Norte, os ângulos devem ser somados. Se esse for o caso, some os ângulos, se não for ignore esse passo.

$$\theta = \text{ângulo 1} + \text{ângulo 2}$$

$$\theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Segundo caso: se as duas latitudes forem menores ou maiores que $23,5^\circ$ Norte os ângulos devem ser subtraídos. Se esse for o caso, subtraia os ângulos, se não for ignore esse passo.

$$\theta = \text{ângulo 1} - \text{ângulo 2}$$

$$\theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 4- Anote o valor da distância entre as cidades.

$$S = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 5- Com a distância e o ângulo entre as cidades, calcule o raio da Terra. Utilize a seguinte relação trigonométrica:

$$\frac{\theta}{360^\circ} = \frac{S}{2\pi R}$$

- 6- Compare o valor obtido com o raio da Terra usado atualmente ($R = 6371\text{km}$).

5.5 EXEMPLOS COM A SIMULAÇÃO EXPERIMENTO DE ERATÓSTENES

Para a realização dos exemplos com a simulação, os educandos primeiramente conheceram e aprenderam a utilizá-la. Isto ocorreu através da demonstração da medida da distância entre as cidades de Alexandria e Assuã no *Google Maps* e a medição dos ângulos entre os gnômons e os raios solares para as duas cidades no *Experimento de Eratóstenes*. Posteriormente, os estudantes fizeram uso da simulação para calcular o raio da Terra a partir das coordenadas geográficas de duas cidades com longitudes próximas.

Na sequência, no tópico 5.5.1 temos o passo a passo do cálculo do raio da Terra feito juntamente com os estudantes. No tópico 5.5.2 temos um exemplo de cálculo do raio da Terra utilizando duas cidades que possuam longitudes aproximadamente iguais.

5.5.1 Determinação do raio da Terra a partir das cidades de Alexandria (Egito) e Assuã (Egito).

1º passo: Utilizando o *Google Maps*.

- 1- Abra o aplicativo do *Google Maps* no seu telefone celular ou computador.
- 2- Pesquise por Alexandria (Egito) no *Google Maps*. Na figura 5, tem-se a representação da localização de Alexandria no *Google Maps*.

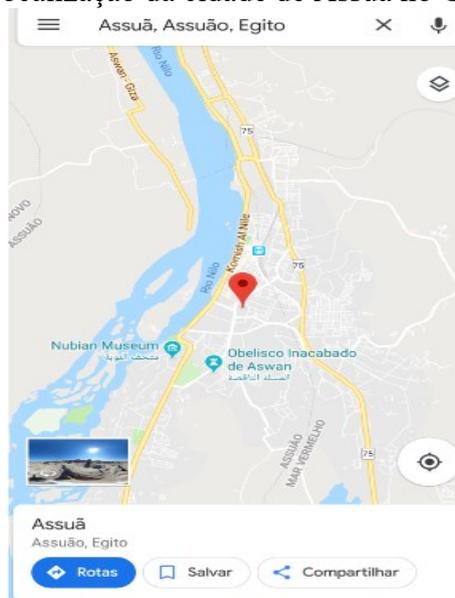
Figura 5 - Localização da cidade de Alexandria no *Google Maps*.



Fonte: Feito pelo autor com base no software *Google Maps*.

- 3- Pesquise por Assuã (Egito) no *Google Maps*. Na figura 6, tem-se a representação da localização de Assuã no *Google Maps*.

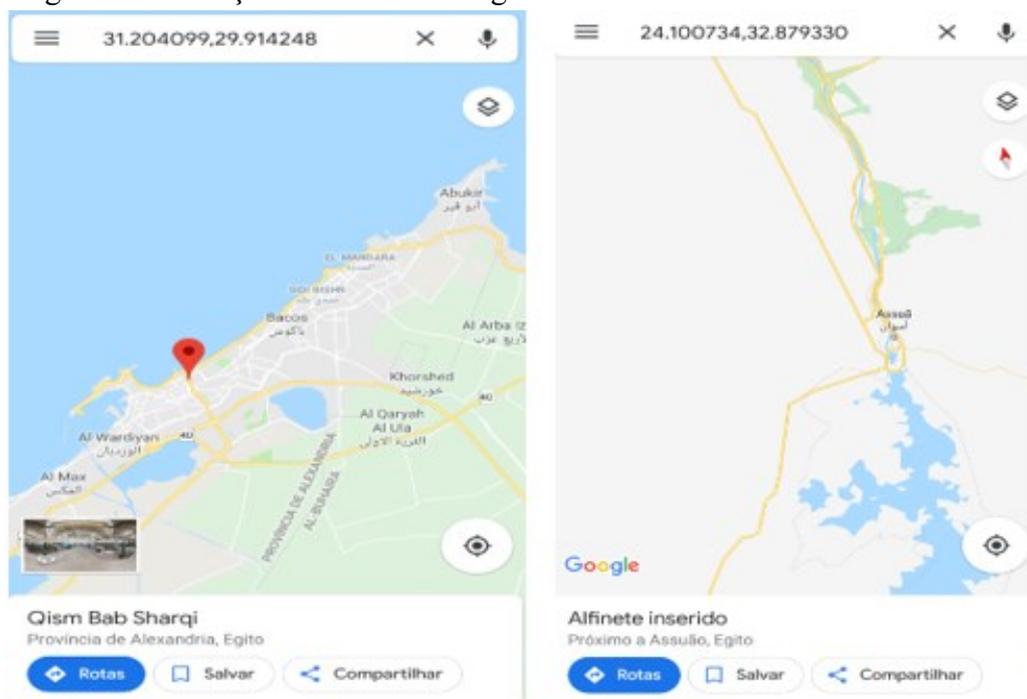
Figura 6 - Localização da cidade de Assuã no *Google Maps*.



Fonte: Feito pelo autor com base no software *Google Maps*.

- 4- Anote a latitude e longitude de ambos os locais. Para fazer isto, siga os passos a seguir:
- Toque sem soltar na área do mapa em que a cidade está localizada. Será apresentado um alfinete vermelho. De acordo com a figura 7, a latitude e longitude da cidade estarão na caixa de pesquisa na parte superior (latitude, longitude) e o nome do local na parte inferior.

Figura 7 - Obtenção da latitude e longitude das cidades de Alexandria e Assuã.



Fonte: Feito pelo autor com base no software *Google Maps*.

Com este procedimento verifica-se que a latitude e longitude das cidades são, aproximadamente:

Alexandria: 31. 20° Norte e 29. 91 ° Leste.

Assuã: 24. 10 ° Norte e 32. 88° Leste.

- 5- Determine a distância entre as duas cidades. Para isto, siga os passos a seguir:
- Toque em uma das cidades escolhidas acima e mantenha o dedo pressionado. Um alfinete vermelho será exibido.
 - Na parte inferior, toque no nome do lugar.

- Na parte superior direita, clique em  e role para baixo e escolha “Medir distância”.
- Mova o mapa para que o círculo preto, ou a mira, fique posicionado sobre a outra cidade que você escolheu.
- Na parte inferior, você verá a distância total em milhas (mi) ou quilômetros (km).

Figura 8 - Distância em linha reta entre Alexandria e Assuã.



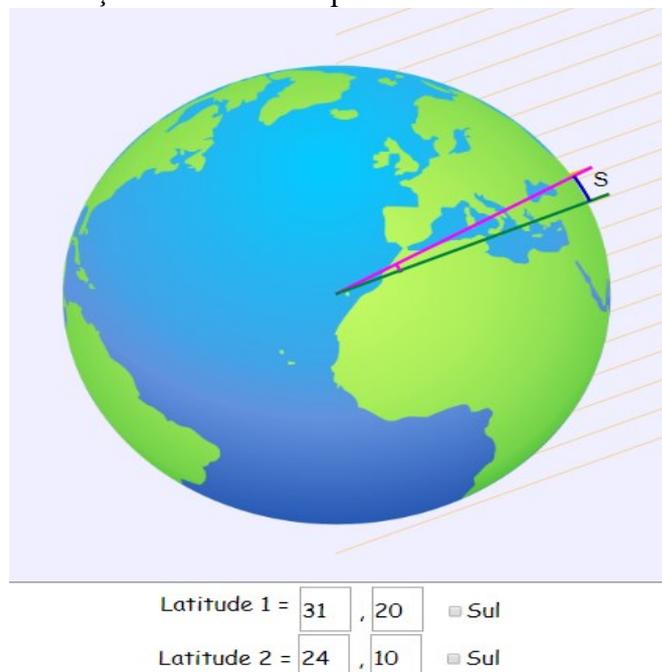
Fonte: Feito pelo autor com base no software *Google Maps*.

Deste modo, de acordo com a figura 8, a medida da distância entre as cidades é $S = 788 \text{ km}$.

2º passo: utilizando a simulação para determinar o raio da Terra.

- No telefone celular, abra a simulação *Experimento de Eratóstenes*.
- Em conformidade com a figura 9, inserir as latitudes aproximadas das duas cidades:

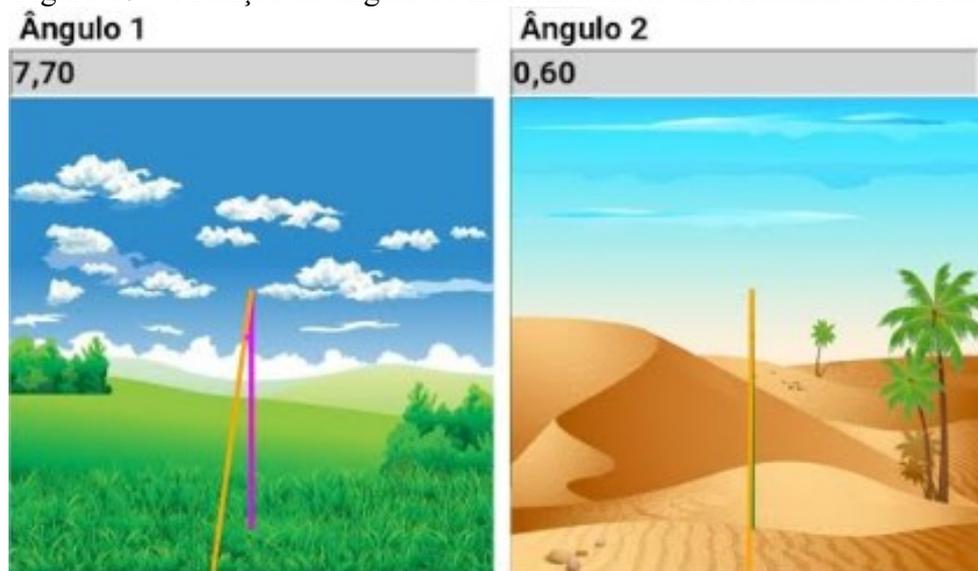
Figura 9 - Inserção das latitudes aproximadas de Alexandria e Assuã.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

- Conforme a figura 10, medir o ângulo entre as cidades:

Figura 10 - Medição do ângulo de incidência solar em Alexandria e Assuã.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

$$\theta = \text{ângulo 1} - \text{ângulo 2}$$

$$\theta = 7,70^\circ - 0,60^\circ$$

$$\theta = 7,10^\circ$$

A distância entre as cidades é:

$$S = 788km$$

Podemos calcular o raio da terra, utilizando a seguinte relação trigonométrica:

$$\frac{\theta}{360^\circ} = \frac{S}{C}$$

Onde C é a medida de circunferência e pode ser obtida por meio da equação:

$$C = 2\pi R$$

Desta forma

$$\frac{\theta}{360^\circ} = \frac{S}{2\pi R}$$

Substituindo os valores, temos

$$\frac{7,1^\circ}{360^\circ} = \frac{788km}{2\pi R}$$

Resolvendo por regra de três

$$7,1^\circ \times 2\pi R = 360^\circ \times 788km$$

Obtendo

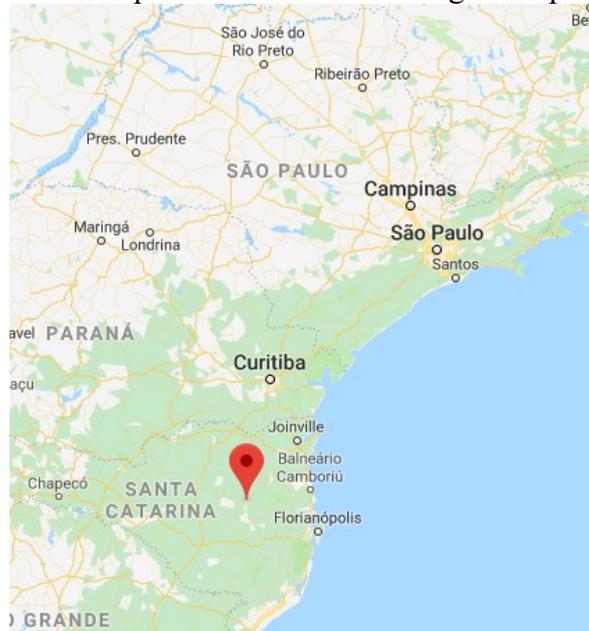
$$R = 6359km$$

5.5.2 Determinação do raio da Terra a partir de duas cidades com longitudes aproximadamente iguais.

Fazendo o mesmo procedimento para outras duas cidades quaisquer que tenham longitudes iguais ou próximas para a obtenção do raio da Terra.

1º passo: Buscar no *Google Maps* duas cidades com longitudes próximas:

Figura 11 - Pesquisa de cidades com longitudes próximas.

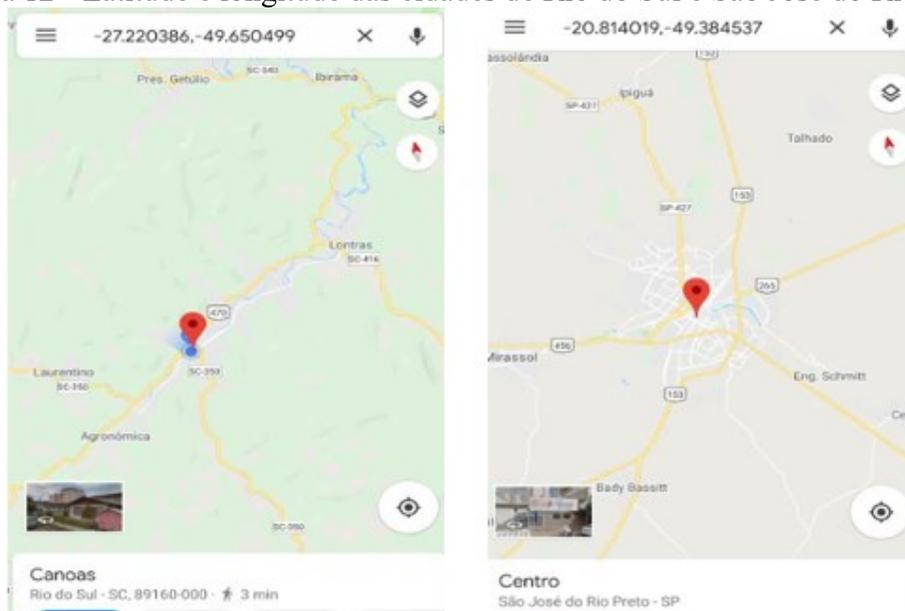


Fonte: Feito pelo autor com base no software *Google Maps*.

De acordo com a figura 11, as cidades escolhidas foram:

- Rio do Sul (SC) com latitude -27.22° ou 27.22° Sul e longitude $-49,65^\circ$ ou 49.65° Oeste.
- São José do Rio Preto (SP) com latitude -20.81° ou 20.81° Sul e longitude 49.38° Oeste. Na figura 12, estão representados as latitudes e longitudes de ambas as cidades.

Figura 12 - Latitude e longitude das cidades de Rio do Sul e São José do Rio Preto.

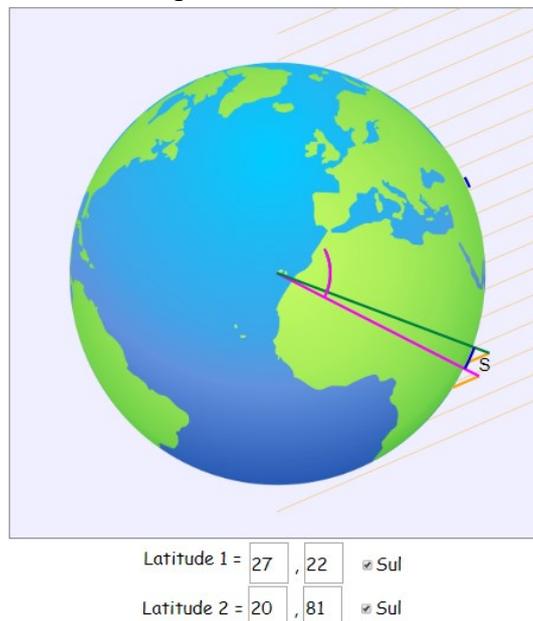


Fonte: Feito pelo autor com base no software Google Maps.

2º passo: utilizando a simulação para determinar o raio da Terra.

- Inserir as latitudes aproximadas das duas cidades, conforme a figura 13:

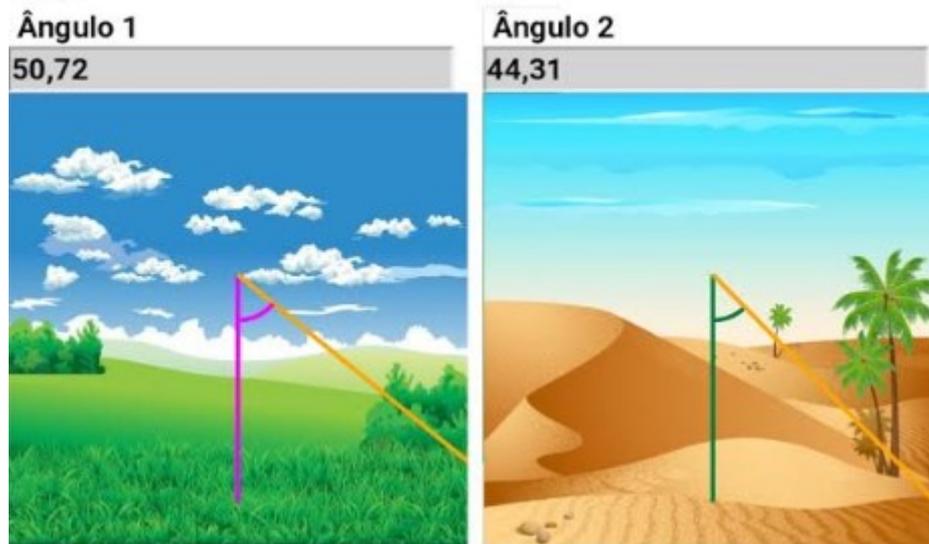
Figura 13 - Inserção das latitudes aproximadas de Rio do Sul e São José do Rio Preto.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

Na figura 14, tem-se a medição do ângulo entre as cidades:

Figura 14 - Ângulo de incidência solar em Rio do Sul e São José do Rio Preto.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Experimento de Eratóstenes.

$$\theta = \text{ângulo 1} - \text{ângulo 2}$$

$$\theta = 50,72^\circ - 44,31^\circ$$

$$\theta = 6,41^\circ$$

A distância em linha reta entre as cidades é:

$$S = 711\text{km}$$

Podemos calcular o raio da terra, utilizando a seguinte relação trigonométrica:

$$\frac{\theta}{360^\circ} = \frac{S}{C}$$

Onde C é a medida de circunferência e pode ser obtida por meio da equação:

$$C = 2\pi R$$

Desta forma

$$\frac{\theta}{360^\circ} = \frac{S}{2\pi R}$$

Substituindo os valores, temos

$$\frac{6,41^\circ}{360^\circ} = \frac{711km}{2\pi R}$$

Resolvendo por regra de três

$$6,41^\circ \times 2\pi R = 360^\circ \times 711km$$

Obtendo

$$R = 6355,3km$$

6 TEMÁTICA 2: O MOVIMENTO APARENTE DO SOL E AS ESTAÇÕES DO ANO

Nas próximas seções, apresentamos orientações e materiais para o desenvolvimento das aulas da temática 2, nas quais apontamos alguns objetivos que podem ser explorados, materiais de apoio utilizados, tempo estimado para o desdobramento das aulas, objetos do conhecimento abordados e desenvolvimento das aulas. Além disto, apresentamos um exemplo de roteiro utilizando a simulação *Simulador de estações do ano* com comentários, e também, um roteiro que pode ser aplicado durante as aulas.

6.1 DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Nesta seção, elencamos orientações aos professores que utilizarem este material. Especificamos alguns objetivos para as aulas, materiais que podem ser utilizados, tempo estimado para o desenvolvimento dos momentos pedagógicos, objetos do conhecimento abordados, desenvolvimento e descrição das aulas.

Objetivos das aulas

- Entender que é a Terra que gira ao redor do Sol, sendo o movimento do Sol somente aparente;
- Conhecer os conceitos de dia e ano através dos fenômenos astronômicos associados;
- Compreender que as estações do ano são causadas pela inclinação terrestre e pelo movimento de translação da Terra;
- Aprender que a duração dos dias e das noites se alteram no decorrer do ano.

Materiais de apoio

Sugere-se utilizar os livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, globo terrestre, smartphones/computadores, *Phyphox* e a simulação *Simulador de estações do ano*.

Tempo estimado

Cinco aulas de quarenta minutos.

Objetos do conhecimento abordados nas aulas

- Movimento aparente do Sol;
- Movimentos de rotação e revolução da Terra;
- Estações do ano.

Desenvolvimento das aulas

As aulas podem iniciar com indagações aos estudantes do porque a duração do dia e da noite não são os mesmos no decorrer do ano. Além disto, propõe-se questionamentos sobre o que gera as estações do ano e por que elas são diferentes nos dois hemisférios.

Na sequência sugere-se uma breve explanação de como os povos ao longo da história constataram que o Sol muda sua posição aparente no céu no transcorrer dos dias. Para a explanação sobre solstícios, equinócios, duração dos dias e das noites durante o ano e a causa das estações pode ser utilizado um aparato experimental constituído de um globo terrestre, um smartphone com sensor de luz e uma fonte de luz.

Os estudantes aplicarão o conhecimento utilizando a simulação Simulador de estações do ano. Ao fazerem uso do simulador os estudantes poderão constatar que a duração dos dias e das noites depende da época do ano e que as estações do ano ocorrem devido inclinação da órbita e revolução terrestre.

A avaliação levará em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

Descrição das aulas

Recomenda-se começar as aulas com a *problematização inicial*, estimando gastar em torno 30 minutos para isto. O objetivo é suscitar a curiosidade dos estudantes através de questionamentos iniciais sobre a temática da aula. Dentre as perguntas iniciais, podemos elencar as seguintes:

- O que são e quais são as estações do ano?
- Por que, simultaneamente, em um hemisfério temos inverno e no outro verão?
- O inverno existe por que a Terra está mais afastada do sol? E o verão por que está mais próxima?
- Como é a órbita da Terra ao redor do sol?
- Você sabe por que o ano tem por volta de 365 dias de duração?
- Qual a relação das estações do ano com a inclinação do eixo de rotação da Terra na eclíptica?

Fica a cargo do professor a mediação das discussões entre ele e os estudantes e entre os educandos ao final de cada questionamento. Sugere-se anotar as respostas e/ou gravar a aula.

Para a *organização do conhecimento*, aconselha-se empregar por volta de 90 minutos, e também, utilizar projetor multimídia para a exposição da aula sobre a temática.

Neste momento pedagógico, o professor pode introduzir inicialmente quais são as estações do ano. Abordar também que nos hemisférios sul e norte as estações não coincidem. Além disso, expor que o ciclo das quatro estações, serviu para a medição de tempo de um ano.

Na sequência propõe-se a explicação sobre o movimento diurno aparente do Sol. Neste momento, pode-se aproveitar para falar sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, para uma melhor compreensão das estações do ano. Para o prosseguimento da aula, falar de afélio, periélio e que as estações não são ocasionadas pelas diferentes distâncias da Terra até o Sol durante o decorrer do ano. Suscita-se o uso de um aparato experimental constituído de um globo terrestre inclinado em um suporte, um smartphone com sensor de luz e uma fonte de luz para explicar que são a inclinação da Terra e o seu movimento ao redor do Sol os responsáveis pelas estações do ano. O experimento consiste em fazer a simulação da translação da Terra ao redor do Sol, no qual nosso planeta é simulado pelo globo terrestre, o Sol pela lanterna do telefone celular. Ligando o sensor de luz presente no software Phyphox¹² ao projetor e movimentando o globo terrestre, pode-se verificar que dependendo da estação do ano, a quantidade de luz que chega é maior ou menor. Para ressaltar a ideia que tange a causa das estações do ano recomenda-se apresentar o vídeo *Estações do ano (vídeo aula de geografia)*¹³.

Depois de abordar a relação dos efeitos das estações do ano com a latitude, o professor pode discutir com os estudantes como o Sol é observado em diferentes latitudes. Ademais, explanar aos estudantes que o início das estações do ano é definido por dois fenômenos astronômicos: o solstício (de verão e de inverno) e o equinócio (da primavera e do outono), e também, sobre a duração do dia e da noite no decorrer do ano.

Logo em seguida, para o encaminhamento da atividade, sugere-se ao professor mostrar no projetor as funcionalidades, os ícones e como usar a simulação *Simulador de estações do ano*. Os estudantes podem ser motivados a abrirem a simulação em seus celulares e acompanhar a demonstração feita. O funcionamento da simulação para a realização de atividades e o exemplo estão disponíveis na seção 6.4.

¹² Aplicativo de coleta de dados que permite a realização de experimentos utilizando os recursos do smartphone. Disponível em: < <https://phyphox.org/> >. Acesso em: 20 ago.2019.

¹³ Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>>. Acesso em: 06 out. 2019.

Recomenda-se utilizar por volta de 60 minutos para a *aplicação do conhecimento*. Neste momento pedagógico, realizar uma atividade baseada na resposta de um roteiro sobre as estações do ano fazendo uso do Simulador de estações do ano.

6.2 ROTEIRO PARA O SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO

Estudantes: _____

MOVIMENTO APARENTE DO SOL E ESTAÇÕES DO ANO

Abra o *Simulador de estações do ano* no seu telefone celular ou computador e responda as questões abaixo:

- 1- Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:
 - a) Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior?
 - b) Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor?
 - c) Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre?

- 2- Inserindo a latitude $-23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:
 - a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?
 - b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período?
 - c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?

- 3- Inserindo a latitude $23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:
 - a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?
 - b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período?
 - c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?

- 4- Inserido latitudes maiores que $-66,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:
 - a) Haverá dias no ano sem incidência de raios solares, ou seja, dias sem a presença do Sol? Se sim, cite um dia.
 - b) Haverá dias no ano sem noites? Se sim, cite um dia.

- 5- Inserido latitudes maiores que $66,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:
 - a) Haverá dias no ano sem incidência de raios solares, ou seja, dias sem a presença do Sol? Se sim, cite um dia.

- b) Haverá dias no ano sem noites? Se sim, cite um dia.
- 6- Inserindo as latitudes 90° e/ou -90° e mudando os dias do ano, responda:
- a) O que ocorre com os dias sem incidência de raios solares? Discuta sobre.
- b) O que ocorre com os dias sem a presença de noites? Discuta sobre.
- 7- Qual é a principal causa das estações do ano?
- a) A Lua.
- b) Nenhuma das alternativas.
- c) A inclinação do eixo terrestre.
- d) A órbita elíptica da Terra.
- 8- Se o eixo de rotação da Terra não fosse inclinado...
- a) A Terra seria um planeta sem vida.
- b) Não haveria alternância entre noite e dia.
- c) Não haveria mudanças de estações como as de hoje
- d) Os polos ficariam quentes e as regiões equatoriais cobertas de gelo.
- 9- Complete as frases a seguir com as palavras MAIOR, MENOR e IGUAL, de forma a torná-las verdadeiras. ¹⁴
- a) No Verão a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia.
- b) No primeiro dia de Verão, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano.
- c) No Outono a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é _____ à parte noturna.
- d) No Inverno a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia.
- e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano.
- f) Na Primavera a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é _____ à parte noturna.
- 10- Qual o nome dado aos dois dias por ano em que a duração do dia é a mesma da noite?
- a) Solstícios.
- b) Equinócios.
- c) Vernais.
- d) Outonais.
- 11- Quantas horas de luz diurna um observador no polo sul experimenta durante um dia no mês de dezembro?
- a) 7 horas.

¹⁴ Questão retirada e disponível em: <
http://sac.csic.es/unawe/Actividades_por/AS%20ESTACOES%20DO%20ANO.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.

- b) 14 horas.
- c) 10 horas.
- d) 24 horas.

12- Quantas horas de luz diurna um observador no polo norte experimenta durante um dia no mês de dezembro?

- a) 0 horas.
- b) 12 horas.
- c) 6 horas.
- d) 24 horas.

13- É a estação mais fria do ano, nesse período, as noites são mais longas que os dias e sempre há baixas temperaturas. No Brasil, ele é mais rigoroso nos Estados da Região Sul, devido à baixa incidência de raios solares, que chegam a provocar até a neve - que é bastante comum no Hemisfério Norte.

- a) Verão.
- b) Inverno.
- c) Outono.
- d) Primavera.

14- Em qual das seguintes datas a Terra recebe mais horas de luz solar?

- a) 21 de março;
- b) 21 de setembro;
- c) 21 de dezembro;
- d) 21 de junho;
- e) Nenhuma das alternativas.

15- Em qual das seguintes localizações há a menor mudança no número de horas de luz do dia durante um ano?

- a) Polo norte;
- b) Polo sul;
- c) Linha do equador;
- d) Trópico de câncer;
- e) Trópico de capricórnio.

6.3 RESPOSTA PARA O ROTEIRO DO SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO

Quadro 2 - Respostas das questões do roteiro da atividade usando o Simulador de estações do ano.

QUESTÕES DO ROTEIRO/ATIVIDADE	RESPOSTAS DAS QUESTÕES
1- Inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, responda:	Resposta a: é maior nos meses de setembro e março.

<p>a) Em qual mês do ano a incidência de raios solares será maior?</p> <p>b) Em quais meses do ano a incidência de raios solares será menor?</p> <p>c) Haverá algum dia em que os raios solares não incidirão sobre a superfície terrestre?</p>	<p>Resposta b: é menor em dezembro e junho.</p> <p>Resposta c: não há dias em que o Sol fique as 24 horas do dia abaixo da linha do horizonte.</p>
<p>2- Inserindo a latitude $-23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:</p> <p>a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?</p> <p>b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período?</p> <p>c) Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?</p>	<p>Resposta a: é maior por volta do dia 21 de dezembro. Será verão.</p> <p>Resposta b: por volta do dia 20 de junho. Será inverno.</p> <p>Resposta c: por volta do dia 20 de março, com o início do outono; por volta do dia 22 de setembro, com o início da primavera.</p>
<p>3- Inserindo a latitude $23,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:</p> <p>a) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será maior? Qual estação do ano será nesse período?</p> <p>b) Por volta de que dia do ano a incidência de raios solares será menor? Qual estação do ano será nesse período? Por volta de quais dias do ano o dia e a noite terão a mesma duração? Quais estações do ano estarão começando nesse período?</p>	<p>Resposta a: é maior por volta do dia 20 de junho. Será verão.</p> <p>Resposta b: por volta do dia 21 de dezembro. Será inverno.</p> <p>Resposta c: por volta do dia 20 de março, com o início da primavera; por volta do dia 22 de setembro, com o início do outono.</p>
<p>4- Inserido latitudes maiores que $-66,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:</p> <p>a) Haverá dias no ano sem incidência de raios solares, ou seja, dias sem a presença do Sol? Se sim, cite um dia.</p> <p>b) Haverá dias no ano sem noites? Se sim, cite um dia.</p>	<p>Resposta a: sim, exemplo dia 20 de junho.</p> <p>Resposta b: haverá sim, do dia 21 de dezembro.</p>
<p>5- Inserido latitudes maiores que $66,5^\circ$ e mudando os dias do ano, responda:</p> <p>a) Haverá dias no ano sem incidência de raios solares, ou seja, dias sem a presença do Sol? Se sim, cite um dia.</p> <p>b) Haverá dias no ano sem noites? Se sim, cite um dia.</p>	<p>Resposta a: sim, exemplo dia 21 de dezembro.</p> <p>Resposta b: sim, exemplo dia 20 de junho.</p>
<p>6- Inserindo as latitudes 90° e/ou -90° e mudando os dias do ano, responda:</p> <p>a) O que ocorre com os dias sem incidência de raios solares? Discuta sobre.</p> <p>b) O que ocorre com os dias sem a presença de noites? Discuta sobre.</p>	<p>No Polo Sul tem-se a noite polar, com 6 meses sem a presença do Sol (da data do equinócio do outono até a data do equinócio da primavera) quando o astro está abaixo da linha do horizonte. Nos outros 6 meses tem se o dia polar, quando o Sol está acima da linha do horizonte. No Polo Norte temos o mesmo fenômeno com os períodos do</p>

	dia e noite polar invertidos se comparados aos do Polo Sul.
<p>7- Qual é a principal causa das estações do ano?</p> <p>a) A Lua. b) Nenhuma das alternativas. c) A inclinação do eixo terrestre. d) A órbita elíptica da Terra.</p>	Letra C.
<p>8- Se o eixo de rotação da Terra não fosse inclinado...</p> <p>a) A Terra seria um planeta sem vida. b) Não haveria alternância entre noite e dia. c) Não haveria mudanças de estações como as de hoje. d) Os polos ficariam quentes e as regiões equatoriais cobertas de gelo.</p>	Letra C.
<p>9- Complete as frases a seguir com as palavras MAIOR, MENOR e IGUAL, de forma a torná-las verdadeiras.</p> <p>a) No Verão a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia. b) No primeiro dia de Verão, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano. c) No Outono a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Outono, em que a parte diurna é _____ à parte noturna. d) No Inverno a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia. e) No primeiro dia de Inverno, a parte diurna é _____ e a parte noturna é _____ que nos restantes dias do ano. f) Na Primavera a parte diurna é _____ que a parte noturna do dia, exceto no primeiro dia de Primavera, em que a parte diurna é _____ à parte noturna.</p>	<p>Letra a: maior. Letra b: maior; menor. Letra c: menor; igual. Letra d: menor. Letra e: menor; maior. Letra f: maior; igual.</p>
<p>10- Qual o nome dado aos dois dias por ano em que a duração do dia é a mesma da noite?</p> <p>a) Solstícios. b) Equinócios. c) Vernais. d) Outonais.</p>	Letra B.
<p>11- Quantas horas de luz diurna um observador no polo sul experimenta durante um dia no mês de dezembro?</p> <p>a) 7 horas. b) 14 horas. c) 10 horas. d) 24 horas.</p>	Letra D.
<p>12- Quantas horas de luz diurna um observador no polo norte experimenta durante um dia no mês de dezembro?</p> <p>a) 0 horas. b) 12 horas. c) 6 horas.</p>	Letra A.

d) 24 horas.	
<p>13- É a estação mais fria do ano, nesse período, as noites são mais longas que os dias e sempre há baixas temperaturas. No Brasil, ele é mais rigoroso nos Estados da Região Sul, devido à baixa incidência de raios solares, que chegam a provocar até a neve - que é bastante comum no Hemisfério Norte.</p> <p>a) Verão. b) Inverno. c) Outono. d) Primavera.</p>	Letra B.
<p>14- Em qual das seguintes datas a Terra recebe mais horas de luz solar?</p> <p>a) 21 de março; b) 21 de setembro; c) 21 de dezembro; d) 21 de junho; e) Nenhuma das alternativas.</p>	Letra C.
<p>15- Em qual das seguintes localizações há a menor mudança no número de horas de luz do dia durante um ano?</p> <p>a) Polo norte; b) Polo sul; c) Linha do equador; d) Trópico de câncer; e) Trópico de capricórnio.</p>	Letra C.

Fonte: O autor.

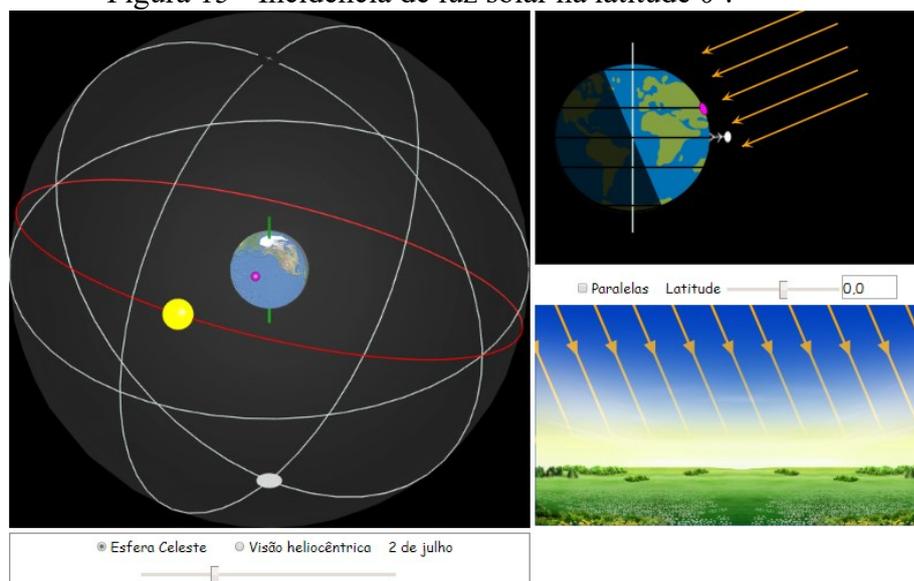
6.4 EXEMPLO COM O SIMULADOR DE ESTAÇÕES DO ANO

Nesta temática, as atividades foram desenvolvidas utilizando a simulação *Simulador de estações do ano*. Primeiramente, os educandos conheceram e aprenderam a utilizar a simulação. Isto ocorreu através da demonstração no projetor das funcionalidades, dos ícones e de como fazer uso da simulação de um modo geral. Os estudantes foram motivados a abrirem a simulação em seus celulares e acompanharem a demonstração. Posteriormente, foram incitados a usarem a simulação para responder um roteiro pré-estabelecido.

No decorrer deste tópico, abordarmos algumas configurações possíveis usando a simulação, podendo ser tanto demonstrativas quanto avaliativas. Inicialmente, conforme ilustrado na figura 15, inserindo a latitude 0° e mudando os dias do ano, verificamos que a incidência de raios solares é maior nos meses de setembro e março e menor em

dezembro e junho. Consta-se que nas latitudes próximas à linha do equador, não há muita variação do número de horas com a presença do Sol no decorrer do ano e nem dias com o Sol abaixo da linha do horizonte. Consequentemente, é menor a diferença entre as estações do ano.

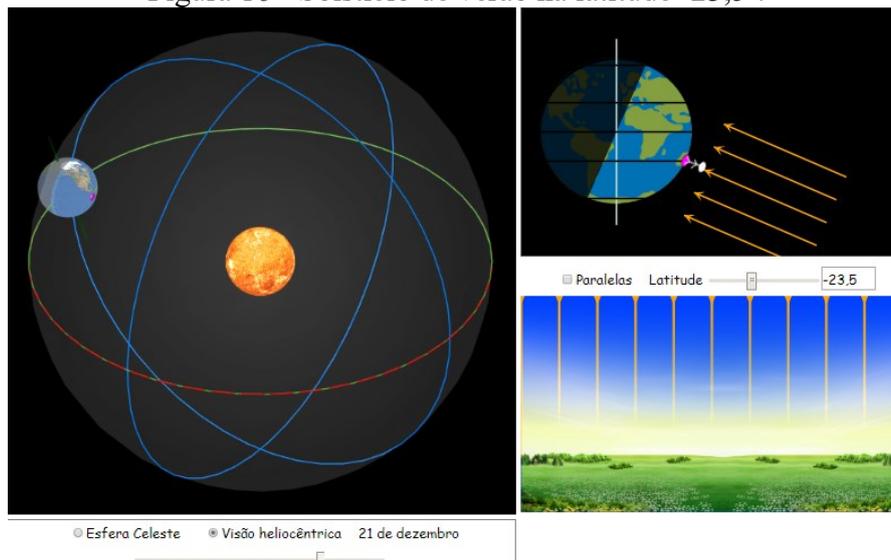
Figura 15 - Incidência de luz solar na latitude 0° .



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Neste momento, estudando as estações do ano no Trópico de Capricórnio, localizado na latitude $-23,5^{\circ}$ ou $23,5^{\circ}$ S, podemos averiguar que a incidência de raios solares é maior por volta do dia 21 de dezembro, data que marca o início do verão, ou seja, o solstício de verão. Nos 6 meses decorrentes, tem-se a diminuição de horas com luminosidade. Após 3 meses, por volta do dia 20 de março há o equinócio de outono. Depois de mais 3 meses, por volta do dia 20 de junho ocorre o solstício de inverno, dia com menor presença de horas com luz. Nos 6 meses decorrentes, tem-se o aumento de horas com luminosidade. Após 3 meses, por volta do dia 22 de setembro ocorre o equinócio da primavera. Seguidamente, com mais 3 meses atingimos novamente o solstício de verão, completando o ciclo das 4 estações. Na figura 16, está representado o solstício de verão no Trópico de Capricórnio.

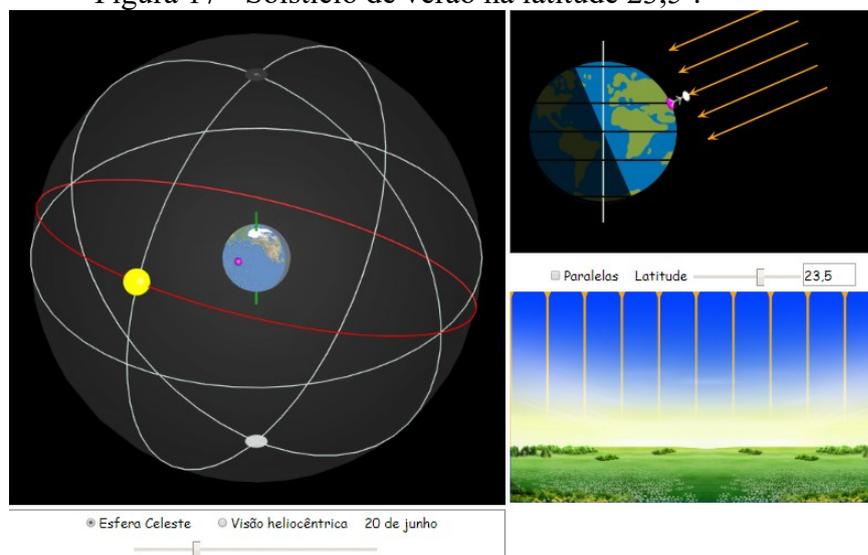
Figura 16 - Solstício de verão na latitude $-23,5^\circ$.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Agora, seguimos para o estudo das estações do ano no Trópico de Câncer, localizado na latitude $23,5^\circ$ N. De acordo com a figura 17, nota-se que a incidência de raios solares é maior por volta do dia 20 de junho, data do solstício de verão. Nos 6 meses decorrentes, tem-se a diminuição de horas com luminosidade. Após 3 meses, por volta do dia 22 de setembro há o equinócio de outono. Depois de mais 3 meses, por volta do dia 21 de dezembro ocorre o solstício de inverno, dia com menor presença de horas com luz. Nos 6 meses decorrentes, tem-se o aumento de horas com luminosidade. Após 3 meses, por volta do dia 20 de março ocorre o equinócio da primavera. Seguidamente, com mais 3 meses atingimos novamente o solstício de verão, completando o ciclo das 4 estações.

Figura 17 - Solstício de verão na latitude $23,5^\circ$.

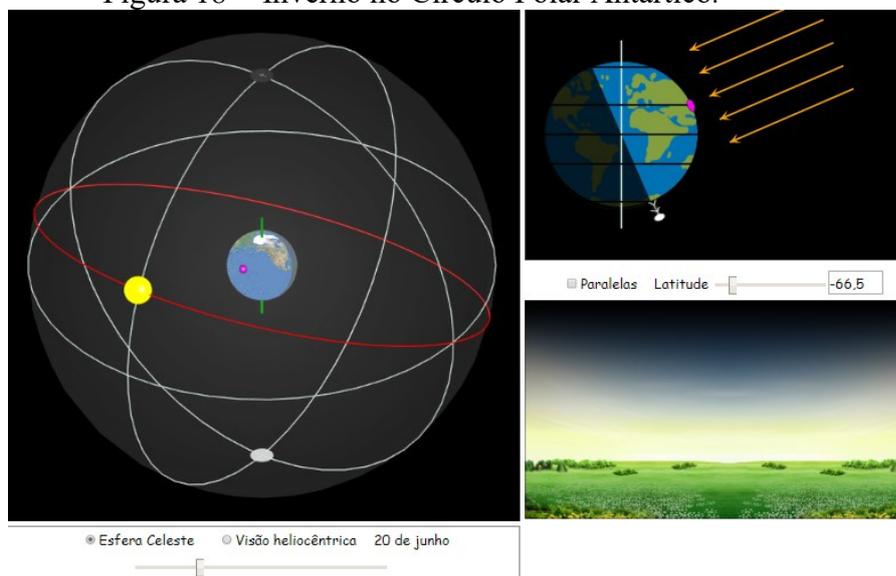


Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

É perceptível a ocorrência de uma maior variação do número de horas com a presença do Sol no decorrer do ano nas latitudes próximas aos Trópicos de Capricórnio e Câncer. As estações do ano são mais facilmente definidas, sendo sentida a atuação de todas. Ressalta-se que as estações são invertidas nos dois hemisférios.

Prosseguindo a análise das estações do ano, agora para as regiões ao norte do Círculo Polar Ártico (latitude $66,5^{\circ}$ N) e ao sul do Círculo Polar Antártico (latitude $-66,5^{\circ}$ ou $66,5^{\circ}$ S). A diferença entre as estações do ano fica ainda mais acentuada, sendo maior a variação de número de horas com luminosidade, onde o Sol permanece 24 horas acima do horizonte no verão e 24 horas abaixo do horizonte no inverno. Na figura 18, há a representação da insolação solar em um dia de inverno no Círculo Polar Antártico.

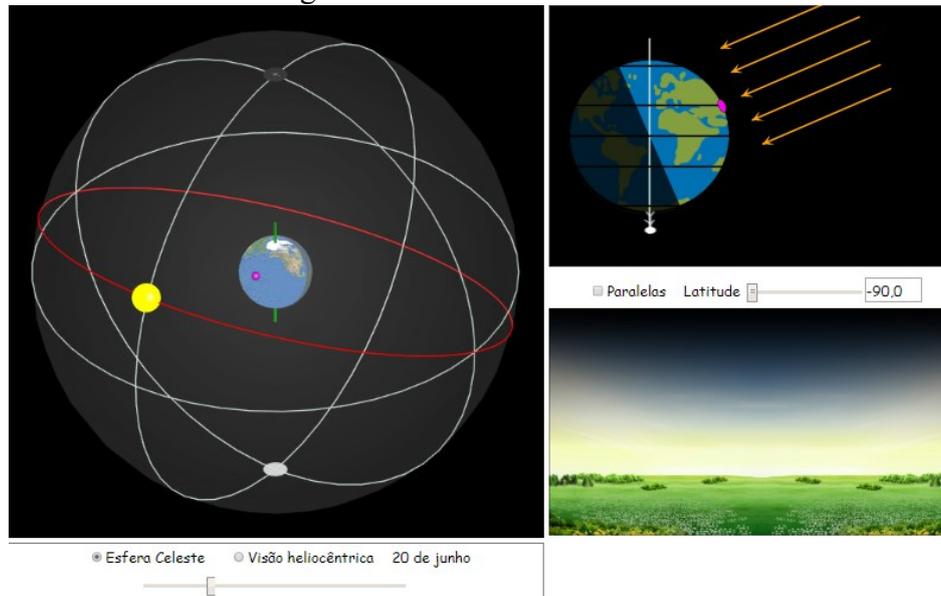
Figura 18 - Inverno no Círculo Polar Antártico.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Nos dois polos, Norte (latitude 90° N) e Sul (latitude -90° ou 90° S), a diferença entre as estações do ano é máxima. Por exemplo, no Polo Sul tem-se a noite polar, que são os 6 meses sem a presença do Sol (da data do equinócio do outono até a data do equinócio da primavera) quando o astro está abaixo da linha do horizonte. Nos outros 6 meses tem-se o dia polar, quando o Sol está acima da linha do horizonte. Desta forma, conclui-se que o Sol nasce e se põe apenas uma vez por ano. No Polo Norte temos o mesmo fenômeno com os períodos do dia e noite polar invertidos se comparados aos do Polo Sul. Na figura 19, tem-se a ilustração do inverno no Polo Sul.

Figura 19 - Inverno no Polo Sul.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador de estações do ano.

Além disso, há a possibilidade de mais conteúdos envolvendo a temática, como as temperaturas nas diferentes latitudes e a influência em fatores econômicos, sociais e históricos.

7 TEMÁTICA 3: LUNAÇÃO, FASES DA LUA E ECLIPSES

Nas próximas seções, apresentamos orientações e materiais para o desenvolvimento das aulas da temática 3, nas quais apontamos alguns objetivos que podem ser explorados, materiais de apoio utilizados, tempo estimado para o desdobramento das aulas, objetos do conhecimento abordados e desenvolvimento das aulas. Apresentamos também um exemplo de roteiro utilizando o *Simulador Lunar* com comentários, bem como um roteiro que pode ser aplicado durante as aulas. Além disto, há uma sugestão de um pós-teste juntamente com suas respostas.

7.1 DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Nesta seção, elencamos orientações aos professores que utilizarem este material. Especificamos alguns objetivos para as aulas, materiais que podem ser utilizados, tempo estimado para o desenvolvimento dos momentos pedagógicos, objetos do conhecimento abordados, desenvolvimento e descrição das aulas.

Objetivos das aulas

- Entender as diferentes aparências da Lua durante a luação;
- Compreender que as diferentes visões da Lua, observadas da Terra, são ocasionadas pelas posições relativas entre a Terra, o Sol e a Lua;
- Assimilar os horários que as quatro principais fases da Lua ficam visíveis no céu;
- Compreender a causa dos eclipses lunar e solar;
- Analisar as diferenças entre os eclipses lunar e solar.

Materiais de apoio

Os recursos utilizados serão os livros texto, projetor multimídia, vídeos e imagens, smartphones/computadores e a simulação Simulador Lunar.

Tempo estimado

Cinco aulas de quarenta minutos.

Objetos do conhecimento abordados nas aulas

- Luação;
- Fases da Lua;
- Eclipses.

Desenvolvimento das aulas

As aulas podem iniciar com questionamentos aos estudantes sobre quais são as principais fases da Lua e quais são os causadores das diferentes porções iluminadas do nosso satélite natural. Podem ser indagados sobre o que é luação e duração da semana e do mês têm em comum, e também, abordar perguntas sobre os eclipses solar e lunar e quais podem ser os causadores desses fenômenos. Após a conversação inicial, utilizando imagens, vídeos e a simulação desenvolvida, o docente pode explicar como acontecem os fenômenos abordados.

Os estudantes farão uso do *Simulador Lunar* para investigar os fenômenos associados vistos na aula. Na simulação os estudantes poderão observar o movimento da Lua em cada uma de suas fases, bem como investigar as causas dos eclipses solar e lunar.

A avaliação levará em consideração a participação dos estudantes nas discussões propostas, o interesse em realizar as atividades desenvolvidas durante as aulas e a resposta de um roteiro pré-estabelecido.

Descrição das aulas

Recomenda-se começar as aulas com a *problematização inicial*, estimando gastar em torno 20 minutos para este momento pedagógico. O objetivo é despertar a curiosidade dos estudantes através de questionamentos iniciais sobre a temática da aula. Dentre as perguntas iniciais, sugere-se abordar as citadas abaixo:

- A fase e a face da Lua são as mesmas em todo o globo terrestre?
- Quais as causas de termos diferentes fases da Lua?
- O que é um mês e por que possui aproximadamente 30 dias?
- Quais os tipos de eclipses que temos? Em quais circunstâncias eles ocorrem?

Para a *organização do conhecimento*, aconselha-se empregar por volta de 90 minutos e utilizar um projetor multimídia para a exposição da temática da aula (aula em PowerPoint, vídeos e demonstração da simulação computacional). Este momento pedagógico pode ser iniciado com a explicação de que a observação da Lua permitiu que os antigos constatassem que um ciclo completo de suas fases ocorria em um intervalo de tempo de cerca de 29 ou 30 dias. O professor pode ressaltar que não existem somente quatro fases lunares, mas sim dias de luação que é a porcentagem da iluminação da face da Lua voltada para a Terra.

Na sequência, sugere-se abordar que as fases da Lua resultam do fato de que ela não é um corpo luminoso, mas sim um corpo iluminado pela luz do Sol. Explicar que a face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol e que a fase que a Lua está representa o quanto dessa face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra. Além

disso, comentar que conforme a Lua orbita em torno da Terra, concluindo seu ciclo de fases, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra.

No prosseguimento da aula, explanar sobre as quatro principais fases da Lua, bem como as principais características de cada uma, ressaltando as diferenças observadas nos dois hemisférios. Apresentar o vídeo *ABC da Astronomia: fases da Lua*¹⁵ para a corroboração dos conceitos abordados.

Em seguida, propõe-se a explicação de como acontecem os eclipses. Explicar que somente quando a Lua está na fase Cheia podem ocorrer os eclipses lunares e que estes poderão ser vistos do hemisfério da Terra onde é noite. Já um eclipse do Sol ocorre quando a Lua está na fase Nova, ficando entre o Sol e a Terra. Exibir o vídeo sobre como se formam os eclipses intitulado *Eclipses lunar e solar*¹⁶ para fazer o encerramento da exposição com imagens e vídeos.

Logo em seguida, para o encaminhamento da atividade, sugere-se ao professor mostrar no projetor as funcionalidades, os ícones e como usar a simulação *Simulador Lunar*. Exemplo e como utilizar a simulação para a realização da atividade estão disponíveis na seção 7.4.

Recomenda-se para a *aplicação do conhecimento* usar por volta de 60 minutos e que seja realizado de preferência na sala de informática. Neste momento pedagógico, pode ser realizada uma atividade baseada na resposta de um roteiro sobre as fases da Lua e eclipses fazendo uso do *Simulador Lunar*. Na seção 7.3 encontra-se exemplo de roteiro para a realização da atividade. Para o fechamento da aplicação deste produto didático, propõe-se nos últimos 30 minutos a aplicação de um pós-teste.

7.2 ROTEIRO PARA O SIMULADOR LUNAR

Estudantes: _____

LUNAÇÃO, FASES DA LUA E ECLIPSES

Abra o *Simulador Lunar* no seu telefone celular ou computador e responda o roteiro.

¹⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N2wTtaJEtNY>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4B2QUJVG9gA>>. Acesso em: 20 set. 2019.

1º Momento: Utilizando o *Simulador Lunar* na visão 2D para analisar as fases da Lua.

1- Inserindo a latitude -27° e variando os dias de *0 dia* à *29 dias*, responda:

a) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?

RESPOSTA: _____

b) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?

RESPOSTA: _____

2- Inserindo a latitude -27° , o dia 0 e variando a hora de *0h* à *24h*, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: _____

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: _____

c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?

RESPOSTA: _____

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: _____

3- Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para *7,25* e variando a hora de *0h* à *24h*, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: _____

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: _____

c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?

RESPOSTA: _____

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: _____

4- Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para *14,5* e variando a hora de *0h* à *24h*, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: _____

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: _____

c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?

RESPOSTA: _____

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: _____

5- Inserindo a latitude -27° , mudando o dia para 21,75 e variando a hora de 0h à 24h, responda:

a) Qual é a fase da Lua presente no céu?

RESPOSTA: _____

b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?

RESPOSTA: _____

c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?

RESPOSTA: _____

d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?

RESPOSTA: _____

2º Momento: Utilizando o *Simulador Lunar* nas visões 2D e 3D, realize o passo a passo descrito a seguir para analisar os eclipses da Lua e do Sol.

1ª PARTE: Lua Cheia.

1- Com o simulador em 2D, mude os dias até que a Lua fique na fase Cheia.

2- Por que conseguimos observar a Lua se a Terra está entre ela e o Sol? Ou ainda, por que a sombra da Terra não impede que vejamos a Lua Cheia?

RESPOSTA: _____

3- Agora com o simulador em 3D, verifique e descreva o que acontece com a posição relativa da Lua, da Terra e do Sol.

RESPOSTA: _____

- 4- Selecione a caixa “Umbra da Terra”. A luz do Sol que atinge a Lua está passando por baixo ou por cima da Terra?

RESPOSTA:

- 5- Selecione o mude o “Mês Draconiano” e veja o que acontece com o movimento da órbita descrita pela Lua. Analise se terão momentos em que a luz do Sol que atinge a Lua passará por cima da Terra. E também, se haverá momentos que a Lua ficará na sombra da Terra.

RESPOSTA:

- 6- Qual é o tipo de eclipse que pode acontecer nessa configuração?

RESPOSTA:

2ª PARTE: Lua Nova.

- 1- Com o simulador em 2D, mude os dias até que a Lua fique na fase Nova.
- 2- Como a luz do Sol chega até na Terra se a Lua está entre ela e o Sol? Ou ainda, por que a Lua não impede que vejamos o Sol?

RESPOSTA:

- 3- Selecione e mude o “mês draconiano” e veja se haverá momentos que a Terra ficará na sombra da Lua.

RESPOSTA:

- 4- Qual é o tipo de eclipse que pode acontecer nessa configuração?

RESPOSTA:

7.3 RESPOSTA PARA O ROTEIRO DO SIMULADOR LUNAR

Quadro 3 - Respostas das questões do roteiro da atividade usando o Simulador Lunar.

QUESTÕES DO ROTEIRO/ATIVIDADE	RESPOSTAS DAS QUESTÕES
-------------------------------	------------------------

<p>1- Inserindo a latitude -27° e variando os dias de 0 dia à 29 dias, responda:</p> <p>a) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai aumentando até atingir a Lua Cheia?</p> <p>b) Durante quantos dias a face iluminada da Lua vai diminuindo até atingir a Lua Nova?</p>	<p>Resposta a: por volta de 14,5 dias, a Lua que era inicialmente Nova vai aumentando gradativamente sua face iluminada até atingir a fase Cheia.</p> <p>Resposta b: por volta de 14,5 dias, a Lua que era inicialmente Cheia vai diminuindo a face iluminada até ficar totalmente sem luminosidade atingindo a fase Nova.</p>
<p>2- Inserindo a latitude -27°, o dia 0 e variando a hora de 0h à 24h, responda:</p> <p>a) Qual é a fase da Lua presente no céu?</p> <p>b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?</p> <p>c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?</p> <p>d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?</p>	<p>Resposta a: fase Nova pois não há nenhuma parte iluminada.</p> <p>Resposta b: fica no ponto mais alto no céu às 12 horas.</p> <p>Resposta c: nasce aproximadamente as 6 horas e se põe aproximadamente as 18 horas.</p> <p>Resposta d: das 18 horas às 6 horas.</p>
<p>3- Inserindo a latitude -27°, o dia 7, 25 e variando a hora de 0h à 24h, responda:</p> <p>a) Qual é a fase da Lua presente no céu?</p> <p>b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?</p> <p>c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?</p> <p>d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?</p>	<p>Resposta a: fase Quarto-Crescente.</p> <p>Resposta b: fica no ponto mais alto no céu às 18 horas.</p> <p>Resposta c: Lua nasce aproximadamente ao meio-dia e se põe aproximadamente a meia-noite.</p> <p>Resposta d: da meia-noite ao meio-dia.</p>
<p>4- Inserindo a latitude -27°, o dia 14, 5 e variando a hora de 0h à 24h, responda:</p> <p>a) Qual é a fase da Lua presente no céu?</p> <p>b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?</p> <p>c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?</p> <p>d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?</p>	<p>Resposta a: fase Cheia.</p> <p>Resposta b: fica no ponto mais alto no céu à meia-noite.</p> <p>Resposta c: nasce aproximadamente às 18 horas e se põe aproximadamente às 6 horas do dia seguinte.</p> <p>Resposta d: das 6 horas às 18 horas.</p>
<p>5- Inserindo a latitude -27°, o dia 21, 75 e variando a hora de 0h à 24h, responda:</p> <p>a) Qual é a fase da Lua presente no céu?</p> <p>b) Qual horário que a Lua estará mais alta no céu?</p> <p>c) Quais horários a Lua nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste?</p> <p>d) De que hora até que hora a Lua não aparece no céu?</p>	<p>Resposta a: fase Quarto-Minguante.</p> <p>Resposta b: fica no ponto mais alto no céu às 6 horas.</p> <p>Resposta c: nasce aproximadamente meia-noite e se põe aproximadamente meio-dia.</p> <p>Resposta d: do meio-dia à meia-noite.</p>
<p>Com o simulador em 2D, mude os dias até que a Lua fique na fase Cheia. Por que conseguimos observar a Lua se a Terra está entre ela e o Sol? Ou ainda, por que a sombra da Terra não impede que vejamos a Lua Cheia?</p>	<p>A luz solar, devido as dimensões do Sol e da distância passa pela Terra (“por cima e por baixo”) e chega até na Lua, fazendo com que ela, nesse momento de Lua Cheia fique iluminada.</p>
<p>Agora com o simulador em 3D, verifique e descreva o que acontece com a posição relativa da Lua, da Terra e do Sol.</p>	<p>Tem-se a visão de um expectador externo ao movimento Terra-Sol- Lua. Se o dia, o horário e o mês draconiano forem sendo alterados, há</p>

	mudanças na posição da órbita da Lua em relação a Terra.
Selecione a caixa “Umbra da Terra”. A luz do Sol que atinge a Lua está passando por baixo ou por cima da Terra?	“Por cima” da Lua.
Selecione e mude o “Mês Draconiano” e veja o que acontece com o movimento da órbita descrita pela Lua. Analise se terão momentos em que a luz do Sol que atinge a Lua passará por cima da Terra. E também, se haverá momentos que a Lua ficará na sombra da Terra.	Há momentos que a Lua é atingida pela luz solar por “cima” da Terra, e também, momentos que a Lua fica na sombra da Terra.
Qual é o tipo de eclipse que pode acontecer nessa configuração?	Eclipse lunar.
Com o simulador em 2D, mude os dias até que a Lua fique na fase Nova. Como a luz do Sol chega até na Terra se a Lua está entre ela e o Sol? Ou ainda, por que a Lua não impede que vejamos o Sol?	Constata-se que a luz solar, devido as dimensões do Sol e da distância entre esses astros, passa pela Lua e chega até na Terra, fazendo com que ela, nesse momento fique iluminada.
Selecione o mude o “mês draconiano” e veja se haverá momentos que a Terra ficará na sombra da Lua.	Há momentos que a Terra fica na sombra da Lua.
Qual é o tipo de eclipse que pode acontecer nessa configuração?	Eclipse solar.

Fonte: O autor.

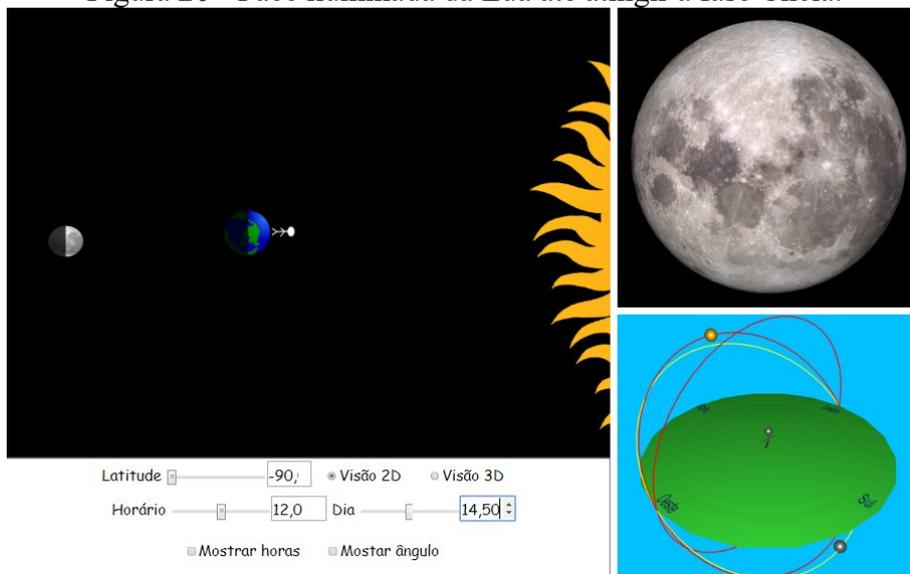
7.4 EXEMPLO COM O SIMULADOR LUNAR

Nesta temática, as atividades foram realizadas utilizando a simulação *Simulador Lunar*. Primeiramente, os educandos conheceram e aprenderam a utilizar a simulação. Isto ocorreu através da demonstração no projetor das funcionalidades, dos ícones e de como usar a simulação. Posteriormente, foram incitados a usarem a simulação nos computadores da sala de informática para responder um roteiro pré-estabelecido.

No decorrer deste tópico, abordaremos algumas configurações possíveis usando a simulação, que podem ser realizadas para a explicação do tema ou para a avaliação dos estudantes. Iniciamos utilizando o Simulador Lunar na visão 2D para analisar as fases da Lua. Inserindo a latitude -90° (observador no polo sul) e variando os dias de 0 dia à 29 dias, o tempo aproximado de uma luação completa, vemos o translado da Lua ao redor da Terra, bem como as posições relativas do Sol, Terra e Lua e as respectivas fases da

lunação. Além disso, é possível verificar que durante metade da lunação, por volta de 14,5 dias, a Lua que era inicialmente Nova vai aumentando gradativamente sua face iluminada até atingir a fase Cheia, conforme ilustrado na figura 20. Sendo que na metade desse tempo tem-se a fase Quarto-Crescente.

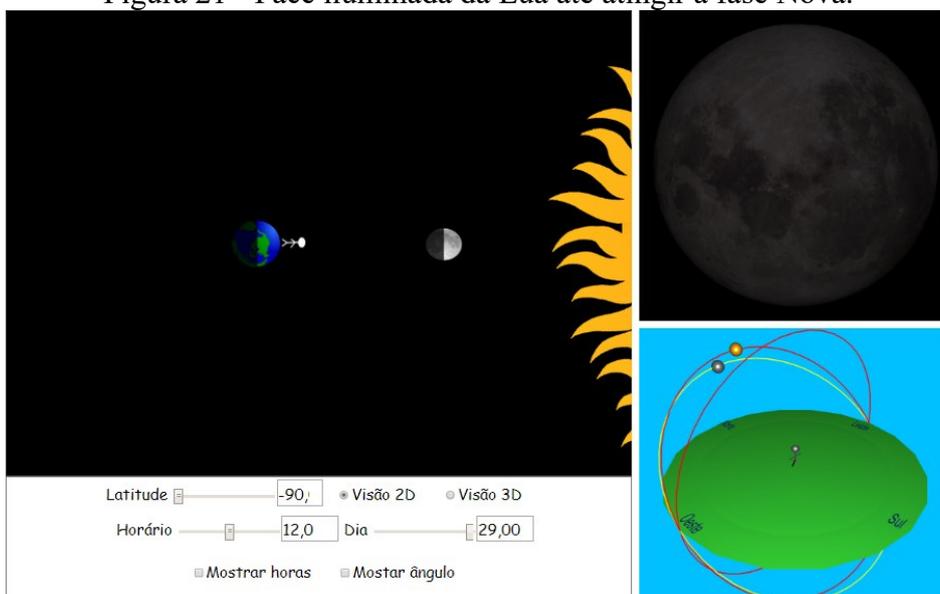
Figura 20 - Face iluminada da Lua até atingir a fase Cheia.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Durante a outra metade da lunação, a Lua que era inicialmente Cheia vai diminuindo a face iluminada até ficar totalmente sem luminosidade atingindo a fase Nova, representada na figura 21. Na metade desse tempo tem-se a fase Quarto-Minguante.

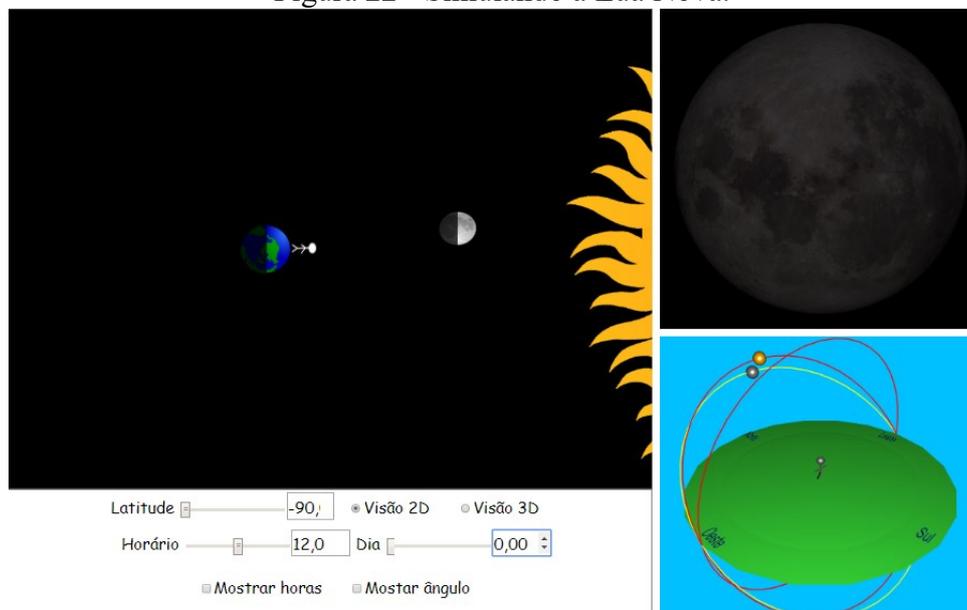
Figura 21 - Face iluminada da Lua até atingir a fase Nova.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Além de ver a fase da Lua, pode-se ver o horário que ela fica visível no céu, o momento que nasce e se põe no horizonte. Para simular isto, manteremos a mesma latitude. Escolhendo o dia 0 da luação e modificando o horário, como na figura 22, vemos que a Lua está na fase Nova pois não há nenhuma parte iluminada visível da Terra.

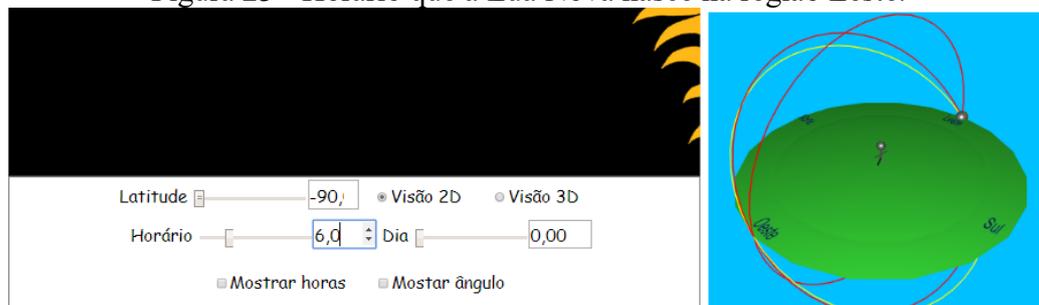
Figura 22 - Simulando a Lua Nova.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Variando o horário podemos ver que a Lua Nova nasce aproximadamente às 6 horas e se põe aproximadamente às 18 horas (observado na figura 23). Nessa fase, a face visível da Lua não recebe luz do Sol, pois os dois astros estão na mesma direção, nascendo e se pondo aproximadamente juntos. Ainda vemos que ela fica no ponto mais alto no céu às 12 horas. Além disso, das 18 horas às 6 horas, a Lua nesta fase fica na região abaixo do plano do observador.

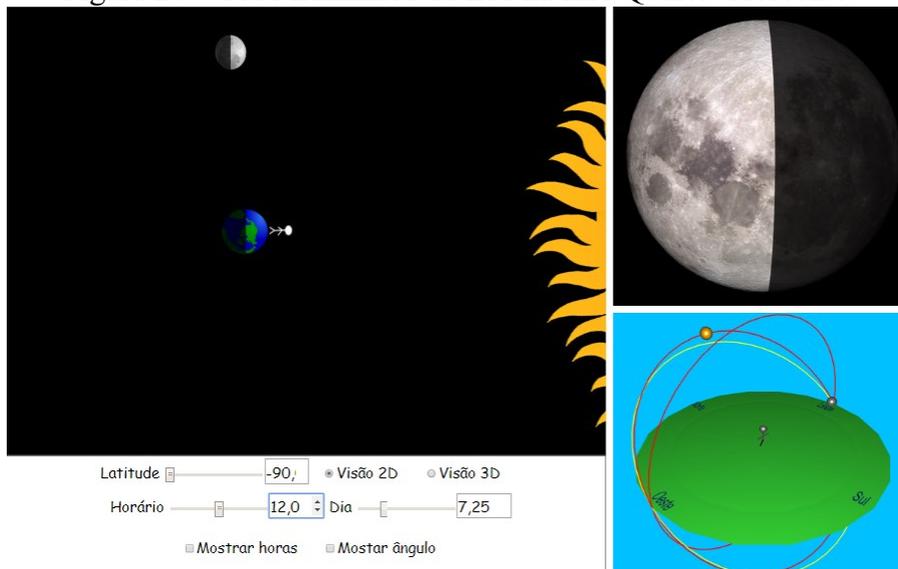
Figura 23 - Horário que a Lua Nova nasce na região Leste.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Prosseguindo a simulação, mantendo a mesma latitude, modificando o dia da luação para 7,25 e modificando o horário, vemos que a Lua está na fase Quarto-Crescente. Na figura 24, tem-se a ilustração da face iluminada da Lua na fase Quarto-Crescente.

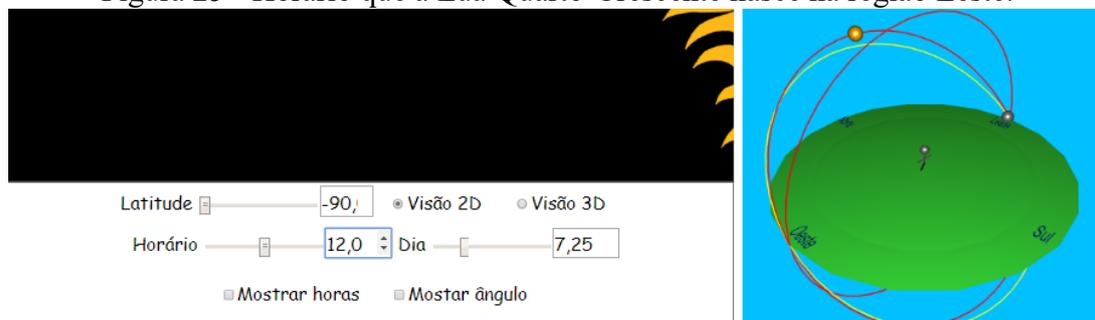
Figura 24 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Crescente.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Observamos que nessa fase a Lua nasce aproximadamente ao meio-dia (ilustrado na figura 25) e se põe aproximadamente a meia-noite. A Lua tem a forma de um semicírculo com a parte convexa voltada para o oeste. Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados aproximadamente em 6 horas. Ainda vemos que ela fica no ponto mais alto no céu às 18 horas. E, da meia-noite ao meio-dia a Lua nesta fase fica na região abaixo do plano do observador, não sendo visível no céu.

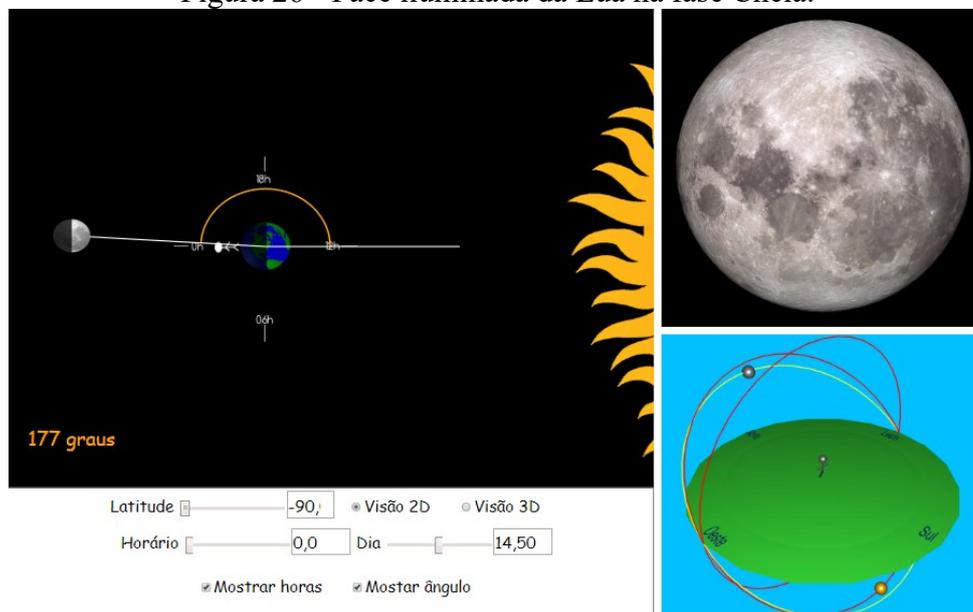
Figura 25 - Horário que a Lua Quarto-Crescente nasce na região Leste.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Na sequência da simulação, conforme ilustrado na figura 26, mantendo a mesma latitude, modificando o dia da luação para 14,5 e fazendo alterações no horário, vemos que a Lua está na fase Cheia.

Figura 26 - Face iluminada da Lua na fase Cheia.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Verificamos que nessa fase a Lua nasce aproximadamente às 18 horas (apresentado na figura 27) e se põe aproximadamente às 6 horas do dia seguinte. Nesta fase, a face visível da Lua está totalmente iluminada. Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados aproximadamente em 12 horas. Observamos também que a Lua Cheia fica no ponto mais alto no céu à meia-noite. E, das 6 horas às 18 horas a Lua nesta fase fica na região abaixo do plano do observador, não sendo visível no céu.

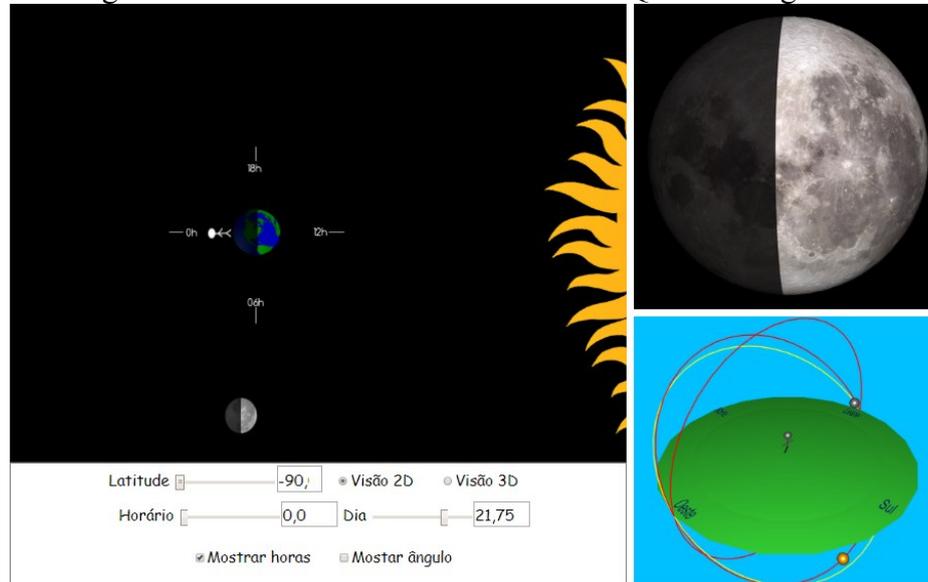
Figura 27 - Horário que a Lua Cheia nasce na região Leste.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Dando continuidade a simulação, mantendo a mesma latitude, modificando o dia da luação para 21,75 e modificando o horário, vemos que a Lua está na fase Quarto-Minguante. Na figura 28, ilustra-se a face iluminada da Lua na fase Quarto-Minguante.

Figura 28 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Minguante.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Observamos nessa fase que a Lua nasce aproximadamente a meia-noite (observado na figura 29) e se põe aproximadamente ao meio-dia. A Lua está aproximadamente 90° a oeste do Sol, e tem a forma de um semicírculo com a convexidade apontando para o leste. Ainda vemos que ela fica no ponto mais alto no céu às 6 horas. E, do meio-dia até a meia-noite a Lua nesta fase fica na região abaixo do plano do observador, não sendo visível no céu.

Figura 29 - Horário que a Lua Quarto-Minguante nasce na região Leste.

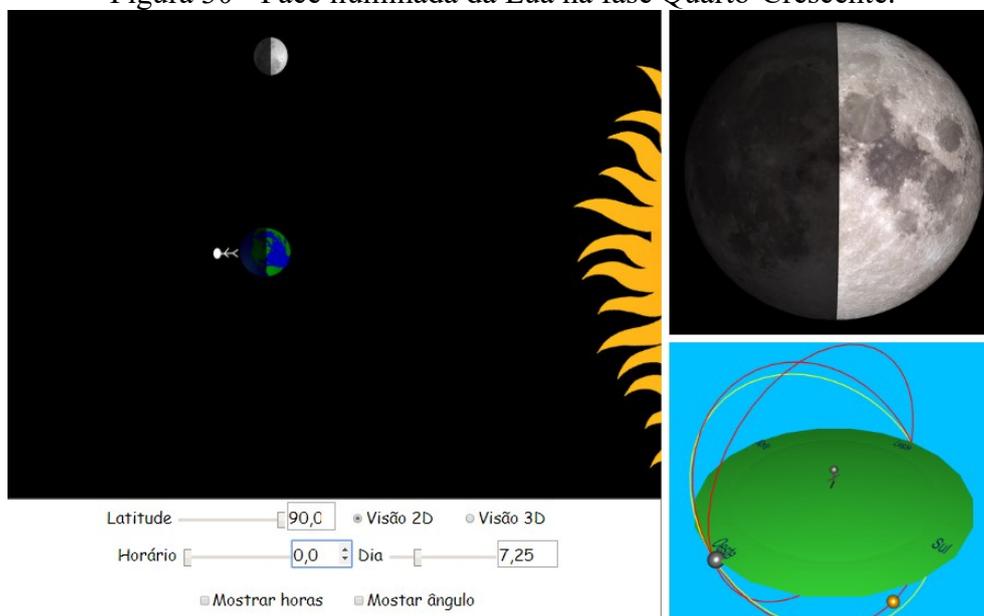


Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Fizemos apenas algumas configurações possíveis, salientando que poderia ser feita a mesma análise para os outros dias da luação também. Utilizando outras latitudes

poderia ser exposto as diferentes visões da face iluminada da Lua em outros locais da Terra.

Figura 30 - Face iluminada da Lua na fase Quarto-Crescente.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Na figura 30, ao inserir a latitude 90° (observador no polo norte) vemos que a face iluminada da Lua é invertida nos dois hemisférios.

Depois do estudo das fases da Lua e das posições relativas da Lua, Terra e Sol, faremos neste momento, a utilização do simulador nas visões 2D e 3D para analisar os eclipses da Lua e do Sol.

Iniciando com o simulador em 2D e alterando os dias até que a Lua fique na fase Cheia, conforme ilustrado na figura 31. Nesta configuração os estudantes podem ser questionados por que conseguem observar a Lua Cheia se a Terra está entre ela e o Sol e, ainda, por que a sombra da Terra não impede que vejam a Lua nesta fase. O intuito é que eles percebam que a luz solar, devido as dimensões do Sol e da distância passa pela Terra (“por cima e por baixo”) e chega até na Lua, fazendo com que ela, nesse momento de Lua Cheia fique iluminada.

Figura 31 - Lua Cheia.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Neste momento, com o simulador em 3D, é possível a observação da posição relativa da Lua, da Terra e do Sol. A simulação contempla a visão de um expectador externo ao movimento Terra-Sol- Lua. Se o dia, o horário e o mês draconiano forem sendo alterados, há mudanças na posição da órbita da Lua em relação a Terra. Na figura 32, pode-se observar uma configuração do movimento relativo do sistema Terra-Sol-Lua.

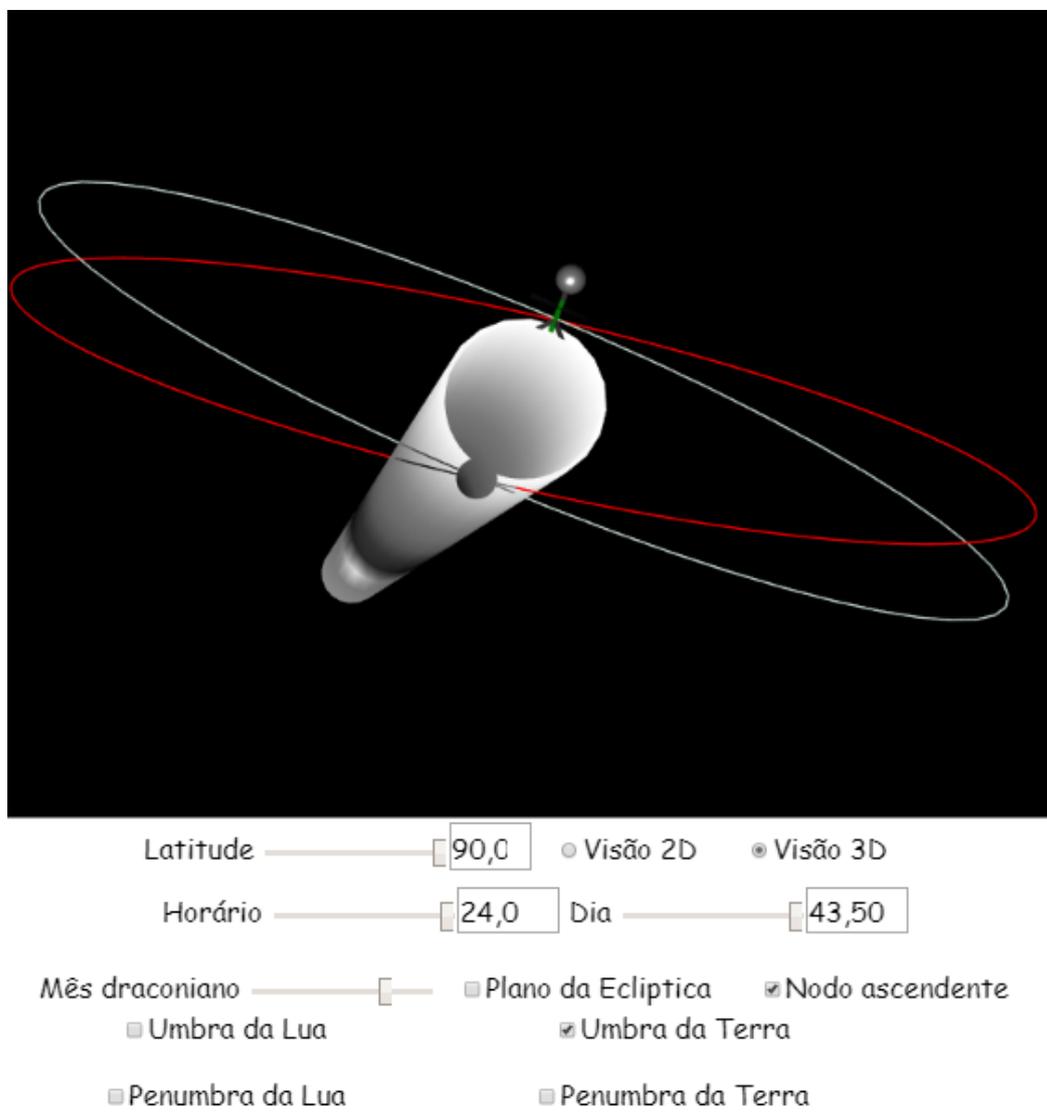
Figura 32 - Movimento relativo Terra-Sol-Lua.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Selecionando e fazendo alterações no “Mês Draconiano”, é possível fazer a investigação do que acontece com o movimento da órbita descrita pela Lua e se há momentos em que a Lua fica na sombra da Terra. Pode-se notar que há momentos que a Lua é atingida pela luz solar por “cima” da Terra, e também, momentos que a Lua fica na sombra da Terra. Quando as órbitas da Terra e Lua estiverem alinhadas (no nodo ascendente) e coincidir que isso seja na Lua Cheia e em um instante que a Lua esteja na sombra da Terra, teremos um eclipse lunar. O momento de um eclipse lunar está contemplado na figura 33.

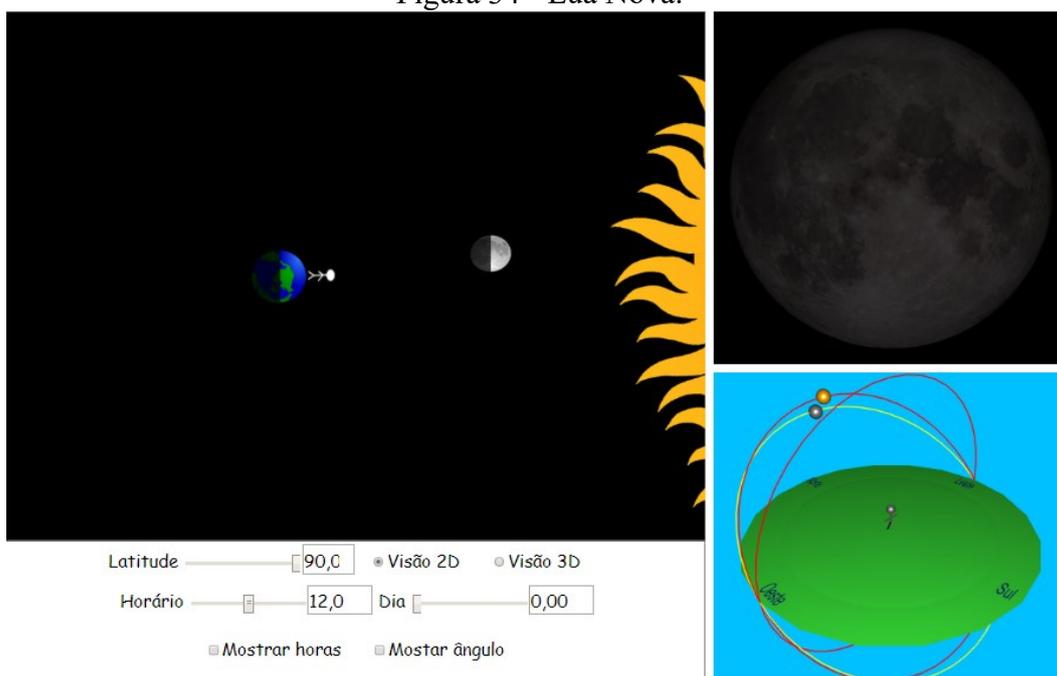
Figura 33 - Eclipse lunar.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Com o simulador em 2D novamente e mudando os dias até que a Lua fique na fase Nova, em conformidade com a figura 34. Neste arranjo, podem ser feitas averiguações do por que a luz do Sol chega até na Terra se a Lua está entre ela e o Sol e, ainda, por que a Lua não impede que vejamos o Sol. Constata-se que a luz solar, devido as dimensões do Sol e da distância entre esses astros, passa pela Lua (“por cima e por baixo”) e chega até na Terra, fazendo com que ela, nesse momento fique iluminada.

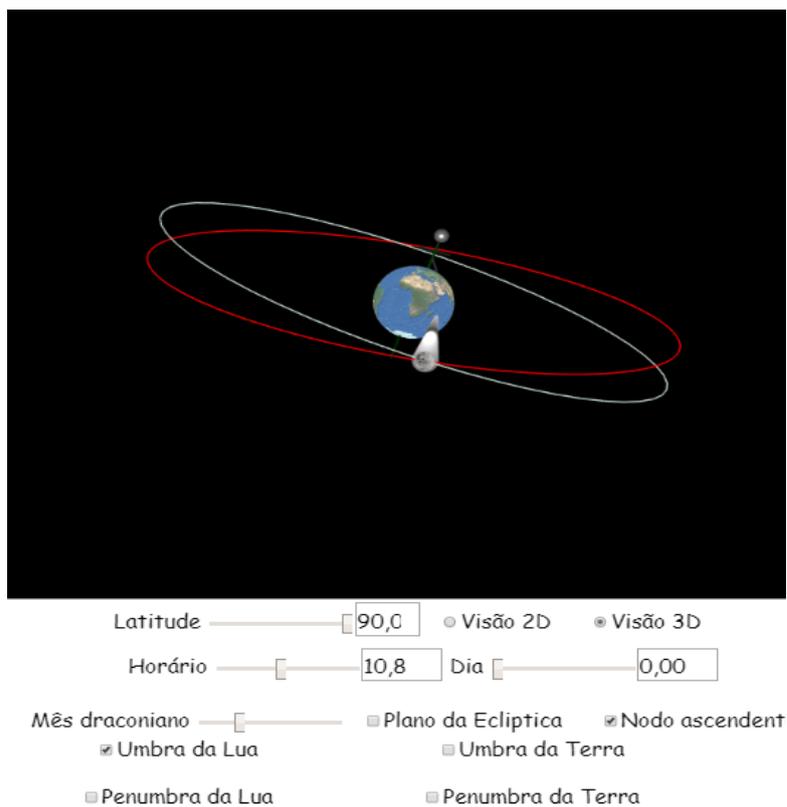
Figura 34 - Lua Nova.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

Outra vez seletando o “mês draconiano” é plausível a análise dos momentos que a Terra fica na sombra da Lua. Quando as órbitas da Terra e Lua estiverem alinhadas (no nodo ascendente) e coincidir que isso seja na Lua Nova e em um momento que uma parte da Terra esteja na sombra da Lua, teremos um eclipse solar. O momento de um eclipse lunar está contemplado na figura 35.

Figura 35 - Eclipse solar.



Fonte: Feito pelo autor com base na simulação Simulador Lunar.

7.5 PÓS-TESTE

Estudante: _____

AVALIAÇÃO FINAL- PÓS TESTE

1- Qual é o formato que a Terra possui?

Resposta: _____

2- Atualmente, o que se pode dizer da localização do centro do universo?

- A Terra está no centro.
- O Sol está no centro.
- A galáxia Via Láctea está no centro.
- Uma galáxia distante e desconhecida está no centro.
- O Universo não tem um centro.

3- Qual é a principal causa das estações do ano?

- a) A Lua.
- b) Nenhuma das alternativas.
- c) A inclinação do eixo terrestre.
- d) A órbita elíptica da Terra.

4- O que aconteceria se o eixo de rotação da Terra não fosse inclinado?

- a) A Terra seria um planeta sem vida.
- b) Não haveria alternância entre noite e dia.
- c) Não haveria mudanças de estações como as de hoje.
- d) Os polos ficariam quentes e as regiões equatoriais cobertas de gelo.

5- Qual dia do ano o Sol nasce no Leste:

- a) No primeiro dia da primavera e outono.
- b) No primeiro dia do verão.
- c) No primeiro dia do inverno.
- d) Todos os dias do ano.
- e) O Sol nunca nasce no Leste.

6- O que faz com que o verão seja mais quente que o inverno?

- a) A Terra está mais próxima do Sol no verão.
- b) O período de luz do dia é mais longo no verão.
- c) O Sol fica mais alto no céu no verão.
- d) B e C estão corretas.
- e) Todas estão corretas.

7- Qual é a causa das fases da Lua?

- a) A sombra da Lua na Terra
- b) A sombra da Terra na Lua.
- c) A sombra do Sol e Terra na Lua.
- d) Nenhuma das anteriores - nenhuma sombra está envolvida.

8- Qual dos intervalos de tempo a seguir é possível ver uma Lua Cheia no céu?

- a) 12h às 18h.
- b) 18h às 6h.
- c) 6h às 12h.
- d) 6h às 18h.

9- Aproximadamente quanto tempo leva para a Lua completar uma luação?

- a) Uma semana.
- b) Duas semanas.
- c) Um mês.
- d) Um ano.

- 10- Quando a Lua parece cobrir completamente o Sol (um eclipse), a Lua deve estar em qual fase?
- a) Cheia.
 - b) Nova.
 - c) Crescente.
 - d) Minguante.

7.6 RESPOSTA DO PÓS-TESTE

- 1- Resposta: aproximadamente esférica.
- 2- Resposta: letra E.
- 3- Resposta: letra C.
- 4- Resposta: letra C.
- 5- Resposta: letra A.
- 6- Resposta: letra D.
- 7- Resposta: letra D.
- 8- Resposta: letra B.
- 9- Resposta: letra C.
- 10- Resposta: letra B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC da Astronomia: fases da Lua. Disponível em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=N2wTtaJEtNY>>. Acesso em; 10 nov.2018.

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda.,1984.

BRASIL. PCN+ **Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, MEC, 2002. Disponível em: <

http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf > Acesso em: 6 ago. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: MEC/SEMTEC. 2000.

CIRIACO, D. **Guia completo: como usar o google maps.** Disponível em:

<<https://canaltech.com.br/mercado/guia-completo-como-usar-o-google-maps/>> Acesso em: 6 ago. 2018.

DELIZOICOV, D. **Didática Geral.** Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2008.

Eratóstenes e a circunferência da Terra. Série Cosmos. Disponível em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=fu9Z7YuXLVE>> Acesso em: 24 ago. 2019.

ESQUEMBRE, F. **Easy Java Simulation.** Disponível em:

<<https://www.um.es/fem/EjsWiki/>: Acesso em: 05 mar. 2019.

Estações do ano (vídeo aula de geografia). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=Qejc-mAObgw>>. Acesso em: 06 out. 2019.

FIGUEIRA, J. S. Easy Java simulations – Modelagem computacional para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 4, p. 613 – 618, 2005.

GOOGLE MAPS. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/>> Acesso em: 06 de agosto de 2018.

GONÇALVES, M. A. S. **O Easy Java Simulations como ferramenta de ensino e aprendizagem.** Dissertação de Mestrado, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2011.

MILONE, A. C.; WUENSCHÉ, C. A.; RODRIGUES, C. V.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; BOAS, J. W. V.; NETO, T.V. **Introdução à Astronomia e Astrofísica.** Divisão de Astrofísica. São José dos Campos: INPE. 2003.

MORAES, L. D. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de astronomia na educação básica com o uso do software astro 3D**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Física, Universidade Federal de Alfenas, 2016.

MOURÃO, R. R. F. **O livro de ouro do Universo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.

O Pálido Ponto Azul. Disponível em:

< <https://www.youtube.com/watch?v=tRjVDOgGJ8Y&t=85s> >. Acesso em: 24 ago.

2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S; SARAIVA M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. 2014.

Disponível em < <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf> >. Acesso em 22 ago. 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S; SARAIVA M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. 2000.

Disponível em < <http://astro.if.ufrgs.br/> >. Acesso em 28 ago. 2020.